



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Л. Уильямс
У. Адамс

ҚҰПИЯСЫЗ

НАНОТЕХНОЛОГИЯЛАР



nanotechnology



DeMYSTiFieD

Linda Williams
Dr. Wade Adams

Алматы, 2012

**ҚҰПИЯСЫЗ
НАНОТЕХНОЛОГИЯЛАР**

Nanotechnology Demystified

**LINDA WILLIAMS
DR. WADE ADAMS**

McGraw-Hill

New York Chicago San Francisco Lisbon London
Madrid Mexico city Milan New Delhi San Juan
Seoul Singapore Sydney Toronto

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ

Л. Уильямс, У. Адамс

ҚҰПИЯСЫЗ НАНОТЕХНОЛОГИЯЛАР

Оқулық

Қазақ тіліне аударғандар

З. А. Мансұров, М. Нәжіпқызы, Б. Қ. Діністанова

Алматы, 2012

ӘОЖ 57 (075.8)
КБЖ 28.0.я73
У 35

*Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің «Оқулық»
республикалық ғылыми-практикалық орталығы бекіткен*

Қазақ тіліне аударғандар:
З. А. Мансұров, М. Нәжіпқызы, Б. Қ. Діністанова

Уильямс Л., Адамс У.

У 35 Құпиясыз нанотехнологиялар: Оқулық/Ауд. З. А. Мансұров,
М. Нәжіпқызы, Б. Қ. Діністанова. - Алматы: Print-S , 2012 - 385 бет.

ISBN 978-601-289-085-3

Ұсынылып отырған оқулық нанотехнологияның негіздері және нанотехнологияның биология, химия, қоршаған орта мен өндіріске, саясат пен экономикаға қалай әсер ететіндігі жөнінде білгісі келетіндерге арналған. Ең қарапайымнан ең күрделі әрі қызықты сұрақтарға дейінгі көптеген сұрақтар толық сипатталған. Әр бөлімнің соңында келтірілген сұрақтар оқырмандарға алған білімдерін тексеруге көмектеседі.

ӘОЖ 57 (075.8)
КБЖ 28.0.я73

ISBN 978-601-289-085-3

© 2007 by The McGraw-Hill Companies.
All rights reserved.

© Қазақ тіліндегі басылым, ҚР жоғары оқу
орындарының қауымдастығы, 2012.

АРНАУ

Бұл кітап Райс Университетінің (Rice University) химия және физика профессоры Э. Смолли Ричардқа (Richard E. Smalley) арналады. Көреген, батыл және табанды бола тұра, ол дәстүрлі көзқарастарға күмән келтіре отырып, табиғат пен жаратылыстану ғылымдарының қарама-қайшылықтарын түсіндіруге тырысып, глобальды мәселелерді шешудің жаңа ойларын іздеді. Медицина, байланыс, транспорт және энергетика салаларындағы көптеген аса көрнекті жетістіктер, шүбәсіз, осы әрекеттердің нәтижесі болды.

Профессор Смолли осы қолжазбаны даярлаудың қорытынды кезеңінде қатерлі ісікпен ұзақ уақыт күрескеннен кейін өмірден кетті.

Линда Уильямс

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ

Линда Уильямс – химия, медицина және космонавтика бойынша көптеген ғылыми танымал кітаптардың, «Құпиясыз» атты бірнеше ғылыми танымал кітап серияларының авторы. Ол НАСА-да, McDonnell Douglas және Wyle Labs компанияларында қызмет атқарады, сонымен қатар, Райс университетінде жетекші маман және техникалық жазушы болды.

Доктор Уэйд Адамс – Райс университетіндегі Смолли атындағы нанотехнология институтының директоры, 190-нан аса жарияланымдардың авторы, сонымен қатар екі кітаптың редакторы.

МАЗМҰНЫ

Қазақша аударма редакторының алғы сөзі.....	11
Алғы сөз.....	13
Алғыстар.....	16

I БӨЛІМ

1-ТАРАУ.	Фуллереннің ашылуы.....18 Барлық бастамалардың басында.....19 Төменде өте көп орын бар.....26 Бірқабатты нанотүтікшелер.....33 Алға!.....35 Бақылаусұрақтары.....37	18 19 26 33 35 37
2-ТАРАУ.	Наномасштаб.....39 Микро- және нано-.....39 Өлшемнің маңызы.....42 Масштабтар жөнінде толығырақ.....46 Бақылау сұрақтары.....52	39 39 42 46 52
3-ТАРАУ.	Наноөлемде қандай ерекшелік бар?.....55 Көміртегінің түрлері.....56 Бірқабатты нанотүтікшелер.....58 Наноөзектер.....59 Түс.....59 Беттік аудан.....60 Кванттық механика.....62 Өндіріс.....63 Жаңа өнімдер.....64 Бақылау сұрақтары.....67	55 56 58 59 59 60 62 63 64 67
4-ТАРАУ.	Наноғылымның аспаптары.....70 Жаңа ашылуларға арналған аспаптар.....70 Нанобасқарушы.....82 Теория және компьютерлік модельдеу.....84 Бақылау сұрақтары.....91 I бөлімге арналған тест сұрақтары.....94	70 70 82 84 91 94

II БӨЛІМ

5-ТАРАУ.	Биология.....102 Сұйық және қатты заттардың бөліну шекарасы.....103	102 103
-----------------	--	--------------------------

	Биологиялық құрылымдар мен үдерістерді бақылау.....	108
	Биологиялық наносенсорлар.....	112
	Биологиялық әлемге әсері.....	118
	Бақылау сұрақтары.....	119
6-ТАРАУ.	Медицина.....	121
	Емдеу әдістері.....	123
	Қатерлі ісікпен күрес.....	128
	Биологиялық инженерия.....	133
	Наноуыттылық.....	142
	Болашақтың медицинасы.....	143
	Бақылау сұрақтары.....	144
7-ТАРАУ.	Қоршаған ортаны қорғау.....	146
	Ластану.....	146
	Қоршаған ортаны қорғаудағы нанотехнология.....	149
	Суды тазарту.....	149
	Нанотехнологиялар және мемлекеттік басымдылық.....	155
	Қоршаған ортаның қауіпті факторлары.....	158
	Нанотехнологиялар бойынша халықаралық кеңес.....	161
	Бақылау сұрақтары.....	162
	II бөлімге арналған тест сұрақтары.....	164
	III БӨЛІМ	
8-ТАРАУ.	Материалдар.....	172
	Алхимия.....	172
	Ақылды материалдар.....	173
	Нанокристалды материалдар.....	177
	Нанокристалдар.....	178
	Балқымалар.....	185
	Нанокөміртектер.....	186
	Наносақиналар.....	188
	Наножамылғылар.....	190
	Наноқабықшалар.....	191
	Катализаторлар.....	193
	Микрокапсулалар.....	194
	Бақылау сұрақтары.....	195

9-ТАРАУ.	Электроника және сенсорлар.....	198
	Транзисторлар.....	201
	Электронды жарыс.....	208
	Басты үміт.....	211
	Біркелкілік.....	211
	Наномасштабты	
	электроникадағы кванттық әсерлер.....	215
	Биологиялық наносенсорлар.....	216
	Биологиялық чиптер.....	217
	Бақылау сұрақтары.....	218
10-ТАРАУ.	Коммуникациялар.....	221
	Кванттық коммуникациялар.....	222
	Атомарлық жайғастыру.....	225
	Өлшемдердің әсері.....	226
	Нанооптика.....	228
	Мәліметтерді сақтау.....	234
	Бақылау сұрақтары.....	236
11-ТАРАУ.	Энергетика.....	238
	Энергия.....	239
	Қолжетімділік.....	242
	Энергияның баламалы түрлері.....	244
	Көміртекті нанотүтікшелер.....	253
	Болашақ зерттеулер.....	254
	Инвестициялар.....	255
	Келешектің энергетикасы.....	255
	Бақылау сұрақтары.....	256
	III бөлімге арналған тест сұрақтары.....	258
	IV БӨЛІМ	
12-ТАРАУ.	Бизнес және инвестиция.....	267
	Ойыншылар.....	268
	Компьютерлер.....	275
	NanoBusiness Alliance тобы.....	276
	Енгізулер.....	278
	Ең алдымен неге көңіл бөлу керек?.....	278
	Нанотехнологияның жергілікті	
	орталықтары.....	281
	Халықаралық күш салу.....	283
	Болашақты болжау.....	284
	Неге назар аудару керек?.....	284
	Бақылау сұрақтары.....	285

13-ТАРАУ.	Наноуыттылық және қоғам.....	287
	Нанотехнологиялар және қоғам.....	288
	Ерігіштік және уыттылық.....	289
	Тұрақты даму.....	294
	Қоршаған орта, денсаулық сақтау және қауіпсіздік.....	296
	Тәуекелді бағалау.....	297
	Мәліметтерді тарату.....	299
	Халықаралық ынтымақтастық.....	300
	Тәуекел мен пайда.....	301
	Бақылау сұрақтары.....	302
14-ТАРАУ.	Ары қарай не істейміз?.....	304
	Нанотехнологияның келешегі.....	304
	Өнімдер мен нарықтар.....	305
	Нарық басшысы.....	307
	Кілттік қосымшалар.....	309
	Нанотехнология әлемі.....	328
	Бақылау сұрақтары.....	332
	IV бөлімге арналған тест сұрақтары.....	334
	Қорытынды емтихан.....	342
	Тараулардағы бақылау сұрақтарына, тесттерге және емтихан сұрақтарына жауаптар.....	360
	Бөлімдер соңындағы тестерге жауаптар.....	362
	Қорытынды емтихан сұрақтарына жауаптар.....	364
1-ҚОСЫМША.	Қысқартулар мен белгілеулер.....	365
2-ҚОСЫМША.	Компаниялар мен өнімдер.....	369
3-ҚОСЫМША.	Қолданылған әдебиеттер	374
	Пәндік көрсеткіш.....	381

Қазақша аударма редакторының алғы сөзі

XXI ғасырдың басы нанотехнологиялар мен наноматериалдардың дамуының революциялық бастамасы екендігі баршамызға мәлім. Қазіргі таңда олар әлемдегі барлық дамыған мемлекеттерде адамзат қызметінің (өнеркәсіп, ақпарат саласында, радиоэлектроникада, энергетикада, транспортта, биотехнологияда, медицинада) аса маңызды салаларында қолданылып жүр.

Соңғы бірнеше жылда нанотехнология жоғары технологияның аса көп уәде беретін тармақтарының бірі сияқты ғана емес, сонымен қатар, 21 ғасырдың экономикасының жүйе түзуші факторы сияқты қарастырыла бастады. Нанотехнология барлық өндірістік қызметтің жаңа парадигмасының дамуын ынталандырады, ол өзі өмір сапасын арттырудағы жаңа бетбұрыстардың көзі және постиндустриалды қоғамда көптеген әлеуметтік мәселелердің шешімі болып табылады.

Осыған орай, қатандық пен тыңғылықтылық әртүрлі деңгейлерінде тақырыптар мен объектілердің кең спектрлерін қамтитын, мәселен, ғылыми-танымал әдебиеттен монографиялы әдебиетке деген қажеттілік туындады. Сонымен қатар, соңғы жетістіктердің, шешілмеген шолулары мен оқу құралдары қажет. Әзірше бұндай әдебиеттер жеткіліксіз.

Алайда наноғылым мен нанотехнологияның нақты мәселелері бойынша шолулар бар болғанмен, қазақ тілінде мұндай әдебиеттер жоқ. Ұсынылып отырған У.Адамс, Л.Уильямстің «Күпиясыз нанотехнологиялар» оқулығының қазақ тіліндегі басылымы қазақстандық оқырмандарға нанотехнология бойынша әдебиеттердің тапшылығын азайтуға көмектесетін болады.

Оқулықтың арнайы базалық білімі жоқ адамдарға нанотехнологияның іргелі негізін түсіну үшін пайдасы зор.

Ұсынылып отырған оқулықта фуллерендердің ашылуы, наномасштаб, нанотүтікшелер, наноғылымның аспаптары, биология, медицина, қоршаған ортаны қорғау, нанокристалдар, электроника және сенсорлар, коммуникациялар, энергетика, бизнес және инвестиция, наноуыттылық және қоғам, нанооптика және т.б. туралы мәліметтер толық қарастырылған.

Нанокұрылымдар мен нанонысандарды бағалау мен зерттеудің бірқатар заманауи әдістері: электронды және ионды-өрістік микроскопия, оптикалық, рентгенді және магнитті спектроскопия сипатталған.

Жалпы алғанда кітап оқырмандардың кең қауымына, физика, химия және материалтанушы мамандарға пайдасы зор. Қазақстанда наноматериалдар мен наноэлектроника бойынша мамандар дайындала бастағаннан бері, нанотехнология бойынша қазақ тіліндегі оқулықтар жоқ болғандықтан, оларға деген қажеттілік өте жоғары.

«Құпиясыз нанотехнологиялар» оқулығының ағылшын тілінен қазақ тіліндегі аудармасын З.А. Мансұров, М.Нәжіпқызы, Б.Қ. Діністановна авторлар ұжымы даярлаған.

Оқулықтың мақсаты жалпыға жеткілікті түрде студенттерді, магистранттарды және осы аймақты игерген инженерлерді наноғылымның негізгі ойлары мен тәсілдерімен таныстыру және техниканың әртүрлі салаларында өңдеу нәтижелерін іске асыру болып табылады.

Оқулық Нанотехнология саласында білім алушы студенттерге, магистранттарға және PhD докторанттарға, сонымен қатар, осы салада жұмыс істейтін мамандарға, инженерлерге арналған.

Бұл кітапті жазу барысында орыс тілінде көптеген пайдалы кітаптар жарық көрді. Солардың көмегімен қызығушылық танытқан оқырман өздеріне қажетті нанотехнология бөлімімен терең таныса алады.

1. П. Харрис. Углеродные нанотрубы и родственные структуры. М. Техносфера. 2003. - 336 с.

2. Ч. Пул, Ф. Оуэнс. Мир материалов и нанотехнологий. Нанотехнологии. М.: Техносфера, 2005. - 330 с.

3. А.И. Гусев. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – 2-е изд., испр. - М.: Физматлит, 2007. - 416 с.

4. Г.Б.Сергеев. Нанохимия. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 336 с.

5. Л. Уильямс, У. Адамс. [пер. с англ. Ю.Г. Гордиенко]. Нанотехнология без таин. М.: «Эскмо», 2008. – 364 с.

6. З.А. Мансуров, Т.А. Шабанова, Н.Н. Мофа. Синтез и технологии наноструктурированных материалов. КазНУ, Алматы, 2012. – 318 с.

З.А. Мансұров

АЛҒЫ СӨЗ

Бұл кітап наномасштабты әлемге қызығатындардың және бұндай ғылымның қызықты саласы туралы көп білгісі келетіндердің барлығына арналған. Ол оқушыларға, студенттерге және барлық қызыққұмар оқырмандарға түсінікті болады. Алайда, егер сіздерді тек қана жеке тақырыптар қызықтыратын болса, мысалы, кванттық нүктелер, наноэлектроника, «чиптегі зертхана» және т.с.с. сәйкес тауарларды басқаларынан тәуелсіз оқуға болады.

Хабарлау барысында автор ғалымдардың және осы саладағы инженерлердің маңызды теориялары мен жетістіктерін еске түсіреді. Бұл мәліметтер қызыққұмар адамдардың сұрақтары мен жарқын ойлары қалайша барлық адамзаттың дамуына ықпал еткендігін көрсету үшін келтіріледі.

Ғылым айналада болып жатқандарды түсінуге деген қызығушылық пен ниетке негізделген. Нобель сыйлығының лауреаттары бұрынғы кезде ғылымда жаңа жол іздеген студенттер сияқты болған. Олар ең қиын деген сұрақтардың жауабы бар болу керектігіне сенген және оларды табуға табандылықпен тырысқан. Жыл сайын киноматографистерге кинодағы әйгілі жетістіктері үшін «Оскар» сыйлығы, ал ғалымдарға Нобель сыйлығы беріледі. 1901 жылдан оны 750-ден аса ғалымдар алған. 1915 жылы Нобель сыйлығының ең жас лауреаты ретінде (25 жас) физик В. Лоуренс Брэгг (W. Lawrence Bragg) танылды.

Альфред Нобель өзінің өнертапқыштығы үшін 355 патент алған. Ол өзінің өлімінен кейін оларға қалдырылған ақшалардан бес салаға (химия, физика, физиология және медицина, әдебиет және әлемді күшейту) «алдағы жылда адамзаттың дамуына аса үлкен үлес жасады, соларға» төленсін деп өсиет еткен.

Нобель жаңа білім іздеуде шығармашылық ойлауды лайықты марапаттауды және жаңашылдықтарды қабылдауды қамтамасыз еткісі келді. Автор көптеген заттар мен үдерістерді түсінуді өзгерткен ашылуларды сипаттау ғылым мен техникадағы маңызды мәселелерді шешу үшін оқырманға меншікті шығармашылық энергияларды бағыттауға түрткі болады деп үміттенді.

Бұл кітапта ғылымның кейбір аса маңызды салаларын сипаттаумен нанотехнологияға жалпы шолу ұсынылады, оқырмандар олармен кездесе алады. Кітаптың басында нанотехнологияны сипаттау үшін көбінесе, ғалымдар мен инженерлер қолданатын негізгі терминдер,

ұғымдар, концепциялар мен аспаптар түсіндіріледі. Барлық мәліметтер әдістер мен алынған нәтижелер туралы жаңа ақпараттардан тұратын, пайдалы интернет ресурстарының сілтемелерімен қатар жүреді.

Кітапта «нанотехнологиялық майданда» не болып жатқандығы туралы оқырмандарға барлығын елестете алатындай көптеген иллюстрациялар жиынтығы келтірілген. Сонымен қатар мұнда бірнеше жауап нұсқалары бар емтиханда кездесетін тапсырмалар мен сұрақтар ұсынылады. Әр тараудың соңында күрделі емес бақылау сұрақтары келтірілген. Оларға жауап беру үшін, тараудың мазмұнына оралып, алынған білімді еске түсіріп, өзінді тексеруге болады.

Кітап төрт бөлімнен тұрады. Әр бөлімнің соңында енді кітаптың көмегіңіз тексеретін тестен өту ұсынылады.

Тест сұрақтары әр бөлімнің соңындағы сұрақтардан қиын емес. Олар тек алынған білімдерді қорытындылауға арналған. Автор оқырмандарды құмарландыру үшін, оларды аса қызықты және ерекше етуге тырысты. Егер сіз 75 %-дан артық дұрыс жауап берген болсаңыз, онда материалды жақсы игердім деп есептеңіз. Барлық сұрақтарға жауаптар кітаптың соңында жинақталғанын есте сақтаңыз.

Сізге әр тарау мен бөлімнің соңына қарағанда аса жеңіл сұрақтардан тұратын, қорытынды емтихан ұсынылады. Оны барлық тест тапсырмаларын орындап болғаннан кейін өту ұсынылады. Емтиханның жақсы нәтижесі сұраққа 75 % дұрыс жауап беру болып табылады.

Тесттер мен қорытынды емтиханды орындап болған соң өз достарыңызға жауаптың дұрыстығын тексеруді тапсырыңыз. Бұл жағдайда сіз қандай сұрақтарға дұрыс жауап бермегеніңізді білмейсіз, өткен материалды қайталап және қайтадан тестен өтуге тырысып көрсеңіз болады. Тек қайталап өткен соң ғана қатемен жұмыс жасау қажет болады және біліміңіздегі кемшілікті анықтауға тырысу қажет.

Алынған ақпаратты ақырындап өңдеу үшін, кітапты аптасына бір тараудан және күніне бір сағаттан оқу ұсынылады. Асықпаңыз, одан да аз, бірақ жиі дайындалғаныңыз абзал. Нанотехнологияны игеру өте қарапайым, бірақ оқылған материалды игеру үшін қандайда бір нақты уақыт қажет. Сіз келесі тарауға алдыңғы тараудың материалын жақсы игергеннен кейін және көптеген сұрақтарға дұрыс жауап бергеннен кейін ғана көшіңіз.

Егер сіз мемлекеттің саясатына ерекше көңіл бөлсеңіз, онда көп уақытыңызды 11 тарауға жұмсаңыз. Егер сіз қоршаған ортаны қорғау үшін наноматериалдарды қолдану саласындағы соңғы жетістіктер жөнінде білгіңіз келсе, онда көп уақытыңызды 10 тарауға жұмсаңыз.

Курсты аяқтаған соң және «дайындықтың нанотехнологы» болғаннан кейін, бұл кітапты сіздер өзінің толық индекстері, қосымшалары, нанокристалды типтердің, биологиялық маркерлердің және кванттық есептеулер үшін әлеуеттің мысалдары бар анықтама есебінде қолдана аласыздар.

Линда Уильямс

АЛҒЫСТАР

Кітапқа арналған иллюстрациялар Microsoft Corporation компаниясының Power Point және Word бағдарламаларының көмегімен даярланды.

Кітапта АҚШ-тың үкімет ұйымдарының: АҚШ-тың Ұлттық нанотехнологиялық инициативасы (National Nanotechnology Initiative - NNI) мен Зерттеу және дамыту Департаментімен (Office of Research and Development - ORD), АҚШ-тың қоршаған ортаны қорғау Агенттілігімен (Environmental Protection Agency - EPA) және т.б. берген ақпараттары пайдаланылды.

Автор техникалық пікір бергені үшін Райс Уиверситетінің биология мен қоршаған ортадағы нанотехнология Орталығының орындаушы директоры, доктор Кристен Кулиновскийге (Kristen Kulinowski) және осы кітапқа иллюстрация жасағаны үшін Райс Университетінің ұжымына өз алғысын білдіреді. Тарихи мәліметі мен жемісті талқылауы үшін Смолли нанотехнология Институтының директоры Уэйд Адамсқа алғыс айтады.

Барлық кедергілер мен өмірлік жағдайларға қарамастан, оның таңғалдырарлық энергиясы мен қолдауы үшін McGraw-Hill баспасындағы Джуди Басқа (Judy Bass) алғыс айтамын. Элизабет Пол, Брин, Эван және Джек - Сіздерге ілтипаттарыңыз бен қолдау көрсеткендеріңіз үшін алғыс айтамын.

Линда Уильямс

I БӨЛІМ

АШЫЛУЫ

1-ТАРАУ

ФУЛЛЕРЕННИҢ АШЫЛУУ

Кейде (жүз жылда, тіпті, мың жылда бір рет) адамзат қоршаған ортаны түгелдей дерлік өзгертетін бірнәрсе ашады немесе ойлап табады. Үңгір тұрғындары өздеріне бейтаныс түтін иісін алғаш сезгенде оны зерттеп бастауын іздеуге бел байлады. Олардың ең алғаш отты жағуы бүкіл әлемді дүр сілкіндірді: сушидің орнына барбекю мен шашлық келді.

Кейіннен олардың ұрпақтары, үшкіртастан әлдеқайда тиімді, темірден аспаптар мен бұйымдар жасай бастады. Темірден жасалған қарулар әлемді жаулар алдындағы белгі ретіндегі сый болды.

Кейініректе алдыңғы дамыған мемлекеттердің айырылмастай бір бөлшегіндей болған: электр қуаты, автомобильдер мен дәрі-дәрімектер ойлап табылды. Егер бір арманға қарай тоқтамай жүре берсе, оны іс жүзінде орындауға болатынын түсінді. Көптеген онжылдықтар бұрын қияли көрінген құбылыстарды, ғылым мен техника жүзеге асыра бастады.

Ақыр соңында жоғары технология дәуірі орнады: түрлі түсті теледидар, компьютерлер... «Аз, жылдам, оңай және ақылдырақ», - деген сөздер қазіргі ғылым мен техниканың ұранына айналды. Біз неғұрлым көп білсек, соғұрлым одан да артық білгіміз келеді. Қажымай-талмай білімге ұмтылу, ал құмарлық шексіз болды. Квизардан ДНҚ-ға дейінгінің бәрі үлкен қызығушылық туғызды.

Қазіргі уақытта білім ізденістері ақылға сыймайтындай жанда-на түсті. Көбінесе, бұл білімнің мүлдем жаңа ғажайып саласындағы ашылулармен түсіндіріледі, оны нанотехнология деп атай бастады.

Нанотехнологиялардың арқасында аса жылдам және жеңіл компьютерлер, жақсартылған теннис доптары, мықты мата, мөлдір күннен қорғайтын кремдер (SPF60), молекулалы сенсорлар мен қатерлі ісікті емдеудің жасушалық әдістерін жасау мүмкіндіктері пайда бола бастады. Қазір нанотехнологиялар жүздеген сауда өнімдерінде қолданылады. Олардың ішінде көптегендері бұрыннан бар технологияларды жақсартудың нәтижесі болды, мысалы, антивандальді беттер, жабыспайтын жамылғылар жасала бастады, бірақ алдағы 10-20 жылдықта бізді нанотехнология негізінде жасалған мүлдем жаңа өнімдер таңғалдыратын болады.

Бұл кітапта наноматериалдар, таңғаларлық қосымшалар мен қайран қаларлық технологиялар бейнеленеді; оларды қолдану мүмкіндігі наномасштабты деңгейдегі ғылыми зерттеулердің нәтижесінде пайда болды. Сонымен қатар, бұл жерде нанотехнологияның қоғамға әсері: инвестициялар, өнімдер, қауіптер, қоғамдық пікір және халықаралық саясат талданады.

Ыңғайлы орналасыңыз және аса кішкентай нысандар мен таңғаларлық үдерістердің әлеміне – нанотехнология әлеміне еніңіз.

Барлық бастамалардың басында

1897 жылы Дж. Дж. Томсон (J. J. Thomson) екі электрод салынған, ауасы тартып шығарылған түтікте теріс зарядталған бөлшектерді ашты. Бұл түтік электронды-сәулелі түтік деген атауға ие болды немесе ЭСТ. Ол газ тәрізді заттарда, электрод көмегімен электр тоғы жүрген кезде, қозған атомдарды зерттеуге қолданылды. Осылайша, жүзден аса жыл бұрын атомдарды құрамдас бөлшектерге ыдыратудың алғаш қадамдары жасалынды.

ЭЛЕКТРОНДАР

Газдардың жарқырауын зерттеуге байланысты эксперименттер барысында Дж. Дж. Томсон электрондардың теріс зарядталғандығын және барлық белгілі химиялық элементтердің құрамына кіретіндігін анықтады. Бұл таңғалдырарлық жаңалық болды, өйткені бұған дейін элементтер арасындағы айырмашылықтар өте көмескі болған еді.

Электрондар – бұл оң зарядталған ядромен бірге атомның құрамында болатын, кішкентай теріс зарядталған субатомды бөлшектер.

1906 жылы Дж. Дж. Томсон физика саласындағы газдардың электр өткізгіштігінің теориялық және эксперименттік зерттеулері негізінде Нобель сыйлығымен марапатталды. Біраздан соң ғалымдар электрон массасы $9,1 \times 10^{-31}$ кг, ал заряды $1,6 \times 10^{-19}$ Кл болатынын анықтады.

ЯДРО

Салыстырмалы түрде жуырда ғалымдар, атомның біртұтас нысан емес, ол бірнеше ұсақ бөлшектерден және аса ірі ядродан тұратындығын анықтады, бұл тіпті көптеген сұрақтар туғызды.

1907 жылы Дж. Дж. Томсонның шәкірті Эрнест Резерфорд (Ernest Rutherford) атомның заманауи концепциясын әрі қарай дамытты. Осы жұмысы үшін ол 1908 жылы химия бойынша Нобель сыйлығын және 1914 жылы рыцарь титулын алды (Химия қайырымсыз сабақ деп кім айтты?). 1911 жылы Резерфорд радиоактивті уранмен жүргізген эксперименттері кезінде өзінің ядролық моделін ұсынды. Ол жұқа алтын фольганы бөлшектермен атқылай отырып, атомдар, өлшемдері атом өлшемдерінен әлдеқайда кіші болатын, оң зарядталған ядролардан тұратындығын болжады. Резерфорд өзінің шәкірті, Гейгер счетчигін ойлап тапқаны үшін бүкіл әлемге танымал болған Ганс Гейгермен (Hans Geiger) бірге бөлшектердің 99 % көбі тура өтіп кететіндігін байқады, және 8000 бөлшектің ішінде біреуі ғана ядродан қандайда бір бұрышқа ауытқыған, тіпті, кері қарай шағылған. Ғалымдар бұндай шағылу бөлшек массивті оң зарядталған ядромен соқтығысқан кезде жүзеге асатындығын жорамалдады.

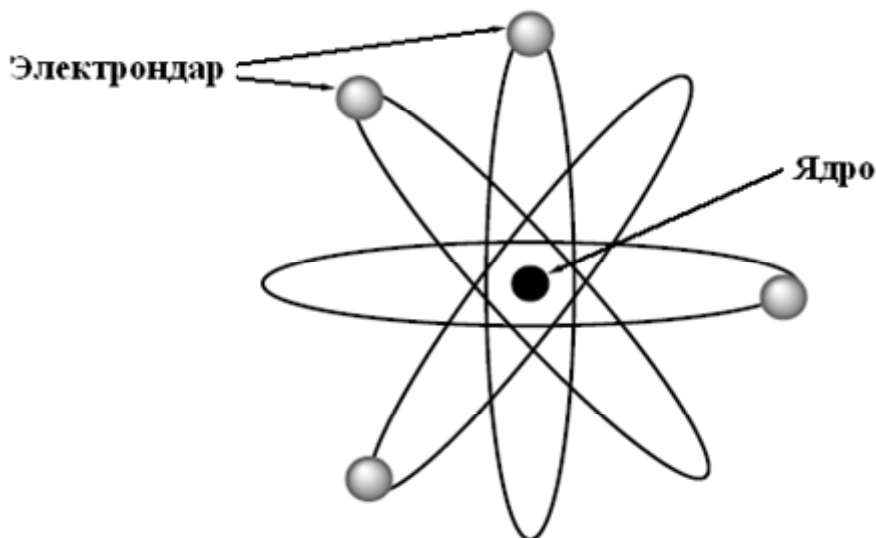
Әрі қарай зерттеулер барысында, ядро протондар мен нейтрондардан тұратындығын анықтау мүмкін болды. Әрбір протон электронның массасынан 1800 есе көп массадан тұрады, сондықтан ядрода атомның массасының көп бөлігі шоғырланған. Ядро өте кішкентай өлшемге ие және атом көлемінің өте аз бөлігін алып тұрады. 1.1-суретте Резерфордтың көзқарасы бойынша атом құрылысы көрсетілген. Көп ұзамай ғалымдар, атом ішіндегі электрондар ядроның айналасында, планеталар Күннің айналасында сияқты, орбита бойынша айналайды, олар бұлттар сияқты, кеңістікте бұлыңғырланып келеді.

Атомның құрылысын өзіңізге ұсыну үшін, ядро үстел теннисін ойнауға арналған доптың өлшеміне ие деп елестетіңіз. Онда барлық атомның диаметрі 5 км-ден көп болады! Дәлірек айтқанда, ядроның диаметрі 10-12 м шамасында.

Протондар

Протондар ядро ішінде орналасқан, ұсақ субатомды бөлшектер болып келеді. Жоғарыда айтылып кеткендей, протон оң зарядталған

және электронның массасынан 1800 есе ауыр массаға ие. Элементтің атомдық саны (Z) ядродағы протондардың санымен анықталады.



1.1-сурет. Резерфорд атомының моделі

Нейтрондар

Атом ядросы тұратын бөлшектерді нуклондар деп атаймыз. Ондай бөлшектер протондар мен нейтрондар болып табылады. Ғалымдар протондарды ашқан кезде және олардың қосындылары негізінде ядроның массасын есептегенде алынған нәтиже ядроның жалпы массасынан есептелген бағасымен сәйкес келмеді. Бірнәрсе жетіспеді және сол «бірнәрсе» көп ұзамай табылды. Солай нейтрондарды ашты.

Нейтрон – бұл электр заряды жоқ, массасы жуық шамамен протон массасына тең субатомды бөлшек. Олар бейтарап.

Нейтрондар протондармен бірге ядро ішінде болады. 1.1-кестеде атомның субатомды бөлшектерінің электрондардың, протондардың және нейтрондардың массалары келтірілген.

1.1-кесте. Субатомды бөлшектердің массасы

Атауы	Белгіленуі	Массасы (г)
Электрон	e^-	$9,110 \times 10^{-28}$
Протон	p^+	$1,675 \times 10^{-24}$
Нейтрон	n	$1,675 \times 10^{-24}$

МОЛЕКУЛАЛАР

Көптеген заттар, мысалға ағаш, сабын немесе тас ұстасаң қатты сияқты, бірақ олар көптеген бос денелі атомдардан құралған.

Екі атомды жалғайтын байланысты химиялық байланыс деп атайды. Молекула - химиялық байланыспен байланысқан, екі немесе одан да көп атомдардың бірігуі. Ковалентті деп тең өлшемде молекуланың барлық атомдарымен қолданылатын, кеңістікте электрондар бұлыңғыр болып келген химиялық байланысты айтамыз (ионды байланыспен салыстырғанда, атомдар электрондарды біркелкі пайдаланбайды).

Молекула – бұл химиялық байланыстармен байланысқан, атомдардан құралған, элемент немесе заттың қарапайым құрылымдық бірлігі.

Бізге заттардың біреуі сутегінің екі атомдарынан және оттегінің бір атомынан тұратыны жақсы белгілі. Зат қалай аталады? Дұрыс, су. Су молекуласының құрамдас бөліктері ковалентті байланыстың көмегімен ұсталынып тұрады. Молекуладағы атомдардың комбинациясының символдық жазбасы оның химиялық формуласы деп аталады. Судың формуласы H_2O , мұндағы H_2 – сутегінің екі атомын, O – оттегінің бір атомын білдіреді. Төменгі индекстің болмауы тек қана бір атомның барлығын білдіреді.

Молекулалық затта барлық молекулалар бір-біріне ұқсас болып келеді. Молекулалар соншалықты кіші, тіпті, заттың кішкене ғана бөлшегі молекуланың әжептәуір бөлшегінен тұрады. Мысалы, шамамен диаметрі 5 мм (дюймнің төрттен бірінен сәл кіші) су тамшысында 2×10^{21} молекула бар, яғни 2000 миллиард молекула шамасында (кейде ағылшын тілінде 2 секстиллион деп аталады!). Егер дәл осындай бет санын қосатын болсақ, жинақ Жерден Күнге дейін (91 млн

км) 600 000 ретке жуық созылады! Егер де су тамшысының барлық молекулаларын (диаметрі 0,3 нм шамасында) бір сызықтың бойымен орналастырып қою мүмкін болса, онда оның ұзындығы Жерден Күнге дейінгі екі арақашықтыққа тең болар еді!

Химиялық формулада төменгі индекстер түрінде атомдардың мөлшерін көрсетудің әртүрлі заттарды анықтауда маңызы өте зор. Төменде қарапайым химиялық формулалардың бірнеше мысалдары келтірілген:

- натрий хлориді NaCl - натрийдің 1 атомы және хлордың 1 атомы;
- сутегі тотығы (H_2O_2) - сутегінің 2 атомы және оттегінің 2 атомы;
- этанол ($\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$) - көміртегінің 2 атомы, сутегінің 6 атомдары және оттегінің 1 атомы.

Жердегі зат қатты, сұйық және газтәрізді түрде кездесуі мүмкін. Заттардың атомдары наноденгейде ірі, тіпті, шексіз, комбинациялар санын түзуі мүмкін. Алайда, ғалымдар салыстырмалы аз элементтер мен заттардың санын ашты. Сонымен қатар, кейбір сыртынан қарағандағы әртүрлі заттардың көбінесе, бірдей химиялық формуласы бар. Әртүрлі заттардың түрлерін ажырату үшін, ғалымдар құрылымдық формулаларды пайдаланады.

Химиялық және құрылымдық формулалар

Заттың химиялық формуласы, берілген заттың әрбір молекуласында әртүрлі элементтердің неше атомдары бар екендігін көрсетеді. Молекуланы автомобильмен салыстырып көрейік. Қысқа және биік джип, ұзын және аласарақ лимузин сияқты қозғалтқыштар мен дөңгелектен тұрсын делік (яғни атомдарға ұқсас). Алайда, олардың орналасуы жүріс сапасына және автомобильдердің екі типінің қолданысына әсер етеді.

Заттың барлық молекулалары электрондар мен атомдық ядроның өзара әсерлесуі нәтижесінде туындайтын химиялық байланыспен байланысқан бір элементтің атомдарының бірдей санынан тұрады.

Мыс сульфатының қарапайым химиялық формуласы CuSO_4 бойынша, бұл затта мыстың, күкірттің, және оттегінің қанша атомы бар екендігін айтуға болады. 1.2-кестеде кейбір кең таралған химиялық заттардың тізімдері мен олардың химиялық формулалары бірге келтірілген.

Заттың химиялық формуласы заттың молекуласын түзетін, барлық элементтердің атомдарының дәл санын көрсетеді.

Судың химиялық формуласы – H_2O , селитраныкі (фейерверктер мен тыңайтқыштарды даярлау үшін қолданылады) - KNO_3 , ал фруктозаныкі (жемістер мен балдың құрамындағы тәтті зат) - $C_6H_{12}O_6$.

Құрылымдық формула заттың молекуласындағы жеке атомдардың қалай орналасқандығын көрсетеді.

1.2-кесте. Заттардың химиялық формулалары құрамдағы элемент атомдарының санын қамтамасыз етеді

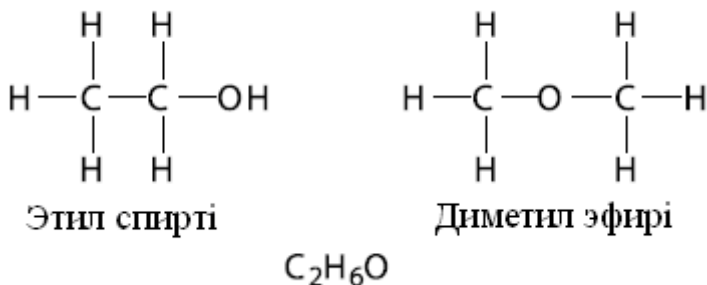
Заттар	Формуласы
Аммоний карбонаты	$(NH_4)_2CO_3$
Аммоний нитраты (аммиак силитрасы)	NH_4NO_3
Бензол	C_6H_6
Кальций гидроксиді (қорытылған әк)	$Ca(OH)_2$
Көміртегінің тетрафториді	CF_4
Коричный алдехиты	C_9H_8O
Мыс нитраты	$Cu(NO_3)_2$
ДДТ (дихлордифенилтрихлорметилметан)	$C_{14}H_9Cl_5$
Фосфор оксиді (III) (фосфорлы ангидрид)	P_2O_3
Фторлы метил	CH_3F
Фруктоза	$C_6H_{12}O_6$
Этан	C_2H_6
Галий оксиді	Ga_2O_3
Литий дихроматы	$Li_2Cr_2O_7$
Магний хлориді	$MgCl_2$
Этандион қышқылы	$H_2C_2O_4$

Сутегі тотығы (щавель қышқылы)	H_2O_2
Калий нитраты (селитра)	KNO_3
Натрий хлориді (ас тұзы)	$NaCl$
Натрий стеараты	$C_{18}H_{36}O_2Na$
Күкірт қышқылы	H_2SO_4
Мочевина	$CO(NH_2)_2$

Құрылымдық формула әр атом мен әр байланыстың орнын көрсетеді. Көбінесе, бұндай формулада атомдар элементтердің символымен, ал байланыстар – сызықшалар арқылы белгіленеді. Бір сызық – бір ковалентті байланыста қолданылатын, екі электронды, ал екі сызық - қос ковалентті байланыстағы төрт электронды білдіреді.

*Химиялық формуласы бірдей молекулалардан тұратын, бірақ молекуладағы атомдардың орналасуы әртүрлі болатын заттар **изомерлер** деп аталады.*

1.2-суретте C_2H_6O -ның химиялық формуласы және әртүрлі құрылымдық және функционалды топтары бар оның екі изомері келтірілген.

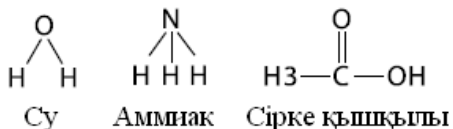


1.2 сурет. Изомерлердің құрылымдық формулалары

Құрылымдық формула молекуладағы атомның нақты орнын көрсетеді. Бұл формуланы нақты ойын позицияларында аландағы футболистердің орналасу жоспары сияқты елестетуге болады.

Ойынның әртүрлі кездерінде, мысалы, атыс кезінде, ойыншылардың орындары әртүрлі болуы мүмкін. Жеке ойыншылардың орналасуы мен функциялары командалық ойынның стилін анықтайды.

Дәл осылай жеке атомдардың орналасуы мен функциялары молекуланың тәртібін анықтайды және заттың физикалық сипаттамаларын анықтайды, мысалы, олардың басқа заттармен химиялық реакцияларға түсу қабілеттілігін анықтайды. 1.3-суретте кейбір заттардың құрылымдық формулалары көрсетілген.



1.3-сурет. Құрылымдық формулар молекулалардағы атомдардың орналасуын көрсетеді

Ғалымдар молекула құрылысын олардың өздерін қалай ұстайтындарын анықтау үшін зерттейді. Молекулалардың құрылысы нанобөлшектердің қасиетіне сол сияқты қатты әсер етеді.

Төменде өте көп орын бар

1959 жылдың 29 желтоқсанында профессор Ричард Фейнман (физика ғылымы бойынша 1965 жылы Нобель сыйлығының лауреаты) Калифорния технологиялық институтында (АҚШ) Американдық физиктер қауымының түстену отырысында, *There's Plenty of Room at the Bottom* («Төменде өте көп орын бар») атты тақырыпта дәріс оқыды. Бұл дәрісте ол ғылымның жаңа зерттеу аумақтары туралы айтты берді. Фейнман жеке атомдарды басқару мен олардың негізінде аса ұсақ (субатомды) деңгейде жаңа заттар жасау туралы ой ұсынды.

Ол аудиторияны қарапайым және батыл ғылыми идеясымен таңғалдырды. Фейнман кейбір ғалымдардың барлық ұлы жаңалықтар ашылып қойды, сондықтан енді ғылыммен айналысу қызықты емес деген ойларына да тоқталып кетеді. Алайда, физик олармен келіспейтінін айттып, өзінің дәлелдерін келтіреді. Ғалым Britannica Британ энциклопедиясындағы бүкіл материалдарды түйреуіштің басына ғана орналастыруға болады деді.

Фейнман әрбір әріпті 6-7 бит мәлімет деп қабылдауды, ал мәліметті тек қана беткі қабатта емес, сонымен бірге көлемде сақтауды ұсынды. Егер әрбір битті жазуға 100 атом қолданылатын болса, онда бүкіл әлем кітаптарындағы барлық мәліметтерді қабырғасы 0,1 мм-ден аз ғана үлкен кубқа сыйдыруға болады. Сондықтан субатомды әлемде шынымен-ақ көп орын бар деген қорытынды жасады.

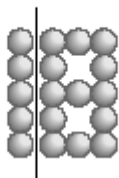
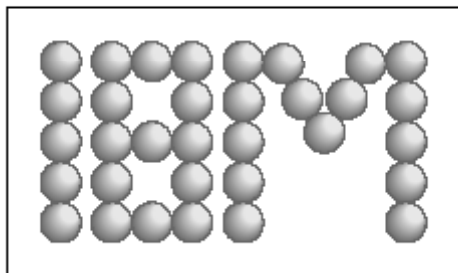
Физик бұл биологтарға ежелден белгілі екендігін айтты. Биологтар бірнеше онжылдықтардың ішінде (ДНК) дезоксирибонуклеин қышқылының молекуласы сияқты нысандарды зерттеген. Олар ДНК-ның ағза жасушасының ядросында орналасатындығын және осы ағзаның құрылысының кодынан тұратындығын (масса, адам немесе қарлығаш болса да) білді. Және басқа да қалған ағзалар!

Фейнман биологтар баяғыдан бері физиктерден қазіргі кезде мүмкін 100 есе кіші нысандарды көруге қабілетті, жаңа микроскопты ойлап шығаруларын күтетіндіктерін хабарлаған. Олар өз қарамағына аса күшті аспаптарды алған сәттен бастап, жеке ақуыздар арасындағы реакцияларды толық көре алады. Фейнман қазіргі кезде наноәлем деп аталатын, молекулалық әлемнің шексіз мүмкіндіктерін бейнеледі. Ғалым әріптестерінің елестету қабілеттерін оятты, сонымен қатар молекулалық әлемнің зерттеулерінде ғылыми жарыстың бастауын берді.

Фейнман ұсынған ойды абсолютті жаңа деп айтуға болмайды. Алхимиктердің өздері де элементтердің химиялық қасиеттерін өзгертуге тырысқан. Олар сиқырлы «мәңгілік жастық эликсирі» мен қорғасынды алтынға айналдыратын «философиялық тас» жасауға ұмтылған. Іс жүзінде, олар атомдарды ғана емес, сонымен бірге олардың жеке компоненттерін де өзгертуге тырысқан.

1981 жылы Цюрихтегі (Швейцария) IBM компаниясының ғылыми-зерттеу зертханасында жұмыс істейтін Герд Биннинг (Gerd Binnig) мен Хайнрих Рорер (Heinrich Rohrer) сканирлеуші туннельді микроскоп жасап шығарады және соның нәтижесінде алғаш рет ғалымдарға жеке атомдарды көруге және оларды басқаруға мүмкіндік туады. Олар электр өрісі мен наноөлшемді ұштары бар арнайы зонд қолдану арқылы жекелеген атомдардың орнын ауыстыруға болатынын анықтаған. Сканирлеуші туннельді микроскоп ашылғаннан кейін көп ұзамай, нанотехнология эрасының ең маңызды аспаптарының бірі - атомдық күштік микроскоп жасалып шығарылды. Мұндай аспаптың пайда болуы 1986 жылы физика бойынша «Туннельді микроскопты жасап шығарғаны үшін» Нобель сыйлығына лайықты деп табылды. 1989 жылы Калифорния штатының Сан-Хосе қаласындағы IBM

компаниясының Альмаден ғылыми-зерттеу зертханасында Дон Эйглер (Don Eigler) «IBM» сөзін 35 ксенон атомдарынан құрастырып, суретке түсіріп алған. 1.4-суретте бұл сөзді атомдардан қалай құрастыруға болатыны көрсетілген. Нанотехнология аспаптары аса толығырақ 4-тарауда сипатталады.



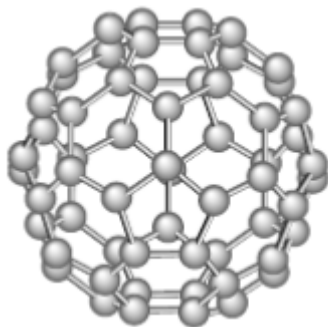
1.4-сурет. «IBM» сөзін құрастыру үшін жеке атомдардың орналасу сызбанұсқасы

СӘТТІЛІК ЖӘНЕ ИНТУИЦИЯ

1985 жылдың қыркүйек айында кіші Роберт. Ф. Керл, сэр Гарольд У. Крото және Ричард Э. Смолли атты үш химикпен көміртегінің жаңа түрі C_{60} ашылған болатын. Олар нәтижелері бүкіл әлемді таңғалдырған эксперименттерді бірлесіп жасау мақсатында Райс университетінде жиналған болатын. Ғалымдарға екі студент көмектесті: Джеймс Хиз (James Heath), қазір ол Калифорния технологиялық институтының химия профессоры және Шон О'Брайан (Sean O'Brien), қазір ол Далластағы (АҚШ) Texas Instruments компаниясының ғылыми қызметкері. Нобель сыйлығы ең көп дегенде үш ғалымға берілетіндіктен Хиз және О'Брайн тек әлемдік әйгілілікке ғана ие болды, ал 1996 жылы «Фуллерендерді ашқандары үшін» Но-

бель сыйлығын Керл, Крото және Смолли алды. Бұл сыйлықты 1996 жылдың 10-шы желтоқсанында оның негізін қалаушысының 100 жылдық мерей тойына арнап берді.

Көміртегінің жаңа түріне фуллерен (fullerene) деген атау берілді. Фуллереннің құрылымы тері бөліктерінен тігілген қарапайым футбол добының каркасына өте ұқсас (1.5-сурет). Фуллерен көміртегінің 60 атомынан құралған. Оның құрылымы көміртегінің графит, алмас сияқты басқа түрлерінің құрылымынан принципиалды түрде ерекшеленеді. Ең бірінші геодездік күмбездің жобасын сызған және тұрғызған – түзу стерженьдерден құралған іші бос кеңістіктік қалайыдан жасалған сфералық конструкцияны архитектор әрі өнертапқыш Ричард Бакминстер Фуллердің (Richard Buckminster Fuller) құрметіне фуллерен деп атаған.



1.5-сурет. Фуллерен тері қалдықтарынан тігілген қарапайым футбол добына ұқсайды

Смоллидің атомдардың молекулалары мен кластерлерін зерттеу үшін жасап шығарған аспабының көмегімен, Смолли және Кротоның жасаған эксперименттерінің нәтижесінде фуллереннің ашылуы жүзеге асты. Кротоны Смоллидің ұсынған лазерлік буландыру әдісі қызықтырған болатын. Оның көмегімен ол өзінің жұлдыз аралық кеңістіктегі көміртегінің әрекеті туралы теориясын тексермекші болды. Крото көміртегіне бай жұлдыздар, қызыл алыптар, радиотелескоп көмегімен көруге болатын күрделі көміртекті қосылыстарды шығаруға қабілетті болады деп есептеді.

Зерттеушілер өздері тапқан көміртегінің жаңа түрінің құрылымын жеке элементтердің энергиясы мен сәуле шығаруының

толқын ұзындықтарын өлшеуге қабілетті, масспектрометрдің көмегімен көрсетуге тырысты. Бір күні кешке Смолли қағаз, қайшы және скотчтың көмегімен барлық 60 төбені біріктірді және симметриялы тұйықталған пішінді алды. Алынған C_{60} молекуласын бакиболл (buckyball) деп те атайтын болды. Графит көміртегінің ең кең таралған түрі және ол екі өлшемді жазықтықтарда орналасқан көміртегінің атомдарынан тұрады. Ал фуллереннің молекуласында күшті байланыспен байланысқан көміртегінің атомдары үш өлшемді жазықтықта орналасады да, тұйық сфералық қаркасты құрайды.

Қазіргі уақытқа дейін ғалымдар көміртегі тек графит және алмас түрінде ғана кездеседі деп есептеген болатын. Олар фуллереннің бар екендігіне сенбей, бұл жаңалықты қате деп санады. Шындығында да, неге бұл жаңа қосылысты бұрын ешкім білген жоқ? Көптеген ғалымдар фуллеренді қарқынды зерттей бастады, көп ұзамай мұндай молекуланың бар екендігі және оның ашылуының ғылым үшін маңызы өте зор екендігі белгілі болды. Жоғарыда айтып кеткендей, бұл жаңалықты ашқандары үшін Смолли, Керл және Крото 1996 жылы химия саласы бойынша Нобель сыйлығын алды. Фуллеренді ашқаны және наномасштабты деңгейдегі зерттеулерді дамытқаны үшін Бининг және Рорермен бірге Смоллиді нанотехнологиялардың әкесі деп жиі атаған. Фейнманды көбінесе нанотехнологиялардың атасы деп атайды.

ГРАФИТ

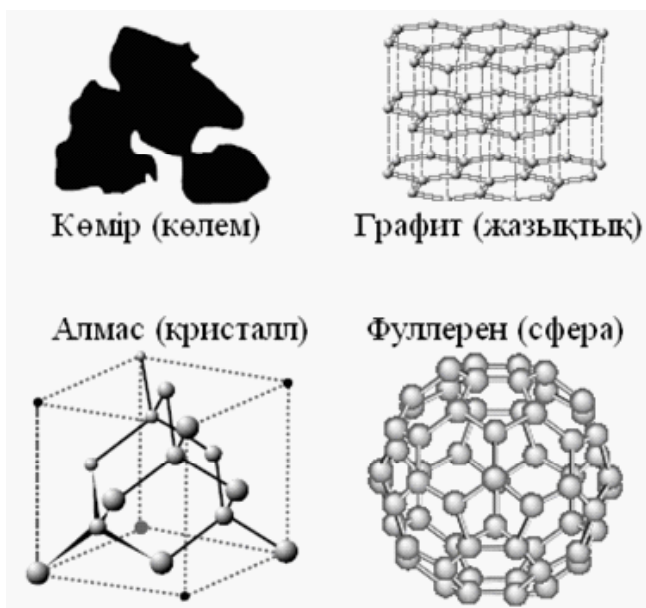
Фуллерен ашылғанға дейін ең толық зерттелген көміртегінің қосылысы графит болды. Графит көміртегінің ойын карталарының колодасына ұқсас жазық қабаттардан тұрады. Әрбір жазықтықтағы атомдардың байланыстары өте тығыз, бірақ жеке жазықтықтар бір-бірімен әлсіз байланысқан және сол себепті майысып, сынулары мүмкін.

Көптеген адамдар жұмсақ графитті стерженьдері бар қарапайым қарындаштарды пайдаланды. Қағазбен жанасқанда графит қабаттары қабыршақталынып, қағаз бетінде қалатындықтан мұндай қарындаштар жаза алады.

Графиттің бір қабатындағы жеке атомдар ковалентті байланыспен байланысқан. Бұл байланыстар графит молекулаларын біріктіріп ұстап тұрады және қабаттардың жазық пішінін ұстап тұруын қамтамасыз етеді. Графитте көміртегінің әрбір атомы үш көршілес

атоммен күшті ковалентті байланыспен байланысқан. Ван-дер-Ваальс күштері көршілес жазықтықтарды байланыстырып, оларды біріктіріп ұстап тұрады. 1.6-суретте көміртегі атомдарының орналасуларының жазық (көмірде және графитте), торлық (алмаста) және сфералық (фуллеренде) негізгі түрлері көрсетілген.

Үйкелетін бөліктері бар кейбір механизмдерде графит жағынды есебінде жиі қолданылады. Графиттің жеке атомдарының арасындағы күшті байланыстар оның балку температурасының жоғары болуын түсіндіреді. Графит суда және органикалық ертінділерде ерімейді, бірақ электрлік тоқты өткізуге қабілетті, сол себепті ашық түсті киімдердің қалтасына қарындаш салып жүрмеңіздер. Әйтпесе, сізге таңғалдырарлық жаңалық ашуға тура келеді!



1.6-сурет. Көмір мен графитте көміртегінің атомдары кеңістікте, ал алмаста - көлемдік кристалл торда, ал фуллеренде – сфералық қарқаста орналасқан

АЛМАС

Фуллерен ашылғанға дейін көміртегі атомдарының ең берік байланысқан түрі алмас болып саналды. Алмасты инженерлердің және «қыздардың ең жақын достары» деп атайды. Көміртегінің

әр атомының көршілес үш атомдардармен күшті коваленттік байланыстарының арқасында олар мықты көлемдік кристалдық торды құрайды. Алмастың қаттылығы және мықтылығы соншалықты, оны өнеркәсіпте басқа материалдарды кесуге, бұрғылауға және тегістеуге пайдаланады. Расында, алмас – ғалымдарға белгілі, ең қатты дене. Алмастың балку температурасы өте жоғары (шамамен, 4000 °С), өйткені кристалдық құрылымды бұзу үшін атомдар арасындағы асқын күшті ковалентті байланыстарды ажырату керек. Алмас, графит сияқты суда және басқа да органикалық ерітінділерде ерімейді.

Алайда, алмас электр тоғын өткізбейді. Оның себебі, ондағы барлық электрондар атомдар арасында тығыз ұсталынып тұрады, сол себепті тор бойымен қозғала алмайды (мәселен, көз алдарыңызға Нью-Йоркте, қаланың орталық алаңындағы Жаңа жылды қарсы алудағы көпшілік адамдардың тығыздалып жүру көрінісін елестетсеңіздер, - тез қозғала алмайсыздар).

Адамдар бұрыннан бері алмасты олардың ғажайып жарқырауы мен жылтырауы үшін бағалайтын болған. Алайда, олар ғалымдарды өздерінің қаттылығымен және аз сығылғыштығымен қызықтырды. Алмастар жылуды өте жақсы өткізеді және температураның өсуімен өте әлсіз ғана ұлғаяды. Олар көптеген күшті қышқылдармен немесе негіздермен реакцияға түспейді. Алмастар өте кең диапазонда мөлдір болып келеді: тек көрінетін жарық үшін ғана емес, сонымен қатар, ультракүлгін және инфракызыл сәулелену үшін.

Графит, алмас және фуллерен C₆₀

Көптеген минералдар тек бір ғана химиялық элементтің атомдарынан және молекулаларынан тұрады. Геологтар минералдарды металдық және металдық емес деп бөледі. Химиялық элементтердің 80 %-ға жуығы металдар болып табылады. Мысалы, алтын, күміс және мыс – металдар. Көміртегі графит, алмас және фуллерен (металл емес) сияқты минералдардың негізінде жатыр.

Алмастың таңғалдырарлық қасиеттері ондағы көміртегі атомдарының реттеліп орналасуымен түсіндіріледі. Расында, графит, алмас және фуллерен көміртегінің бірдей атомдарынан құралған. Алайда, алмас ең қатты зат, ал графит ең жұмсақ элементтердің бірі болып саналады. Бұндай айырмашылық атомдардың байланыстарының әртүрлі тәсілдерімен түсіндіріледі. Алмаста көміртегінің әрбір ато-

мы төрт өзге атоммен байланысса, ал графитте тек қана үш атоммен байланысқан. Графитте көміртегі атомдары бензол молекулалары сияқты конфигурацияны түзеді. Олар бір-бірімен салыстырғанда тез сырғып кететін жазықтықтарда орналасады.

Фуллерен алмас пен графитке ұқсас. Ол осы екі элементтің кейбір сипаттарына ие, бірақ оларға тән кемшіліктер жоқ. 1990 жылдардан бастап фуллереннің құрылымы және қасиеттері зерттеле бастады. Бүгінгі күні ғалымдарға тек сфералық фуллерендер ғана емес (60 атомды), оның сопақ (70 атомды), шұжық тәріздес (80 атомды) және т.б. түрлері де таныс. Әрбір жаңа жаңалық бұрын белгісіз болып келген сұрақтарға жауап беріп, жаңа сұрақтарды туғызып отырды. Ғалымдар электрондардың энергиясын анықтап, электр тоғын өлшеді. Фуллереннің әртүрлі түрлерінде молекулярлы деңгейде олардың шамасы әртүрлі болатындығы анықталды. Сонымен қатар, алмас және графитпен салыстырғанда фуллерендер өздерін мүлдем басқаша көрсетті. Фуллерендерді зерттеу үшін ғылыми тәсілдердің ең күрделі түрлерін пайдалануға тура келді.

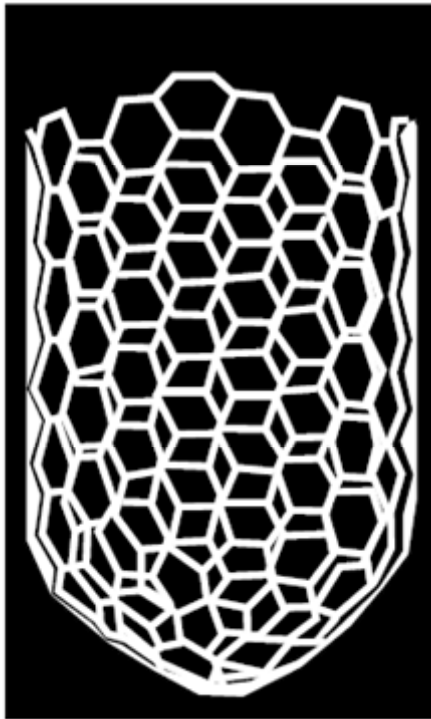
Бірқабатты көміртекті нанотүтікшелер

1991 жылы Жапонияның Цукуб қаласында орналасқан NEC компаниясының Іргелі зерттеулер зертханасының қызметкері Сумио Ииджима (Sumio Iijima) алғаш болып доғалы разрядтағы катодтың көміртекті өзегінде күйе құрамынан көміртекті нанотүтікшелерді (carbon nanotubes) тапты. Бөлу қабілеті жоғары электронды микроскоптың көмегімен алынған суреттерде көпқабатты көміртекті түтікшелер немесе КҚНТ (multi-walled carbon nanotubes - MWNT) табылды. Олардың шеттері дөңгеленген және фуллерендерге өте ұқсас екендіктері анықталды. Бірақ фуллерендермен салыстырғанда, көпқабатты көміртекті нанотүтікшелер молекулярлы деңгейде кемшіліксіз құрылымға ие болған жоқ.

1993 жылы Сумио Ииджима және Тошинари Ичихаши (Toshinari Ichihashi) Жапонияда, сонымен қатар Дональд С. Бетун (Donald S. Bethune) Калифорния штатының (АҚШ) Сан-Хосе қаласындағы Альмаден ғылыми-зерттеу орталығының қызметкерлерімен бірлесіп шамамен бір уақытта бірқабатты көміртекті нанотүтікшелерді немесе БҚНТ (single-walled carbon nanotubes - SWNT) ашты. Ғалымдардың екі тобы да доғалы разрядтың анодындағы темірдің, никельдің

және кобальттың әрекетін және камера қабырғаларындағы күйдегі С60 фуллеренінің түзілуін сипаттады. ЖЭМ (transmission electron microscope - TEM) жарықтандырғыш электронды микроскоптың көмегімен, ғалымдар күйенің шамамен бірдей диаметрлі көптеген бірқабатты көміртекті нанотүтікшелерден тұратындығын анықтады. Сонымен қатар, күйеден көпқабатты көміртекті нанотүтікшелер де табылды.

Мындаған ғалымдар мен инженерлер әлі күнге дейін фуллерендердің түзілу құпиясын ашуға тырысып, оны көп мөлшерде генерациялау тәсілдерін және аса таза түрде табуға ұмтылып, сонымен қоса, олардың қасиеттерін зерттеуде. 1.7-суретте көміртекті нанотүтікшелердің құрылуының сызбанұсқасы келтірілген.



1.7-сурет. Көміртекті нанотүтікшелердің симметриялы құрылымы бар

Нанотүтікшелер ұзындықтарына байланысты мыңнан миллионға дейінгі көміртегі атомдарынан тұрады. Өздерінің құрылымдарына байланысты олар мыс сияқты электр тоғын толықтай өткізетін және

кремний сияқты жартылай өткізетін де бола алады. Олар жылу-ды азмас сияқты өте жақсы өткізеді. Алмас көміртегі атомдарынан тұратындықтан химиктер олардың және басқа заттардың атомдарының арасында байланыс жасай алады. Осы қабілетінің арқасында фуллерендер мен нанотүтікшелерді биологиялық жүйелерде және композиттерде жаңа наномасштабты материал есебінде пайдалануға мүмкіндік бар. Теоретиктер нанотүтікшелерден әлемдегі ең мықты, болатпен салыстырғанда жүз есе берік және алты есе жеңіл талшықтар жасап шығаруға болатындығын есептеп шығарды. Көміртекті нанотүтікшелер және фуллерендер соңғы бірнеше онжылдықтағы материалтану саласындағы жасалған ең таңғажайып жаңалықтар болып саналады.

БОЛАШАҚ НАНОТЕХНОЛОГТАР

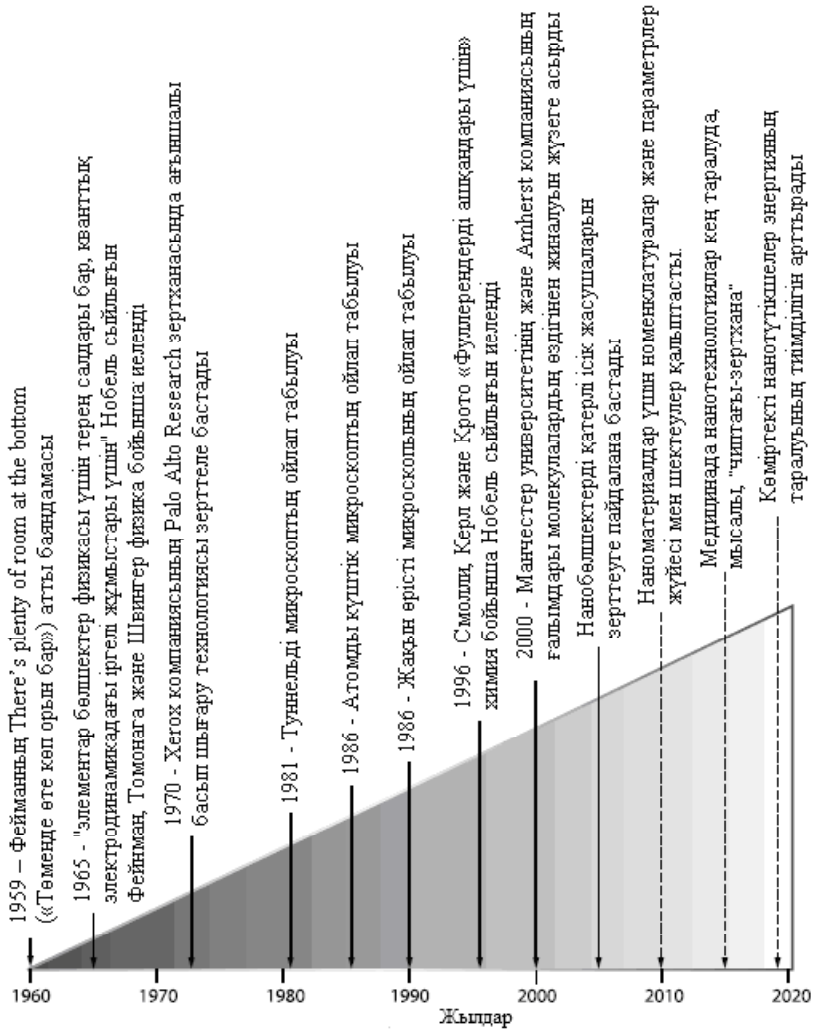
Студенттерді, магистранттар мен докторанттарды оқыту ғылымның биология, химия, физика, материалтану, информатика, электротехника және т.б. салаларын дамытуда орасан зор маңызға ие. Жаңа мамандар өнеркәсіптің керамикамен, полимерлермен, металдармен, катализаторлармен және сенсорлармен жұмыс жасау кезінде нанотехнологияларды пайдалануды талап ететін салаларында үлкен сұранысқа ие болады (бұл жөнінде 8-тарауда толығырақ айтылатын болады).

Бірнеше ғылыми пәндердің тоғысқан жеріндегі нанотехнологияларды толықтай игеру үшін студенттер мен докторанттарға ғылымның бірнеше салаларындағы дайындықтары қажет болады. Болашақта жасалатын жаңалықтар (мысалы, медицинада және нанокөміртерде) оқу кестесінде жаңа пәндердің пайда болып, үйреншікті пәндердің ығыстырылуы әбден мүмкін.

Алға!

Наноөлшемді әлем барлық салаларды қамтиды. 1.8-суретте нанотехнологиялар саласында болған оқиғалардың және зерттеулердің даму хроникасы көрсетілген.

Нано-оқиғалардың хронологиясы



1.8-сурет. Нанотехнологиялардың дамуы

Азырақ, тезірек, оңайлау және ақылдырақ – міне, адамзатқа пайдасын тигізетін жаңа нанотехнологияларды зерттей отырып, ғалымдар осыларға қол жеткізуге талпынады. Кешегі армандар бүгінгі күнде шындыққа айналууда. Нанотехнологтардың бүгінгі жетістіктерін біздің ата-бабаларымыздың қола дәуірінен темір дәуіріне өтуімен теңеуге болады. Келесі тарауларда бұл таңғажайып жетістіктер және технологиялармен толығырақ танысамыз. Дайын болыңыздар. Алға!

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. 1985 жылы көміртегінің жаңа түрі ашылды, ол қалай аталады?

- а) инертті газдар;
- ә) лантанидтер;
- б) сирек кездесетін элемент;
- в) фуллерен.

2. Наномасштабты сипаттайтын There's plenty of room at the bottom («Төменде өте көп орын бар») атты баяндаманы оқыған:

- а) Ричард Смоли;
- ә) Ричард Бэртон;
- б) Ричард Фейнман;
- в) Ричард Пэтти.

3. Нанотүтікшелер ненің қасиеттерімен салыстыратындай, металдық қасиеттерге ие?

- а) жез;
- ә) қорғасын;
- б) қалайы;
- в) мыс.

4. Кейбір фуллерендердің пішіндері:

- а) төс пішінді;
- ә) шұжық пішінді;
- б) кәді пішінді;
- в) сүңгі пішінді.

5. Протон массасы электрон массасынан:

- а) 800 есе үлкен;
- ә) 1200 есе үлкен;
- б) 1600 есе үлкен;
- в) 1800 есе үлкен.

6. Барлық тірі ағзалардың (масадан китке дейін) құрылымдары немен кодталған?

- а) Морзе кодымен;
- ә) радиотолқындармен;
- б) ДНҚ-да;
- в) МЭМЖ-де (микроэлектромеханикалық жүйеде).

7. Алмаста әрбір көміртегі атомы келесі көміртегі атомдарының мөлшерімен байланысты:

- а) 2;
- ә) 4;
- б) 6;
- в) 8;

8. Фуллеренге ұқсайтын, бірақ оның симметриясын иеленбейтін көміртегінің басқа түрі не деп аталады?

- а) аминокышқыл;
- ә) көмірсу;
- б) көпқабатты нанотүтікше;
- в) кара күйе;

9. 1996 жылы химия саласы бойынша Нобель сыйлығы қандай ашылу үшін берілді?

- а) кварц;
- ә) фуллерен;
- б) уран;
- в) поллоний;

10. Нанотүтікшелердің түзілуі үшін зерттеушілер нені қолданады?

- а) темірді;
- ә) уранды;
- б) калийді;
- в) бериллийді;

2-ТАРАУ

НАНОМАСШТАБ

Әрқашан көргенімізге сену қажет пе?

Олимпиада жеңімпаздары мүмкін емес нәтижелерге жетеді. Сиқыршылар мүмкін еместі мүмкін етеді. Кинематографистер сенбестік айла-әрекеттерді арнайы әсерлер арқылы көрсетеді. Көзімізге сенуге бола ма? Ғалымдар мен инженерлер тек қана бірнеше рет және мұқият тексерулер жүргізгеннен кейін ғана өз көздеріне сенеді. Егер оның қалай жүзеге асырылатынын түсінсе, барлығына (Планеталардың қозғалыстарынан жарғанаттың хромосомаларының өзгерісіне дейінгінің) сенуге болады.

Қазіргі таңда микроскоптық масштабпен шектеліп қана қоймай, технологиялар шапшаң дамуда. 30 жылдан астам бұрын микроскоптық тетіктердің жасалуы үлкен жетістік еді, ал қазір онымен ешкімді таңғалдыра алмайсың. Бұрында тек қана ойша елестететін көрінбейтін әлемдер, бүгінгі күнде динамикалық дәрежеде өсіп келе жатқан технологиялар мен жаңа дәуір құралдарымен қарқынды зерттеулердің пәніне айналып отыр.

Нанотехнологиялар - бұл қазіргі дәуір ғылымының «ұшқыр» аймағы болып отыр. XX ғасырдың екінші жартысындағы ғарыш зерттеулері мен ғаламтор секілді, наноәлем де бүгінгі күні мектеп оқушыларының, студенттердің және ғалымдардың ой-көңілін жаулап алған. Нанотехнология тіпті енді өз инвестицияларын жоспарлайтын қаржы мамандары үшін де маңызды рөл атқарады. Жаңа технологиялар әдетте, жаңа өнімдер мен кіріс алудың тәсілдерінің пайда болуын білдіреді. Сондықтан бүгінде инвесторлар мен саясаткерлер де нано әлемдегі жаңалықтарға қызығушылық танытады.

Микро- және нано-

Жуырда ғана микроскопиялық өлшемдер адамға танымал өлшемдердің ішіндегі ең кішісі болып есептелінген. Адамдар микрофондар мен микроскоптарды жасауды, микроағзалар мен микроүдерістерді зерттеуді үйренді. Жыл сайын мобильді телефондар мен микропроцессорлардың күші көбейіп, өлшемдері кішірейіп

барады. Бірақ заманауи микроэлектроника өзінің теориялық шегіне жетіп қалды. Қуат пен есептеудің жылдамдығының көбеюіне қол жеткізу үшін мүлдем жаңа технологияларға өту керек. Заманауи микропроцессорлар сондай кішкентай және қуатты болғандықтан, жұмыс барысында қатты қызып, жанып кетуі мүмкін. Бұл жағдайды қалай құтқаруға болады?

Жауап қарапайым: әлемді нанотехнология құтқарады! Наноғылым төтенше кішкентай әлемді, яғни атомдар мен молекулалар әлемін зерттеумен айналысады.

Нанометр (нм) – метрдің миллиардтан бірі, яғни 10^{-9} м.

Егер өлшемдерінің бірі 100 нм кіші бөлшек болса, онда ондай бөлшек нанобөлшек деп есептелінеді. «Нано» сөзі «миллардтан бір бөлігі» деген мағынаны білдіреді. 2.1-кестеде заттың әртүрлі өлшемдеріне бірнеше мысалдар салыстыру үшін келтірілген. Назар аударыңыздар: егер өзімізге, алтын наноқабық (6-тарауда толығымен сипатталатын нанобөлшек) бильярд шарының өлшеміндей деп елестетсек, онда адамның бойын әлемнің ең биік шыңы Эверестке (шамамен 8848 м) теңестіруімізге болады!

2.1-кесте. Кейбір нысандардың өлшемдері

Мысал	Өлшем бірлігі
Уран ядросы (диаметр)	10^{-13}
Су молекуласы	10^{-10}
ДНҚ молекуласы (ені)	10^{-9}
Протозоа (қарапайым бір жасушалы ағза)	10^{-5}
Жауын құрты	10^{-2}
Адам	2
Эверест (биіктік)	10^4
Жер (диаметр)	10^8
Күннен Плутонға дейінгі қашықтық	10^{13}

Атомдар саны 2-ден 25-ке дейін тұратын молекула радиусы әдетте, 1-ден 10 нм-ге дейінгі мөлшерде болады. Анықтама бойынша молекула бірнеше атомнан тұрады. H_2 - сутегінің молекуласы ең кіші молекула болып саналады. Көптеген биологиялық молекулалар, мысалы ДНК, әлдеқайда су молекуласынан көп, сондықтан әлдеқайда көп атомнан тұрады. Нанобөлшек 50-ден 200000-ға дейін атомдардан тұруы мүмкін, сондықтан оның өлшемдері бірнеше нанометрден жүздік нанометрге дейінгі аралықта өзгеріп отырады.

Бактерияның өлшемі 100 нм, ал қызыл қан түйіршігі 6000 нм. Қазіргі заманғы микросызбада элементтің ең аз өлшемі 130 нм шамасында.

Жаңа технологиялар мен айла-шарғы әдістері, атомдармен молекулалармен және нанобөлшектермен қоршаған нысанның құрылымын өзгерту немесе құруға – қатерлі ісік жасушалары мен нанокөмпьютерлерге мүмкіндік береді. Нанотехнология саласындағы жаңа ашылуларды енгізуден барлығы тек қана ұтады. Наноаспаптардың (наноөлшемдегі кішкентай қысқыштар, линзалар, магниттер мен электрлік сызбалар) күнделікті зертханалық аспаптардан (мысалы, сұйық өлшейтін ыдыс пен Бунзен жанарғысы) басты айырмашылығы – олардың өлшемдері мен масштабтары.

Әлемдегі ең үлкен нанотүтікшелердің моделі

Адам көзімен көре алатын ең кішкентай нысандардың мөлшері шамамен 10 000 нм (компьютердің аналық платасындағы жолдардың ені). Ешкім нанобөлшектер мен нанотүтікшелерді қарусыз көзбен, яғни электрондық микроскоптың көмегінсіз көре алмайды. Шын мәнінде, олардың мөлшері кішкентай болып келеді!

Сондай кішкентай нысандарды көзбен көріп елестету үшін, Райс университетінің 100 қызметкерлері мен студенттері ені 0,7 нм және ұзындығы 700 нм бірқабатты көміртекті нанотүтікшелерді үлкейтілген түрде туындатуды шешті.

Олар 2005 жылдың 22 сәуірінде 65 мың пластикалық құрылғыдан химиялық жиынтықтарды молекуланың құрылымын модельдеу үшін көміртекті нанотүтікшенің ең үлкен моделін жасады (2.1-сурет). Модельдің ұзындығы 1180 футқа (350 м аса) жетті яғни Хьюстондағы (АҚШ) ең үлкен көкті тіреген көпқабатты үйлердің биіктігінен де ұзын. Сондықтан нанотүтікшелердің моделдері

үшін жаңа әлемдік рекорд орнатылды және оны Гиннестің рекордтар кітабына енгізді. Егерде Райс университетінің қызметкерлері мен студенттері ұзындығы 5 см-ге тең нанотүтікшенің толық моделін құрғанда, онда ол 15000 мильге (24 мың км аса) дейін созылар еді.

Енді тек қана студенттер мен ғалымдар ғана емес, сондай-ақ басқаларда кішкене нысандардың соншалықты ірі, яғни ұзын бола алатындығына таң қалуда! Бұл моделдің бөліктерін Хьюстондағы музейдің тұрақты қойылымынан көруге болады.



2.1-сурет. Рекорд Гиннесс кітабына енгізілген ең ұзын нанотүтікшенің моделі

Өлшемнің маңызы бар

Грек тілінен аударғанда нано сөзі «қортық», ал ғылымда нано қосымшасы «миллиардтың бір бөлігі», яғни нанометр (нм) - бұл 10^{-9} м, ал наносекунд (нс) - 10^{-9} с. Бір наносекундтың ішінде жарық шамамен 1 фут арақашықтықты өтеді.

1795 жылы Франция Үкіметімен стандартты өлшем бірліктер

жүйесі ретінде қабылданған метрикалық жүйені 1670 жылы Габриэль Мутон (Gabriel Mouton) ұсынған. Метрикалық жүйе ондық жүйе болып табылады, яғни ондағы барлық өлшем бірліктер 10 көбейткішімен байланысты. Салыстыратын болсақ: 1 метр шамамен 40 дюймге, ал 1 килограмм – 2 фунтқа тең.

2.2-кестеде метрикалық жүйедегі өлшем бірліктердің атауында қолданылатын кейбір қосымшалар келтірілген.

2.2-кесте. Метрикалық жүйе қосымшалары

Қосымша	Көбейткіш	Көбейткіштің толық жазылуы	Атауы
Экса (exa)	10^{18}	1 000 000 000 000 000 000 000 000	Квинтиллион
Пега (peta)	10^{15}	1 000 000 000 000 000 000 000	Квадриллион
Тера (tera)	10^{12}	1 000 000 000 000 000 000	Триллион
Гига (giga)	10^9	1 000 000 000	Миллиард
Мега (mega)	10^6	1 000 000	Миллион
Кило (kilo)	10^3	1 000	Мың
	1	1	
Милли (milli)	10^{-3}	1/1 000	Мыңнан бір
Микро (micro)	10^{-6}	1/1 000 000	Миллионнан
Нано (nano)	10^{-9}	1/1 000 000 000	Миллиардтан
Пико (piko)	10^{-12}	1/1 000 000 000 000	Триллионнан
Фемто (femto)	10^{-15}	1/1 000 000 000 000 000	Квадриллионнан
Атто (atto)	10^{-18}	1/1 000 000 000 000 000 000	Квинтиллионнан

Нанобөлшектердің кішкентайлығы соншалықты, тіпті оларды көру мүмкін емес. Ғалымдардың оларды бақылап, олармен жұмыс істейтіні таңғаларлықтай.

Нанометр – метрдің миллиардтан бір бөлігі, ал адам шашының қалыңдығы орта есеппен 80 мың нм-ге тең.

Ғалымдар наномасштапта өлшемнің маңызы расында да бар екендігін анықтады! Сутегі атомының өлшемі – шамамен 0.1 нм, сондықтан бір нанометрге шамамен 10 атом сыяды. (Сутегі атомы – ең кішкентай атом екенін ескеріңіз.) Бірақ мұндай субатомды әлем өте кішкентай болғандықтан оны жай көзбен көру мүмкін емес.

Наномасштапта өлшемнің маңызы бар дейді ғалымдар, өйткені нанобөлшектердің қасиеттері одан ірі тұтас материалдардың қасиетінен өзгешеленеді. Бұл өзгешеліктің екі себебі бар.

Біріншіден, нанобөлшектердің меншікті ауданы, яғни бөлшектің бірлік көлеміне шаққандағы ауданы өте үлкен болады. Шынында да, бір уыс металл ұнтағының жалпы беттік ауданы, массасы соған тең тұтас металл кесегінің ауданынан көбірек болады. Қатты заттар арасындағы химиялық реакциялар олардың беттерінде жүретіндіктен, онда үлкен бет аса жоғары реакция жылдамдығын береді.

Екіншіден, бөлшектер кіші болған сайын, олардың магниттік, оптикалық және электрлік қасиеттерінің өзгерісі айқын көрінеді.

Нанобөлшектер – оларды тежейтін «жүктің» қатысынсыз, бір-бірімен өте тез реакцияға түсетіндіктен, «әрі бері қозғалып жүргенді» өте ұнатады. Өлшемдері сонымен қатар түсіне де әсер етеді. Өртүрлі өлшемді және түсті нанобөлшектердің көмегімен алуан түрлі түстерді алуға болады. Осы ерекшеліктердің барлығы нанобөлшектерді мүлдем жаңаша қолдануға мүмкіндік береді.

Нанобөлшектерді анықтау, зерттеу және басқаруға арналған құралдар болмағандықтан, оларды ертерек бақылау мүмкін болмады. Қазіргі ғалымдар өздерінен бұрынғы із ашар ғалымдарға қарағанда, әлдеқайда көбірек көруге қабілетті. Қазіргі таңда микроскоптар және басқа да жоғары үлкейткіш құралдардың көмегімен ең кішкентай объектілердің құрылымы мен қасиеттерін зерттеуге болады.

МИКРОӘЛЕМНІҢ АШЫЛУЫ

Осыдан бірнеше жүз жылдар бұрын адамдар, тышқандарды бидайдан пайда болады деп есептеген, өйткені тышқандарды ылғи бидайдың ішінен табуға болатын еді. Егер бидайды алып тастаса, тышқандар да жоғалып кеткен. 1665 жылға дейін тышқандардың пайда болуының (және де ірімшікте зеңнің пайда болуы, еттің шіруі) құпиясы шешілмей келді. Бірақ дәл сол жылы Роберт Гук (Robert Hooke) өзінің «Micrographia» атты кітабында микроағзалардың алғашқы суреттерін салып жариялаған. Вайт аралында тұрған діни қызметшінің ұлы Гук жас кезінде үй тапсырмаларынан гөрі механикалық аспаптарды салу

мен құрастыруға қызығушылық танытқан. Гук шын мәнінде, оқуды Оксфорд колледжінде бастаған. Ол биология мен математиканы зерттеуге көп уақыт бөліп, көптеген заттардың қалай жұмыс істейтінін түсінуге тырысқан. Одан әрі тереңірек зерттеулер үшін Гукке ең ұсақ бөлшектерді мұқият зерттеу қажет болды. Сондықтан, оның әрдайым ұлғайтқыш әйнекті пайдаланып жүріп, ал аздаған уақыт өткеннен кейін микроскопты ойлап табуы таңғаларлық емес еді. Гук микроскоптың көмегімен тұңғыш рет монастырьдегі монахтардың кішкентай бөлмелеріне сәйкестендіріп, өзі жасушалар деп атау берген, тығынның ішіндегі өте ұсақ бастықтарды көре алды.

Micrographia кітабының Observation XVIII тарауында Гук: «Мен тығын толығымен ара ұясы сияқты кеуектерден тұратынын көрдім, бірақ ол кеуектер ара ұясы сияқты ретті емес... бұл кеуектер немесе, жасушалар... шынында да маған бақылауға мүмкін болған алғашқы микроскопиялық кеуектер» деп жазған. Гук алғаш рет шіркейлердің, теңіз губкасының және жансыз заттардың ең ұсақ бөлшектерін бейнеледі.

Ғалым бірнеше мүлдем жаңа ғылыми құрал – саймандарды ойлап тапты, олар: барометр, қол сағаттарына арналған серіппелі балансир, әмбебап шарнир, телескоп – рефлектор.

Гук заңы бойынша серіппенің ұзаруы оған түсірілген күшке тура пропорционал болады.

Голландиялық сатушы және себетшінің ұлы Антони ван Левенгук (Antony van Leeuwenhoek) өнертапқыш талантына да ие болған еді. Ол линзаларды тегістеуді үйреніп және нысандарды 200 есе үлкейтетін микроскопты жасады. Осындай микроскоптың арқасында Левенгук шаштың және басқа да нысандардың құрылымын қарай алды; бірақ ол суретші дарынына ие болмаған, сондықтан өзінің тапқандарын кереметтей салып беру үшін ол суретші жалдаған. 1674 жылы Левенгук тұңғыш рет Spirogyra жасыл балдырларының құрылымын зерттеген.

Левенгуктің білім құмарлығы соншалықты, ол өзінің әйелі мен балаларының тісіндегі тіс жегісін зерттеуге тырысқан, бірақ бұл зерттеуден еш нәтиже шықпаған, өйткені отбасы тістерін таза ұстаған. Содан соң Левенгук «ешқашан тісін тазаламаған» екі қарт кісілердің тіс жегісін зерттеген. Сөйтіп Левенгук тірі бактерияларды микроскоппен қараған алғаш ғалым болды.

1683 жылы Лондондағы Корольдық ғылыми бірлестікке жазған хатында Левенгук бактерияларды «мен осыған дейін көргеннен шапшаң жүзе алатын өте ұсақ тірі ағзалардың үлкен жиынтығы»

деп сипаттаған. Левенгуктың биологиялық эксперименттері нақты жүргізілген, айқын сипатталған алғашқы ғылыми зерттеулердің бірі болып саналады.

Қазір ғалымдар Гук, Левенгук және басқа да микроәлемнің алғашқы зерттеушілерінен гөрі көп нәрсе бақылай алады. Зама-науи құралдар шын мәнінде, кішкентай ағзалар мен бөлшектердің құрылымы мен қасиеттерін зерттеуге мүмкіндік береді.

Масштабтар жөнінде толығырақ

Сонымен, еске түсірейік, нанометр – метрдің миллиардтан бір бөлігі, немесе 10^{-9} м. Өзінен мың (1000) есе үлкен тауға қарап тұрған кішкентай баланы елестетіңіз. Баланың аяғындағы құмырсқа да баладан шамамен мың есе кішкентай. Ал құмырсқа денесіндегі бактерия құмырсқадан мың есе кішкентай және баладан миллион (1 000 000) есе кішкентай. Ақырында баланың аяғында ұрланып келе жатқан құмырсқа денесіндегі бактерияның тамақтанатын қант молекулалары баладан шамамен миллиард (1000 000 000) есе кішкентай.

Көріп тұрғандарыңыздай, қант молекуласы мен бактерияның өлшемдері бір-бірінен 1000 есеге, бактерия мен құмырсқанікі – 1000 есеге, құмырсқа мен баланікі – 1000 есеге ерекшеленеді. Басқаша айтқанда, наноөлшемді молекула бізге үйреншікті өлшемдердің миллиардтан бір бөлігін құрайды ($1 / 1000\ 000\ 000$). Қазіргі ғалымдар осындай масштабтағы нысандар және үдерістермен жұмыс істеуді үйренді!

СТАНДАРТТАР

Бақылау мен өлшеулер ғылым мен техниканың басты компоненттері болып табылады. Ғалымдар зерттеу кезінде және адам қызметінің басқа да салаларында қабылданған өлшем бірліктер негізінде өлшеу жүргізеді. Секірумен айналысатын спортшылардың нәтижелері метр және сантиметрмен, ал тау шаңғышыларының нәтижелері секундтың оннан бір бөліктерімен есептеледі. Дәл өлшеу жүргізу үшін жалпыға бірдей қабылданған ұзындық, масса, уақыт, температура және т.б. стандарттары қолданылады. Онсыз әртүрлі

ғалымдардың әртүрлі зертханаларда жүргізген өлшеулерін бір-бірімен салыстыру өте қиын болар еді.

Мысалы, егер уақыт және қашықтық түсінігі дәл айқындалмаса ат шабысының нәтижелерін салыстыру мүмкін емес. Әрине, жылқының өлшемін ұзындық бірлігі ретінде санауға болар еді, бірақ жылқылардың ұзындығы әртүрлі болады және дәл баға беру үшін мұндай анықтама жеткіліксіз.

Ғылыми және инженерлік құралдар өте қатаң стандарттарға ие болу керек, және дәл өлшем бірліктері болу керек. Мысалы, ғылыми эксперимент кезінде химиялық реагенттердің құрамындағы қателік нәтиженің қате болуына, яғни мүлдем басқа өнім алынуына әкелуі мүмкін. Сол сияқты барлық тетіктің дұрыс жұмысын қамтамасыз ету үшін тетіктің тегершіктері өте дәл жасалуы тиіс.

Бақылаулар мен өлшеулер - бұл ғылым мен технологияның негізгі аспаптары. Зерттеулерде, өмірдің басқа салаларындағыдай, біз жалпыға қабылданған өлшемдерді пайдалана отырып, өлшеулер жүргіземіз. Бейсболда қоршау аяқ табанымен (фунтпен) өлшенеді. NASCAR сағатына 298 км жылдамдықпен қозғалды. Олимпиялық шаңғышы 3/100 секунд сайын найзағай сияқты талпына отырып, бірінші орынға ие болды. Салмақтың, биіктіктің, көлемнің, қысым мен температураның өлшем бірліктері, мысалы базисті эталон ретінде маңызды. Қандайд бір бақыланатын (контрольный) нүктесіз бір нәрсені өлшеу керемет болар еді. Бұған қарапайым мысал (ат) жарыстарында бар. Асыл тұқымды аттың Кентуккидегі ат жарысындағы жеңісін, егер «ұзындық» дегеніміз не екенін білмесек түсіну қиын болар еді. Жарыстарда бұл аттың денесінің ұзындығы шамамен 2 метр. Бұл жуық өлшем жарыстар үшін жеткілікті, себебі дәл өлшеулердің қажеттілігі жоқ. Алайда даулы жағдайларда бұл «ұзындық» жарамайды және сол кезде мәре сызығындағы фотосуреттерді пайдалана отырып жеңімпазды бекітеді.

Эксперимент – бұл мұқият өлшеніп, жазылатын бақылаулардың негізіндегі зерттелетін нысанның қасиеттерін өте қатаң қадағалап, тексеру.

Ғылыми зерттеулер өлшеулер мен салыстырулармен тікелей байланысты. Басқа ғалымдармен ұсынылған эксперимент немесе әдісті жасау үшін, дәл сондай өлшем бірліктерді қолдану керек. Нью-Йорктағы ғалым сұйықтық көлемін кесемен, ал Германиядағы

ғалым – миллилитрмен есептейтін болса, алынған нәтижелерді қалай салыстырамыз? Ол үшін жалпыға бірдей өлшем бірліктер жүйесін қолдану керек.

Халықаралық бірлік жүйесі (СИ)

1960 жылы өлшем мен салмақ бойынша өткен Негізгі конференцияда Халықаралық бірлік немесе СИ жүйесі қабылданды. 1965 жылы Ұлыбритания бұл жүйені нақты мойындады, ал бірақ ХІХ ғасырдың ортасынан бері бұл жүйені АҚШ пайдаланса да, нақты осы жүйені қабылдамаған аздаған елдер қатарында болды. Севрдегі (Франция) халықаралық өлшем мен салмақ бюросында арнайы масаны өлшейтін платиналық стандарт (эталон) бірлігі сақталған.

Осындай өлшем мен салмақтың біртұтас жүйесі ғалымдарға өз зерттеулерінің нәтижелерін өте үлкен сеніммен салыстыруға мүмкіндік береді. Қазіргі уақытта ұқсас стандарттарды нанотехнология саласында қолдану қажет. Метрлік бірлік жүйесі өлшемі қолданылып жатыр, бірақ ғалымдар нанотехнологияны өндіріс пен тұрмыста қолдану үшін табиғатта шекті рұқсат етілген наноөлшемді объектілердің таралу деңгейін ескере отырып қауіпсіз болатын стандарттар жасау мақсаты тұр.

НОМЕНКЛАТУРА

Ғылым әлемінде объектілер мен үдерістерді атаудың (немесе номенклатура) бірыңғай жүйесі қабылданған. Мысалы, химияда спецификалық химиялық қосылыстарды сипаттау үшін химиялық номенклатура қолданылады.

Химиялық номенклатура – химиялық заттарға иемделінетін атаулардың стандартталған жүйесі.

Химиялық элементтер үшін ертеден оларды латын символдары негізінде қысқартып жазу қолданылады. Әйтпесе, бір зат құрамындағы элементтердің толық атауы үшін көп қағаз керек болар еді, оларды атауға көп уақыт кетер еді. Мысалы, белгілі инсектицид ДДТ формуласы $C_{14}H_9Cl_5$, толық атауы «дихлордифенилтрихлорме-

тан» Басқа мысалдармен химиялық элементтерді атап көрсеткенде, біз 1.2-кестеден олармен танысып алуға мүмкіндігіміз бар еді.

Химиялық заттарды қысқартып жазу әсіресе, химиялық реакцияларды жазғанда өте ыңғайлы. Бұл кезде химиялық элемент белгіленеді:

- бір символмен, мысалы С көміртегін білдіреді; (латынша, carbon), ал К - калий (латынша, kalium);
- екі символмен, мысалы Ag – күміс (латынша, argentum), Cu - мыс (латынша, cuprum).
- үш символмен, мысалы жақында ашылған элементтер Uuq - унуквадий (латынша, ununquadium) және Uuo – унуоктий (латынша, ununoctium)

Бірінші символ бас әріппен, ал қалғандары – кішкентай әріптермен жазылатындығына назар аударыңыздар!

Элементтердің периодтық кестесі

1864 жылы неміс химигі Логар Мейер (Lothar Meyer) Die Modernen Theorien der Chemie (химияның қазіргі замандағы теориялары) деген кітабын жариялады. Ол кітапта ол химиялық элементті атомдық салмақтары және физикалық, химиялық қасиеттерінің сәйкестігіне қарап алты отбасына бөлді. Көптеген элементтер бұл реттілік сияқты орнына барды. Мейер бұл жерлерде әлі анықталмаған элементтер болуы керек деп болжады. Ол тұңғыш рет бір элемент атомдарының басқа элемент атомдарымен байланысын сипаттау үшін валенттілік деген ұғымды қолданды.

1870 жылы Мейер 57 элементтен құралған Периодтық кестенің жаңа нұсқасын ұсынды. Онда элементтердің балку температуралары және атомарлық көлемі сияқты қасиеттердің негізінде, Мейер элементтерді жеке топтар бойынша реттеуді ұсынды.

Ғалымдардың қызуғышылығы олардың дәрігердің отбасында дүниеге келіп, бала кезінен ғылыми және медициналық пікірталастарға түсіп үйренуімен түсіндіріледі. Мейер медициналық білімді Швецариядан алды, одан кейін оның тыныс алу физиологиясына қызуғышылығы артып, көп ұзамай ол химиялық зерттеуге келді. Ол оттегінің қанда гемоглобинмен байланысын ең алғаш білген ғалым. Адам денесінде элементтердің көптігі және олардың күрделі байланысын Мейерді толғандырды. Өте күрделі биохимиялық

үдерістер мен жүйелерді түсіну үшін оны жеке элементтер ретінде бөліп қарау қажет болды. 2.3-кестеде бірнеше кең таралған элементтер мен олардың ағзадағы қызметі көрсетілген.

2.3-кесте. Адам денесіндегі химиялық элементтер

Элемент	Сүйек, тістер, ағзадағы сұйықтықтар
Кальций	Сүйектер, тістер
Фосфор	Сүйек, сүйек іші сұйықтықтар
Магний	Ішкі жасушалық сұйықтықтар, жүйке импульстерінің тасымалы
Натрий	Жасуша іші сұйықтықтары, жүйке лүпілдерінің тасымалы
Хлор	Жасауша маңайындағы және асқазан сұйықтығындағы тұздар
Калий	Жасуша іші сұйықтықтары, жүйке лүпілдерінің тасымалы
Күкірт	Аминқышқылдары, ақуыздар
Темір	Қан гемоглобині, бұлшық еттер

2006 жылы элементтердің Периодтық кестесінде 118 элемент болды. 92 элемент уранға дейінгі барлық элементтер табиғатта кездеседі, ал трансурандық элементтерді ядролық реакциялар барысында синтездеуге болады.

Элементтердің периодтық кестесінің (2.2-сурет) сыртқы келбетін Мейердің нұсқасымен салыстыра отырып, химиялық ашылулардың 150 жылдық тарихын байқауға болады.

Номенклатураның наноматериалдарды идентификациялау мен анықтауда маңызы өте зор. Наноматериалдардың номенклатурасында химиялық құрамы бірдей, бірақ әртүрлі пішінде болатын наноматериалдар: мысалы, графит, алмас, фуллерен, нанотүтікше, карбин ескерілуі керек. Наноматериалдардың номенклатурасы үшін тағы бір қиындық химиялық құрамы және пішіні бірдей, бірақ өлшемі мен қасиеті әртүрлі болатын наноматериалдарды ажырату қажет болғанда туындайды, мысалы, кванттық нүктелер (quantum dots). Кванттық нүктелер аса толығырақ 8-тарауда қарастырылған.

	IA																O													
1	1	2																	17	18										
	H	He																												
2	3	4																	5	6	7	8	9	10						
	Li	Be																	B	C	N	O	F	Ne						
3	11	12											IIIB		IVB	VB	VIB		VIB	VII		IIB		IIIB	13	14	15	16	17	18
	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar												
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36												
	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr												
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54												
	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe												
6	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72												
	Cs	Ba	*La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn												
7	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104												
	Fr	Ra	+Ac	Rf	Ha	Sg	Ns	Hs	Mt	110	111	112	113																	

*Лантаноидтар	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
+Актиноидтар	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

2.2-сурет. Элементтердің периодтық кестесі

Биологиялық номенклатура

Биологияда әртүрлі тұқымдас пен түрлерді атауда зоологиялық номенклатура қолданылады. Халықаралық зоологиялық номенклатура кодексі (International Code of Zoological Nomenclature-ICZN) - бұл жалпылама танылған жануарлардың ғылыми атауларының халықаралық ережелер жинағы. Химиядағы сияқты биологияда да бүкіл биологқа таныс әрі түсінікті түрде атауларды қолданғанда қатаң стандарттар сақталады.

ICZN кодына сәйкес, бүкіл ағзалар топтар мен топшаларға бөлінген, мысалы, омыртқалылар мен омыртқасыздар. Ағза өзінің соңғы атауын классификацияда соңғы нүктеге жеткенде алады, мысалы, *Homo sapiens* - бұл қазіргі замандағы адамның атауы. ICZN-нің толық классификациясы түрлер арасындағы ұсақ айырмашылықты сипаттайтын жүздеген тармақтардан құралған.

Нанотехнология номенклатурасы

Жаңа наноматериалдар пайда болған сайын номенклатура мағынасы кеңеюде. Енді C_{60} , C_{70} , C_{80} нанотүтікшелер кванттық нүктелер, алтын наноқабықшалар және т.б барлық объектілер биология мен материалтану салаларында алдыңғы зерттеулер сызықтарында

орналасады. Жалпы түрде қабылданған номенклатура мен терминология жаңа материалдар мен концепцияларды қолдануды және түсінуді қарапайым қылады.

Райс университетінің биологиядағы нанотехнологияларды зерттеу және қоршаған ортаны қорғау орталығының профессоры Вики Колвин (Vicki Colvin) барлық салалар үшін стандартты номенклатура мен терминология құрауда жұмыс істейді. 2005 жылы Калифорния штатында, Сан-Диего қаласында Америкалық химиктер қоғамының 229 ұлттық конференциясында ол өз ойын бірінші рет айтты. Дәл осындай болашақ жетістіктерді алдын ала көру пән аралық ғылыми зерттеулерді қысқарта алады.

Колвин 1990 жылдан 2005 жылға дейінгі нанотехнологиялар бойынша мақалалардың саны, берілген тематиканың өспелі маңыздылығын сипаттайтындай 20 мыңға дейін өскендігін айтқан. Нанобөлшек пішіні мен қолданылуына байланысты әртүрлі пішінде болады. Колвин полимерлер үшін қабылданған атаулар жүйесін пайдалануды ұсынды. Мысалы, нанобөлшектердің әртүрлі беттік химиялық сипаттамаларын оларға ат беру үшін бастапқы критерий есебінде қолдануға болады.

Қорытындыларды әлеуетті қауіпті дұрыс талқыламаудан құтылу үшін, қауіпті бағалау үшін қатал және толық атаулар жүйесі талап етіледі. Сәйкесінше, мүмкін болатын ластанудан ауа, су, топырақты қоршаған ортаны қорғау үшін қатаң терминология және нанотехнология мен нанобөлшектерді қауіпсіз қолданудың нақты тұжырымдалған стандарттары талап етіледі.

Наноәлем материалды әлемнің ең негізінде орналасқандықтан (атомдар мен молекулалар деңгейінде), ол ғылыми зерттеулердің барлық саласын қамтиды. Бұл наноғылым мен нанотехнологияның маңызды аспектісі – олардың біздің айналамызды ғажайып кейіпте безендіріп жүруі болып табылады! Адамзат шығармашылығының әр саласы қалай болса да олардың әсерін сезетін болады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Левенгук қандай микроағзаларды тапты?
 - а) жұлынның қабынуымен ауыратындарда;
 - ә) пупкаларда;
 - б) безгекпен ауыратындарда;

в) тіс шабылуы.

2. Нанобөлшектің маңызды қасиеттерінің бірі болып табылады:

- а) өте күшті иіс;
- ә) қышқылдығының жоғарылығы;
- б) үлкен беттік аудан;
- в) үлкен бағаға ие болуы.

3. Бүгінде жоғары деңгейдегі микроскоп көмегімен ғалымдар нені көре алады?

- а) бұрынғы ғалымдардан әлдеқайда төмен;
- ә) бұрынғы ғалымдардан әлдеқайда жоғары;
- б) бұрынғы ғалымдар сияқты;
- в) мүлдем ештеңе көрмейді.

4. Серіппенің созылуына тура пропорционал болатын күш:

- а) Джоэл заңы;
- ә) Гук заңы;
- б) Дуглас заңы;
- в) Крук заңы.

5. $C_{14}H_9Cl_5$ қысқартылып жазылуы білдіреді:

- а) MTV;
- ә) АДД;
- б) ДДТ;
- в) СТМ.

6. Биологияда ағзаларды атау үшін не қолданылады:

- а) периодтық кесте;
- ә) халықаралық бірлік жүйесі;
- б) изотоптар диаграммасы;
- в) халықаралық зоологиялық номенклатура кодексі.

7. Наноаспаптардың кәдімгі зертханалық құралдардан негізгі ерекшелігі:

- а) өлшем мен масштаб;
- ә) иіс пен дыбыс;
- б) құлаш және құлаштап, екпіндеп;
- в) кату мен еру.

8. Үлгі қасиетін дәлдік өлшегіштермен мұқият жазбалар арқылы қасиетін бақылап тексеру қалай аталады?

- а) эксперимент;
- ә) зертхана;
- б) құрастырушы жоба;
- в) гипотеза.

9. Номенклатура неге тең?

- а) метрдің квинтиллион бөлігіне;
- ә) метрдің миллионнан бір бөлігіне;
- б) метрдің миллиардтан бір бөлігіне;
- в) метрдің триллионнан бір бөлігіне.

10. Наноаспаптардың қандай түрін инженерлер мен ғалымдар қолданады?

- а) кішкентай мен гайкалық кілттерді;
- ә) ғаламдық позиционерлеу жүйесін;
- б) компастар және күннің орналасу жағдайын;
- в) оптикалық магнитті және электрлік құралдарды және сызбаларды.

3-ТАРАУ

НАНОӘЛЕМДЕ ҚАНДАЙ ЕРЕКШЕЛІК БАР?

Неліктен нанотехнология осындай қызығушылық туғызуда? Жауап қарапайым: өте кішкентай топтағы атомдар үлкен топтардағы атомдарға қарағанда өздерін басқаша ұстайды. Жеке түрде заттың базалық блоктары (атомдар) қоршаған ортаға айтарлықтай әсерін тигізбейді, бірақ үлкен топтарда олар өз қасиеттері мен функцияларын білдіруге қабілетті.

Қазіргі кездегі ғалымдар тіпті, жеке атомдардың қасиетін қарастыра алады. Мысалы, наноденгейде олар кванттық қасиеттерді зерттейді (толығырақ бұл тақырып 10-тарауда сипатталады). Сонымен қатар, атом қоршаған ортаға әсер етпейді деп айтуға болмайды, дегенмен бұл орта адам өлшемімен салыстырғанда елеместей аз.

***Квант** - бұл физикалық шаманың кішкентай бөлінбейтін мөлшері; мысалы, электромагниттік сәулелену (энергия).*

1959 жылы Ричард Фейнманның (Richard Feynman) *There's Plenty of Room at the Bottom* («Төменде өте көп орын бар») атты дәрісін баяндағаны жөнінде 1-тарауда айтылып кеткендей, онда ол: «Біздерге белгілі физиканың принциптері, «атом соңындағы атом» объектілерін жасауға тыйым салмайды. Атомдарды басқару шындыққа ұласарлықтай және табиғаттың ешқандай заңдарын бұзбайды. Оны жүзеге асырудың практикалық қиындықтары біздің өзіміздің өте ірі және алып объектілер болып табылатындығымызға негізделген, соның салдарынан мұндай басқаруларды жүзеге асыру біз үшін өте қиын», - деп атап кеткен болатын.

Өлшем нанотехнология жетістігін анықтаушы фактор болып табылады.

Бұл ұғымды дұрыс түсіну үшін, өзіңізді 70 000 көрермендермен толған футбол стадионының ортасында шамамен 46 метр қашықтықта отырмын деп көз алдыңызға елестетіңіз. Сіз жалғызсыз. Егер сіз не күштерің бар ма деп айкайласаңыз, сізді ең жоғары қатарда отырған көрермендер естір ме еді? Егер сіз стадион ішінде жүгіре бастасаңыз, сіздің денеңіздегі жоғары температура қоршаған ортаға қаншалықты

әсер етер еді? Ал егер аяғыңызбен тарсылдата бастасаңыз, сізді ең жоғарғы қатардағы көрермендер естір ме еді? Әрине, жоқ. Мұндай өте үлкен аудиторияда жалғыз адамның айқайы, температурасы, аяқ тарсылдары назар аударарлықтай әсер етпейді.

Ал, енді алаңның ортасында ерлікпен айқайлап және өз командасын қолдап тұрған бірнеше мың сіздің жақтастарыңызды елестетіңіз. Олар қалған көрермендерге әсер ете ме? Әрине! Бағытталған айқайлар, алақан шапалақтары мен аяқтар тарсылын барлығы естиді. Сонымен қатар, көрермендердің мұндай көп саны үшін ауаны кондиционирлеу жүйесін қосу, көптеген тағамдар бар лотоктарды орнату және көптеп әжетхана ашу талап етіледі. Жалғыз адамға қарағанда мыңдаған көрермендердің қоршаған ортаға әсері назар аударарлықтай көп.

Наноәлемде бөлшектер бір-біріне жақын немесе алыс орналасуы мүмкін, бірақ олардың ерекше қасиеттерін олардың өлшемдерінен тәуелді болатындықтарының арқасында тіркеуге болады. 2-тарауда айтылып кеткендей, мөлшер наноматериалдардың әртүрлі қасиеттеріне: түсіне, бет ауданына, өткізгіштігі мен беріктігіне әсер етеді. Нанобөлшектердің массалары елеместей аз болғандықтан, олардың орналасуына гравитация мен Ньютон заңдары айтарлықтай әсер етпейді.

Фейнман «төменде өте көп орын бар» дегенде, ол наноәлем жаңа ашылулар үшін зерттеушілерге үлкен мүмкіндіктер ұсынатындығын айтқысы келген болатын. Наноәлем үлкен кеңістіктермен бөлінген, көптеген кішкентай атомдар мен молекулалардан тұрады. Алайда, оқшауланған атомдар немесе олардың компоненттері - субатомдық бөлшектерді табу жер бетіндегі жағдайларда өте қиын. Химиялық элементтердің көптеген атомдары (инертті газдан басқасы) байланысқан күйде болады: не молекулаларда, не болмаса, өзіне ұқсас атомдармен немесе басқа элементтердің атомдарымен қосылыстарында болады.

Атомдар барлық жерде болады және барлық қоршаған объектілермен әрекеттеседі. Біз оларды жеп, олармен тыныс алып және оларды киіп жүрміз. Барлығы, яғни, бізді қоршап тұрғанның абсолютті түрде бәрі атомдардан немесе субатомдық бөлшектерден тұрады.

Көміртегінің түрлері

Алдағы тарауларда сіздер көміртегі атомының түзе алатын әртүрлі құрылымдары жөнінде, олардың арасында пайда болатын

байланыстар туралы және олардың қаншалықты күшті болатындығы туралы білдіңіздер. Неге көміртегі ғалымдардың назарын осыншалық аударатындығын түсініп көрелік.

Көміртегі - Ғаламдағы таралуы бойынша алтыншы тұрған химиялық элемент. Ол өте ертеден танымал. Көміртегі атмосферада бар және суда ериді. Көміртегі тау жыныстарында бірнеше қосылыстар: кальций карбонатын (известняк), магний карбонатын (көмірқышқылды магний) және темір карбонатын түзеді. Көптеген ғасырлар бойы көмірді тас көмір түрінде өндірген және оны отын ретінде қолданған. Көміртегінің басқа элементтермен 10 млн-ға жуық қосылысы бар (біз білетін), соның жүзге жуығы химиялық және биологиялық үдерістерде маңызды рөл атқарады.

Көміртегі шынайы жағдайларда: графит, алмас және аморфты көміртегі сияқты үш аллотропиялық пішінде бола алады (фуллерендер мен көміртекті нанотүтікшелер арнайы зертханалық жағдайларда алынды және олар шынайы ортада түзілмейді). Аморфты көміртегі (мысалы, күйе мен белсенді көмір) - олардың толық жанып кетуі үшін, оттегі жеткіліксіз түрде берілгенде көміртеқұрамды материалдар жанып болғаннан кейін түзіледі. Қара күйе бояу, сия, рэзінке өнімдерін дайындау үшін, сонымен қатар, құрғақ отындық батареялар үшін тығыздалған түрде қолданылады.

Графит ең жұмсақ материалдардың бірі ретінде танымал және майлайтын (смазка) зат ретінде қолданылады. Ол шынайы түрде бар болғанымен, коммерциялық графит мұнай коксы негізінде (мұнай шикізатын тазалағаннан кейін қалатын, қара шайыр тұнбасы) оттегісіз пеште өндіріледі. Шынайы жағдайларда графит екі түрде болады, олардың физикалық қасиеттері бірдей, ал кристалдық құрылымдары әртүрлі: α – графит (гексагональді) және β – графит (ромбоэдролық). Графит (нақтылай айтқанда, кокс) қатты майлағыш материалдарда қолданылуымен қатар, практикада металлургия өнеркәсібінде қолданылады. Коксті жұмсақ көмірді ауасыз пеште қыздыру арқылы алады.

1-тарауда айтып кеткеніміздей, алмас табиғаттағы ең қатты заттардың бірі болып табылады. Шынайы алмастар зергерлік салада қолданылады, ал өндіріс үшін олар жасанды жолмен жасалады. Өндірістік алмастар жоғары температурада және жоғары қысымда бірнеше күндер немесе апталар бойы өндіріледі. Мұндай синтетикалық алмастар кескіш немесе тегістегіш материалдарды жасау үшін қолданылады.

Фуллерендер ашылғаннан кейін, ғалымдар көміртегі сол күйінде

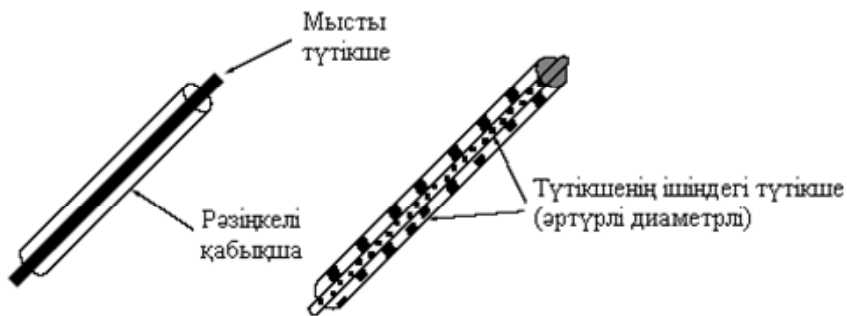
қала тұра, сондай көп әртүрлі құрылымдық модификацияларды қалайша қабылдай алатындығына қызығушылық білдірді. 60 немесе 70 атомдармен бірге байланысқан (C_{60} немесе C_{70}) футбол добы тәрізді молекулалардың байқалуы расында да ғажайып ашылу болды. Әрі қарай зерттеулердің берілген құбылыстың табиғатына қатысты жауаптар алуға мүмкіндік берді. Көміртегінің жаңа модификацияларының күтпеген физикалық қасиеттері (және кристалдық құрылымдары) бар болып шықты. Олар үлкен қысымға төзімді, сонымен қатар жоғары температуралар кезінде магниттік және асқын өткізгіштік қабілетке ие. Мұндай әмбебаптық оның жақын туыстары алмас бен графитке тән емес.

Бірқабатты көміртекті нанотүтікшелер

Галилейдің уақытынан бері қабілетті ғалымдардың қолдарындағы дәл, тура өлшейтін аспаптар мен құрал-жабдықтар көптеген жаңа ашылулардың көзіне айналған. Нанотехнологиялар мықтырақ және тура, дәл өлшейтін аспаптардың да ашылуына септігін тигізді.

Ричард Смолли фуллерендерді ашқан және өзінің алдыңғы көзқарастарын теріске шығаратын аспаты ойлап тапты. Содан бері ғалымдар фуллерендерді зерттеуде айтарлықтай жетістіктерге жетті, бірақ бірқабатты көміртекті нанотүтікшелерді зерттеу (БҚНТ) қазіргі ғылымның болашағы зор саласы болып есептеледі. Көптеген ғалымдар көміртекті нанотүтікшелердің мүмкіншіліктері фуллерендердің әлеуетінен асып түседі деп санайды. Ғалымдар олардың химиялық қасиеттерін түсінуге және болжауға мүмкіндік бертін, БҚНТ-гі көміртегі атомдарының арасындағы байланыстардың сипаттамаларын зерттейді.

Смолли тобы ерекше ұзын және симметриялық БҚНТ-ді синтездеуге қол жеткізді. Смолли энергия таратудың қазіргі тәсілдерін жетілдіру үшін БҚНТ-дің шексіз әлеуетке ие екендігіне сенді. Ол нанотүтікшелердің металды сымға қарағанда, әлдеқайда аз массасы бола тұрып мықты, үзілмейтініне және электр тоғын өте жақсы өткізетініне көз жеткізді. Өлшемдерін дәл жуықтау арқылы «түтікшенің ішіндегі түтікше» конфигурациясын жасауға, яғни өткізгіш түтікшені оқшаулаушы нанотүтікшенің ішіне орналастыруға болады. Борпылдақ материалдарға қарағанда, қасиеттері химиялық байланыспаған, бірақ физикалық геометриясымен байланысқан. 3.1-суретте БҚНТ және мысты сымның негізінде осындай конфигурацияның мысалдары көрсетілген.



3.1 - сурет. Оқшауланған мысты сымдар (сол жағында) негізіндегі қарапайым технологиямен салыстырғанда электр тоғын аса тиімді тарату үшін концентрлі нанотүтікшелер (оң жағында) негіз бола алады.

Наноөзектер

Наноөзектер кремнийден, металдардан (мысалы, титан, цинк, қалайы), сонымен қатар, басқа жартылай өткізгіш және оқшаулағыш материалдардан жасалады. Материалдарына байланысты наноөзектер әртүрлі оптикалық, электрондық, механикалық қасиеттерге ие бола алады. Олар электрондық және оптикалық компоненттерді, дисплейлерді, полимерлі композиттерді, сенсорларды және актуаторларды жасау үшін өндірістің әртүрлі салаларында қолданылады.

Әдетте, наноөзектерді булану мен конденсация немесе сұйық химия әдісі арқылы жасайды. Оларды электрофоретикалық отырғызу (гель арқылы электр тоғын өткізу) немесе жоғары температуралы кристалдану көмегімен гель бар табақша бетінде өсіруге болады.

Наноөзектерді жасау үдерісінде үлкен химиялық белсенді ауданмен оларды аса ірі құрылымдарға реттеп орналастыруға болады.

Түс

Көміртегі қалайша көміртегі болмайды? Немесе алтын қалайша алтын болмайды? Қалайша, бір ғана көміртегі элементі осыншама әртүрлі қасиет көрсете алады?

Барлық мәселе өлшемде. Мысалы, алтыннан жасалған қарапайым неке жүзігі сары түсті болып келеді, бірақ, егер оның өлшемін наноденгейге дейін кішірейтсек (10 нм-ден 100 нм-ге дейін), ол

қызыл түске айналады. Сақиналардың әртүрлі оптикалық қасиеттері әртүрлі өлшемдерімен түсіндіріледі. Әрине, макроскопиялық әлемде бұл айла жүзеге аспайды, себебі түстер арасындағы айырмашылық тек наномасштапта ғана байқалады.

Нанобөлшектер үшін түс физикалық сипаттама болып табылады және мұндай нанобөлшектері бар материалдар әртүрлі түрде болуы мүмкін.

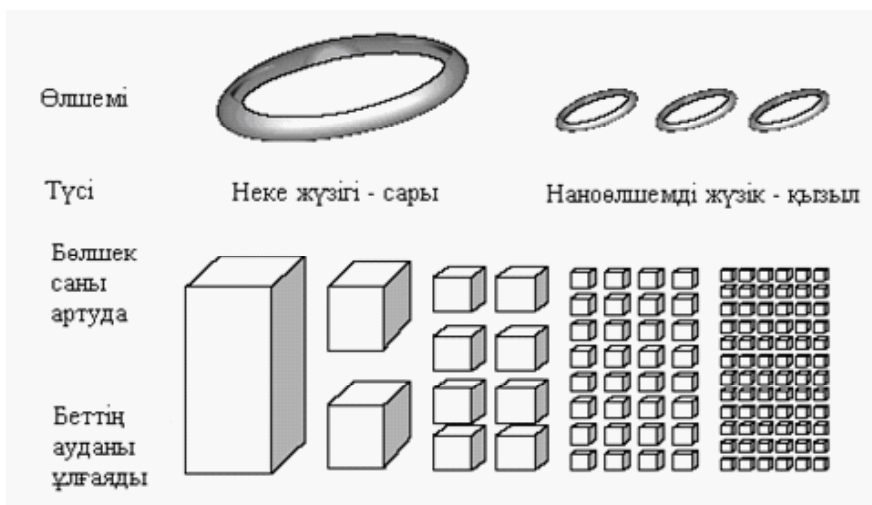
Орта ғасырдағы әйнекшілер әйнектерді бояудың жаңа тәсілдерін табуға тырысты. Олар шаршамай алтынмен көптеген эксперименттер жасай отырып, өлшемдеріне байланысты өз түстерін өзгертіп отыратын, кішкентай бөлшектерді алды: жасыл, сарғылт, қызыл және ашық қызыл түстер. Сол уақыттың көптеген шіркеулерінің терезелері осындай бөлшектерді әйнекке араластыру нәтижесінде алынған болатын. Тіпті кейбір байырғы қыштан жасалған бұйымдардағы әшекейлердің үлгілері түстері өлшемдерінен тәуелді болатын кішкентай бөлшектерден тұрады. Байырғы шеберлер керемет алуан түсті туындылар жасаған, бірақ олар түстің өзгеру механизмін түсінбеген.

Беттік аудан

Нанобөлшектер туралы ойлай отырып, олардың санының көптігін ұмытпау керек (біз тіпті, түйреуіштің басындай көлемде де миллиарттаған нанобөлшектермен кездесеміз). Көз алдыңызға елестетіңізші: біз метал кубын қалыңдығы нанометрге дейін көптеген майда бөлшектерге кесеміз. Егер енді оларды қайта қосатын болсақ, сол алғашқы қалыптағы кубты аламыз.

Бірақ, затты осылай майдалаудан не ұтамыз? Жауап қарапайым: майдалау нәтижесінде 10^{15} нанометрлік бөліктер алыну мүмкіндігіне байланысты, химиялық белсенді бет кең түрде ұлғаяды. Бастапқы куб оның жақтарының аудандарының қосындысына тең бет ауданына ие. Кубтарді майда бөліктерге бөлген сайын жақтарының саны көбейеді де, ал ауданның көлемге қатынасының өскендігі байқалады. 3.2-суретте осындай бөлшектеудің сызбанұсқасы келтірілген.

Диаметрі 1 метр шар тұтас материалдан жасалынған деп елестетіңіз, онда оның бетінің ауданы 3м^2 -тан сәл көп болады. Енді оны 10^{15} бөлікке кессек, оның бетінің ауданы жуық шамамен 10 мың футбол алаңының ауданына тең болады.



3.2-сурет. Неке жүзігінің өлшемін наноөлшемге дейін кішірейту оның түсінің өзгеруіне әкеледі (сол жақта), ал метал кесегінің нанобөлшектерге бөлінуі оның химиялық белсенді бетінің қатты ұлғаюына әкеледі

Көріп тұрғаныңыздай, масштаб нанотехнологияда үлкен рөл атқарады. 10-нан 100 ангстремге дейінгі ұзындықтағы кесіндіге 100-ден 1000-ға жуық бөлшектер сыяды. Өте аз масштабқа ауысу, беттің ауданының әсерін ұлғайтады. 3.1-кестеде кейбір наноөлшемді нысандардың салыстырмалы өлшемдері келтірілген.

Нысанның ауданының күрт өсуі басқа да әсерлермен байланысты. Жуырда ақпарат құралдары гамбургерлердің дұрыс дайындалуына үлкен мән берген. Гамбургерлер үшін ет жұқа қабаттарға кесіледі және қандайда бір сәтте барлық кесілген бөліктер бетінің жалпы ауданы бастапқы тұтас ет бетінің ауданына карағанда үлкен. Тағамды дұрыс жасамаған немесе сақтау технологиясы дұрыс болмаған жағдайда қауіпті бактериялар (мысалы, ботулизм тудыратын, споро түзетін *Clostridium botulinum* таяқшалары) көптеген мөлшері кесілген етке оңай түсуі мүмкін (себебі, ауданы лезде өседі) және жаппай улануға әкеледі.

3.1-кесте. Кейбір наноматериалдардың өлшемдері

Өлшем	Наноматериал
Барлық үш өлшем < 100 нм	Нанобөлшектер, кванттық нүктелер, наноқабықшалар, микрокапсулалар, бос денелі наносфералар
Екі өлшем < 100 нм	Біріқатпарлы көміртекті нанотүтікшелер, талшықтар, наносымдар
Бір өлшем < 100 нм	Антикоррозиялық, антиадгезиялық жамылғылар нано пленкалар, вирустар

Наноматериалдарды пайдалана отырып, ғалымдар катализаторлар мен детекторлардың сезімталдығын жоғарылату үшін, химиялық белсенді ауданды ұлғайтудан ұқсас эффект алуға тырысады.

Кванттық механика

Континуальдық механика – үзіліссіз физикалық шамалармен тұрмыс жағдайларындағы үйреншікті Ньютон және гравитациялық тартылыс заңдарымен байланысты. Алайда, наноөлемде басқа заңдар, яғни, дискретті шамалар мен үдерістерді сипаттайтын, кванттық механиканың «ақылға қонбайтын» заңдары жетілген.

Кванттық механика – наномасштапта заттардың кванттық қозғалыс заңдары мен қасиеттерін сипаттайтын теориялық физиканың бір бөлімі. Көптеген нанобөлшектер мен наноқұрылымдардың тәртібі мен қасиеттері кванттық механика заңдарымен сипатталады.

Ғалымдар наноөлемнің көптеген құбылыстары макроөлемде жүзеге аспайтындығын байқаған. Осыған байланысты нанотехнология елестетуді қамтиды. Наноөлемді зерттеу жаңа таңғаларлық ашылуларға әкелуі мүмкін.

Міне, биология физикасынан қарапайым мысал. 1990 жылдың ортасында зерттеушілер диаметрі 20-30 нм кварц шарын (кәдімгі

топыраққа ұқсас заттар) алып, оны одан да майда алтын шарлармен қаптады. Шоколадтың ерітіндісімен құйылған, домалақ печенье тәрізді, алынған құрылымды, «наноқабықша» деп атады (толығырақ ол жөнінде 10-тарауда Райс университетінің профессоры Наоми Халас сипаттаған).

Ядро диаметрі мен алтын жамылғының қалыңдығын өзгерте отырып, ғалымдар қызыл, ақшыл қызыл, жасыл бола алатын шағылған сәулемен өлшемдердің байланысын байқады.

Ядро өлшемдері мен жамылғылардың белгілі қатынастарында наноқабықша инфрақызыл сәулелерді жұта алады. Бұл нәтиже, инфрақызыл сәуле шығару тірі теріге 5 см тереңдікке дейін өтуге қабілетті болғандықтан, маңызды жаңалық жасауға мүмкіндік берді. Бұл жаңалық жаңа медициналық технологиялардың жасалуына түрткі болды (медицинада нанотехнологияны пайдалану жөнінде аса толығырақ 6-тарауда сипатталады).

Өндіріс

Нанотехнологиялар өнеркәсіптік өндірістің мүлдем жаңа тәсілдерін қолдануға мүмкіндік береді. 20-ғасырдың ортасынан бері (осы күнге дейін) өте кішкентай электрлік сызбанұсқалар мен материалдарды жасау үшін өте таза және дәл өлшейтін аспаптар қажет болды. Тіпті қазіргі таңда алынған нәтижелер әрқашан абсолют идеалды емес.

Инженерлер максималды үлкен қуатты және жадының көлемі үлкен аса жеңіл және тез жұмыс жасайтын компьютерлер жасап шығаруға ұмтылды. Ол үшін осы күнге дейін төмендеу тәсіл немесе жоғарыдан төмен тәсіл қолданылады: (top down) бастапқы үлкен материал біртұтас тетігінің бөлшектері болатын өте майда фрагменттерге бөлінеді. Бұл тәсіл шедевр жасау үшін мрамордың басынан аяғына дейін артықтың бәрін алып тастаған мықты сәулетші Микеланджело Буонарротидің еңбектерін еске түсіреді. Заманауи микротехнологиялар соған ұқсас қозғалады: мысалы, электрлік сызбанұсқалар артық заттарды алып тастау арқасында жайлап керекті құрылымды жасауға әкеледі.

ТӨМЕНДЕУ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫЛАУ ТӘСІЛІ

Көптеген нанобөлшектер мен микрокапсулалар өз-өздігімен генерацияланады, яғни ол ғалымдар мен инженерлердің тікелей қатысуынсыз және өз-өзін қалыптастыру негізінде пайда болады. Бұл тәсіл жоғарыдан немесе төменнен жоғарыға тәсілі Gotton up (жоғарылау) деген атқа ие болды. Атомдар мен молекулалар химиялық каталитикалық реакциялардың әсерінен өз бетінше наноқұрылымға айналады. Заманауи ғалымдар мен инженерлер болашақта барлық компьютерлер мен басқа да электрондық аспаптар осы тәсілмен жиналса екен деп армандайды. Олай болса, мықты нанокомпьютерлердің өзі саусақтың ұшындай жерге сыйып кете алады және тіпті, адам терісінің астына еніп кете алады. Сіздің мобильді телефоныңыз әрқашан қолыңызда білінбей қалар еді.

Заманауи компьютерлер төмендеу тәсілі арқылы жасалады. Барлық майда және өте майда бөлшектер макро және микроаспаптар, химикалий, шаблондар көмегімен қалыптасады және т.б.

Жаңа өнімдер

Нанотехнологиялар қазірден бастап жұмыс істеуде. Өндірістік кәсіпорындар материалдардың бұрынғы қасиеттерінен асып түсетін, жаңа наноқасиеттері бар көптеген тауарлар шығаруда. Молекулалық деңгейде кейбір материалдарды қоса отырып, ғалымдар олардың өміршеңдігін және беріктілігін жоғарылата алды.

Нанотехнологияның негізінде жасалған қаншама өнімдер қазіргі дүкендерде бар екендігін сіз тіпті, елестете алмайсыз. Мысалы, заманауи күннен қорғайтын кремдер барлық саяжайшыларға қорқынышты инопланетян түрін беретін бұрынғы ақ түсті мазьдарға ұқсамайды. Заманауи түссіз кремдер көрінетін жарықты өткізеді, бірақ зиянды ультракүлгін шағылысуларды жұтып алады. Олар ультракүлгін сәуле шығаруды тиімді шағылыстыратын титан диоксидін және цинк оксидінің нанобөлшектерінен құралады. Бұрынғы ақ мазьдікіндей жаңа кремдердің жұмыс істеу принципі дәл осындай, бірақ құрамындағы бөліктердің өлшемі өте кішкентай және олар білдірмей өз жұмыстарын жасайды.

Наноматериалдардың басқа да жерде қолданылуына мысал: тістің толықтырғышындағы кварцтың нанобөлшектері және кірді

жұқтырмайтын Nanopants маталарындағы наноталшықтар. Nanopants компаниясы кірді жұқтырмайтын наноталшықтардан жасалынған жамылғының негізінде кірді жұқтырмайтын Nanopants матасын жасау технологиясын өңдеді. Енді киімдер және жұмсақ жиһаздың қабы үшін жаңа материалдарды жасауда 80-нен аса текстильді фабрикалар Nanopants технологиясын қолданады.

Nanopants жаңа кірді жұқтырмайтын матаның артықшылығы наномасштаптағы арнайы өңдеуден кейін мата гидрофобты және кір жұқтырмайтын болады. Традиционды төмендету тәсілінің орнына, яғни макраскопиялық дақтарды кетіруде, жоғарылату тәсілі қолданылады, яғни дақтар олардың пайда болу кезеңінде жойылады. Жуырда наножамылғы мен нанотехнология сондай жетіліп, тіпті, кір жуатын машиналарға деген қажеттілік те болмауы әбден мүмкін. Тұрмыстық химиядағы тағы бір жаңа тауар шыныларды жуу үдерісін жеңілдетуі мүмкін. Жаңа шыны тазалағыш сұйықтықта бізге күннен қорғаушы кремдердің компоненті ретінде танымал титан диоксидінің нанобөлшектері қолданылады. Титан диоксиді терезелер және басқа вертикаль тегіс беттерден кірлердің кетуіне және сырғып түсуіне ықпал ете отырып, органикалық қосылыстардың ыдырауын үдетеді.

Беттерді өңдеудің наномасштабты технологиялары механикалық, термиялық, биологиялық, электрондық, оптикалық, химиялық қасиеттері жақсартылған тауарларды жасауға мүмкіндік береді. Заттың үстінгі қабатын нанотехнологиялар құрамдары бар жақсырақ өнімдер шығаруға керек болады. Төменде оларды қолданудың болашақтағы аймақтары көрсетілген:

- Автокөліктер мен құрал-жабдықтарды тозудан қорғау;
- Жұмсақ материалдарды қорғау (мысалы, полимерлік, ағаштан жасалған және текстильді);
- Антивальді және өспейтін жамылғылар;
- Текстиль мен керамикалар үшін өздігінен тазаланатын беттік қабықшалар;
- Автокөліктер мен құрал-жабдықтар үшін антикоррозиялық қорғаныш;
- Трубиналар мен қозғалтқыштар үшін термотұрақты жамылғылар;
- Құрылыс материалдары мен аспаптар үшін термоизоляция;
- Биологиялық сәйкес келетін имплантанттар;
- Антибактериялық медицина материалдары мен құралдары;
- Транзисторлар үшін өте жұқа компоненттер;
- Фотохромды және электрохромды терезелер;

- Антибликті экрандар;
- Тиімділігі жоғары күн батареялары.

Наноботтар

Атомдық деңгейде жаңа материалдарды жасаудың алуан түрлі мүмкіндіктерін оңай елестетуге болады, алайда көптеген жобаларды принципіалды түрде жүзеге асыру мүмкін емес. Осындай таңғажайып жобалардың бірі наномасштабты роботтарды немесе наноботтарды дайындауға негізделген. Наноботтар (немесе молекулалық монтаждаушылар) нанотехнологияны танымал еткен Эрик Дрекслер (Eric Drexler) өзінің «Отырыс машиналары» атты кітабында сипаттаған, кейбір таңғажайып сценарилердің теріс персонажы болып та үлгерді. Ол наноботтардың Ғаламдағы барлық тұрғындарды қырып жоятын «сұр шырышты» (gray goo) болатындығын суреттеді (2004 жылдың маусымында Nature журналында Эрик Дрекслер одан да «сұр шырыш» туралы ешқашан айтпағанымда ғой деген!). Тағы да бір ғылыми-фантастикалық триллердің авторы - атақты Майкл Крайтон (Michael Crichton), ол өзінің «Рой» (Prey) атты кітабында нанороботтардың қауіпті жағын айтып кетті. Арзан комикстердің авторлары әдетте, супербатырлардың Жер бетін немесе бүкіл Ғаламды жоюға қауіп төндіретін қолдарында нанотехнологиялық қарулары бар бөгде планеталықтармен шайқасуын суреттейді.

Оған қоса нанотехнологияны ендірудегі мүмкін болатын қауіптер туралы айтып, бұқаралық ақпараттар құралдары шу шығарды. Көптеген сценарилерді іске асыру мүмкін еместігін айқындайтын табиғат заңдылығына қарсы біраз аргументтерді келтіргенмен де негативті ақпарат толқынымен күресу оңай емес.

Расында, наноботтар өте кішентай өлшемде болғандықтан айтарлықтай тез немесе тек қана белгілі бір бағытта қимыл жасай алмайды. Оларда биологиялық ағзалар сияқты функциялануына қажетті өзіндік энергия көзі болмайды. Оған қоса органикалық молекулалардан жасалған наноботтардың өздері бактериялар мен қышыма қотырларға (грибоктарға) жем болуы мүмкін. Егер де наноботтар бейорганикалық материалдардан өздігінен туындайтын болса, мұндай синтезге олардың барлық уақыттары, энергиялары және басқа ресурстары кететін еді.

Информатика саласының сарапшылары осы қиындықтарды

жеңуге көмектесе алатын, қиялды әрекет бағдарламасы тақырыбына қиялданғанды ұнатады. Мұндай бағдарлама ресурстардың шығындарын тоқ көзінің ажыратулы кезінде де, мәндерді жаңалап және қажетті ресурстарды іздей отырып бақылап тұруға көмектесетін еді. Бұл өте қызықты іс, бірақ шынайы өмір, «Жабайы Батысты наноботтармен жаулау» секілді фантастикалық әңгімелерден мүлдем өзгеше.

Ричард Смолли және АҚШ-тың Солтүстік-Батыс университетінің химия профессоры, 2001 жылы нанотехнология саласындағы зерттеулері үшін Фейнман сыйлығының лауреаты Марк Ратнер сияқты ғалымдар наноботтардың қолданылу мүмкіндігіне күмәнмен қарайды. Смолли макросопиялық нысанды жасау үшін наноботтарға маскара үлкен уақыт керек деп есептейді. Атомның көлемі метрдің миллиардтан біріне тең екенін еске сала кетейік, себебі макросопиялық нысанды жинақтау үшін өте көп атомдар саны қажет. Ғалымдар мынадай мысалдар келтіргенді ұнатады: бір миллилитр судың атомдарын бірінен соң бірін жинақтау үшін Тынық мұхитын шай қасықпен алуға кететіндей операциялар қажет болады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Ядро диаметрі мен алтын қабаттың қалыңдығын өзгерткен кезде наноқабықшада не өзгереді?

- а) пайда;
- ә) түсі;
- б) исі;
- в) әшекейі;

2. Күйе, кокс және белсендіргіш көмір ненің түріне жатады:

- а) қорғасынның;
- ә) азоттың;
- б) сынаптың;
- в) аморфты көміртегінің;

3. Орта ғасырлардағы шыны шеберлері ненің қасиетін өзгерте отырып, шыныны бояудың жаңа тәсілдерін тапқан?

- а) қалайының;
- ә) калийдің;

- б) алтынның;
- в) темірдің;

4. Микрокапсулалар мен басқа нанобөлшектердің өздігінен жинақталуы қалай орындалады?

- а) жоғарыдан төмен;
- ә) төменнен жоғары;
- б) қырынан;
- в) z өсі бойынан;

5. Нанотехнология ненің негізінде материалдар жасауға мүмкіндік береді:

- а) үлкен гранит блоктарының;
- ә) атомдар мен молекулалардың;
- б) құмның;
- в) метеориттердің;

6. Қандай наноматериалдарды кремнийден, металдардан, жартылай өткізгіштерден және оқшаулағыштардан жасайды?

- а) наноөзектерді;
- ә) мүсіндерді;
- б) наноқырларды;
- в) уран өзектерін;

7. Таралуы бойынша көміртегі нешінші орында тұр?

- а) екінші;
- ә) төртінші;
- б) алтыншы;
- в) соңғы;

8. Нанобот нені білдіреді?

- а) жазушылардың қиялын;
- ә) Эрик Дрекслердің өкінетін қателігін;
- б) жасауға және программалауға қиын нысанды;
- в) барлық адамзатқа нақты қауіптіні;

9. Диаметрі 20-30 нм алтын қабықшалары бар кварц шарларын

қалай деп атайды?

- а) наночарлар;
- ә) алтын глобулар;
- б) наноқабықшалар;
- в) наногельдер;

10. Бастапқы материал үлкен тегіктің бөлшектері болып табылатын аса кіші фрагменттерге бөлінетін жуықтау:

- а) жоғарылау;
- ә) қажырлы еңбекті қажет ететін;
- б) төмендеу;
- в) экономикалық пайдалы;

4-ТАРАУ

НАНОҚҰРАЛ-ЖАБДЫҚТАР

Star Trek (“Жұлдызды жол”) және Star Wars (“Жұлдызды батырлар”) сериалдарында сыртқы келбеті әдеттегі адамдай емес көңілді адамдар өте көп, мәселен, Вуки мен Клингон. Бұрын тек қана кескін баратын көріністерді қазіргі телескоптар бізге көруге мүмкіндік береді. Бұрын қол жетпес болған жұлдыздар, планеталар мен жердегі емес, ландшафтар енді әртүрлі әдістермен мұқият зерттелінуде. Қазіргі ғалымдар атмосфера құрылымынан бастап, топырақтың химиялық құрамына дейін талдайды.

Алайда қазіргі ашылулар тек қана ашық ғарышта емес, сонымен қатар, жерде де болып жатыр. Технологияның өте жылдам жетілуіне қарай енді ғалымдар алыстағы және үлкен нысандарды көріп және талдап қана қоймай, бізге өте жақын және тым ұсақ нысандарды да қарастыра алады. Қызық және бұрын қол жетімсіз болған микроәлемдер енді ерекше назарға алынған аймақта жатыр.

Нанотехнологиялар ғалымдар, инженерлер мен тіпті, қаржы мамандарының пәнаралық сабақтарының тұтасқан саласы болып “бір күнде” пайда бола салған жоқ. Көптеген сенсациялық ашылулар мен жиі болатындай нанотехнологияның пайда болуына ұзақ жылдар бойы жүргізген қарқынды зерттеулер және адам тұрмысындағы жаңа бағыттар негізіндегі жаңа құрал-жабдықтардың ашылуы негіз болды.

Жаңа ашылуларға арналған аспаптар

Өткен ғасырлардағы ғалымдар мұқият жылтыратылған линзасы бар қарапайым оптикалық микроскоп көмегімен бактерияларды алғаш рет тапты. Қазіргі ғалымдар нанонысандармен жұмыс жасау үшін әлдеқайда аса қуатты және күрделі құрал-жабдықтарды қолданады. Адам көзі 25 см қашықтықта 0,1 мм шамасынан кіші емес детальдарды көруге қабілетті. Өте ұсақ заттарды көру үшін микроскоп қолдану керек.

Қарапайым оптикалық микроскоптар молекулаларды қарастыруға болатындай күшті емес. Оптикалық микроскоптардың

шекті ұлғайтылуы 1000 есе шамасында (100 есе шын өлшемі); олардың көмегімен 200 нм-ден кіші емес тетіктерді қарауға болады. Ал өте ұсақ нысандарды қарастыру үшін ғалымдар жарықты емес, электрондарды қолданады. Электронды микроскоптар ғана өте ұсақ майда заттарды қарастыруға мүмкіндік береді.

Микроскоптың ұлғайтуы – бұл шама зерттелетін нысан көрінісінің, оның шынайы өлшемімен салыстырғанда микроскоппен қанша есе үлкейтіліп көрінетінін көрсетеді.

Микроскоптың түрін таңдау үшін бірнеше факторлар маңызды болып табылады, мысалы, зерттелетін нысанның флуоресцентті жарықты сәулелендіру қабілеті (яғни, белгілі бір толқын ұзындығы бар жарық), электр тоғының өткізгіштігі немесе органикалық құрылымдардың болуы.

ЭЛЕКТРОНДЫ МИКРОСКОП

Нанонысандардың қасиеттерін қарастыру үшін ғалымдар әртүрлі типті электронды микроскоптарды пайдаланады.

- сканирлеуші электронды микроскоп (scanning electron microscope), немесе СЭМ (SEM).
- жарықтандырғыш электронды микроскоп (transmission electron microscope) немесе ЖЭМ (TEM).
- аналитикалық электронды микроскоп (analytical electron microscope) немесе АЭМ (AEM).

Бұл құралдардың бірін нанонысанды зерттеу үшін таңдауда бірнеше факторлар әсер етеді; ол - нанонысан табиғаты және зерттеушіні қызықтыратын нанонысанның параметрлері.

Электронды микроскоп электрондардың энергиясын үлгілердің көрінісін 10 нан 1000 000 есеге дейін ұлғайту үшін қолданылады.

Сканирлеуші электронды микроскоп (СЭМ)

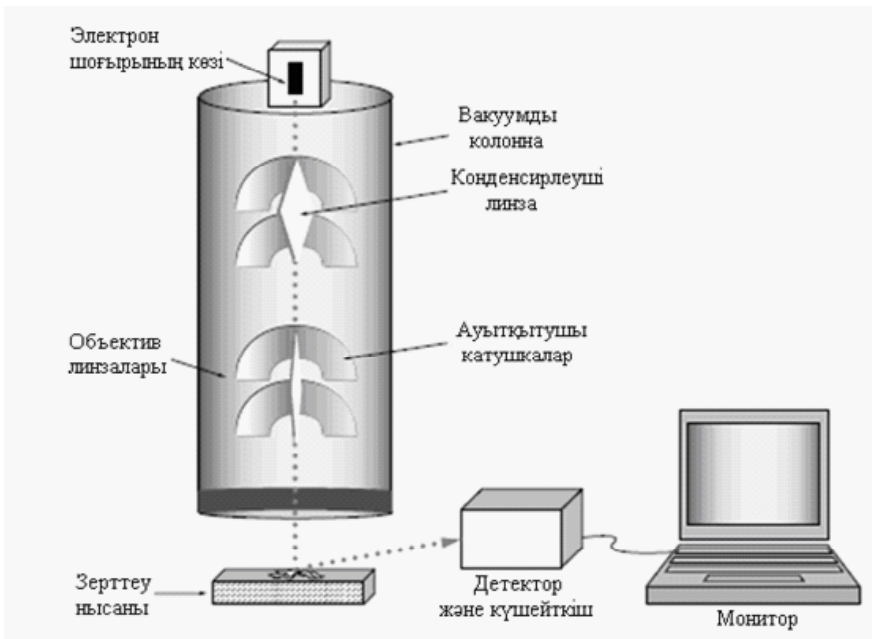
Сканирлеуші электронды микроскопта (СЭМ)-та фокустелген электрондар шоғыры жұқа және қалың үлгілердің бетін сканирлеу үшін қолданылады. Алынған суреттер зерттелетін нысанның үш

өлшемді құрылымы туралы көз алдымызға елестетуге мүмкіндік береді. Қорытынды көрініс зерттелетін нысан бетінің көп жерлерін сканирлеу нәтижесінде алынған нүктелерді қосу арқылы алынады.

4.1-суретте СЭМ-нің бірнеше негізгі компоненттері көрсетілген.

СЭМ 10-нан 100000-ға дейін ұлғайтуды қамтамасыз етеді, ол 5-10 нм шамасына дейін нысан тетігін қарастыруға мүмкіндік береді. Көптеген заманауи аса қуатты құралдар нысанды 1 нм-ге жуық бөле отырып, 1000000 есеге дейін үлкейтуге қабілетті.

***Бөлу қабілеті** – оптикалық аспаптың жақын нысандар арасындағы арақашықтық пен бұрышты өлшеу қабілеті.*



4.1-сурет. Электронды микроскоптың жұмыс істеу принципі

Суретті өте қуатты линзалар көмегімен үлкейтуге болады, бірақ онда жаңа тетіктерді көру мүмкін емес. Себебі алынған көріністің ұлғайтуы бөлу қабілетін ұлғайтпайды.

Оптикалық микроскоптың бөлу қабілеті жарықтың толқын ұзындығы мен дифракциясымен (жарықтың ауытқу дәрежесі) және апертурасымен (объективтің саңылау шамасы) шектеледі.

СЭМ монитормының экрандарындағы қара-ақ көріністер зерттелетін нысанды ұсынады, сонымен қатар, аса ашық жерлер шағылған электрондардың көптеген жиынына, ал аса ашық емес жерлер аздаған жиынына сәйкес келеді..

Көбінесе, СЭМ-дегі үлгілер вакуум жағдайында зерттеледі. Олар вакуумның әсерінен сығылысып қалмауы және пішінін өзгертпеуі үшін оларды мұқият дайындау қажет. Биологиялық үлгілерді олар қозғалып кетпеуі үшін кептіреді және қабықшамен қаптайды. СЭМ-дағы көрініс электрондардың көмегімен түзілетіндіктен, үлгілер электр тоғын өткізулері тиіс. Арнайы платформаға орнықтырылған үлгіге, металдың өте жұқа қабатын шаңдатып отырғызады да, ток өткізгіш беттік қабат жасайды.

Микроскоптан ауаны сорып алғаннан кейін шоқ көзі жоғары энергияның электрон шоғырларын, оларды бір нүктеге фокустайтын магнит линзаларының бірнешеуі арқылы жібереді.

Ауытқытушы катушкалардың жиыны (4.1-суретті қараңыз) үлгі бетін сканирлей отырып, фокусталған шоқтың алдыға-артқа орнын ауыстырады. Электрондар шоғыры үлгіге түсіп және үлгіден басқа электрондарды немесе оны өткізетін жамылғыны ұрып шығарады. Детектор шағылған және ұрылған электрондарды ұстап қалады және күшейткішке дабыл береді. Үлгі бетінің барлық сканирленген бөліктерінен дабылдар күшейгеннен кейін бірге жинақталады және монитор экранында бейнеленеді.

Жарықтандырғыш электронды микроскоп (ЖЭМ)

Үлгінің беткі қабатын ғана талдауға қабілетті ЖЭМ-ның СЭМ-нан айырмашылығы, оның үлгінің ішін де қарай алатындығында. Электрондардың кең шоғыры жұқа үлгінің арасынан өтеді және оның ішкі құрылысын көрсететін көріністі түзеді. Оптикалық микроскопта жарық шыны линзалардың көмегімен фокустелетіндей, ЖЭМ-дағы электрондар шоғыры магнитті линзалар көмегімен фокустеледі.

ЖЭМ тек қана өте жұқа үлгілерге жарық түсіріп анықтайтын болғандықтан, ол қарапайым оптикалық микроскопқа ұқсайды. Алынған көріністегі аса қаралтқым жерлер электрондардың көп жұтылуына сәйкес келсе, ал қарасы аз жерлер – электрондардың аз мөлшерде жұтылуына сәйкес келеді. Көптеген биологиялық ны-

сандар көміртегі, азот, оттегі және сутегінен тұрады. Оларды ЖЭМ көмегімен айырып анықтауға болатындай, олардың компоненттерінің тығыздығы айтарлықтай ерекшеленбейді. Мұндай жағдайларда биологтар үлгіге арнайы химиялық процедуралар көмегімен, белгілі бір атомдар мен молекулалармен байланысатын және нақты көрініс түзетін ауыр металдардың атомдары бар бояуларды қосады.

ЖЭМ көмегімен оптикалық микроскоппен қарауға болатын нысандардан 1000 есе кіші, ал көзбен көрінетін нысаннан 500000 есе кіші нысандарды қарастыруға болады. ЖЭМ-нің бөлу қабілеті шамамен, 0,1 - 0,2 нм-ге тең. Қатты денедегі атомдар бір-бірінен тура осындай қашықтықта орналасады.

Жоғары энергиялы шоғырлары бар жарықтандырғыш электронды микроскоптарды өте аз нанонысандарды талдау және олардың ... зерттеу үшін қолданады:

- өлшемі мен пішінін;
- ішкі құрылымын және оның күрделілігін;
- құрамын;
- атомдар мен молекулалардың реттеліп орналасуы;
- физикалық қасиеттерін (балку температурасы, қаттылығы, беріктігі, өткізгіштігі, реактивтілігі).

Қазіргі ғалымдар Гук, Левенгук және олардың замандастарынан әлдеқайда көп заттарды көруге қабілетті. Енді жасуша ішін, хромосомаларды, ақуыздарды, жеке молекулалар мен тіпті атомдарды көруге болады.

Аналитикалық электронды микроскоп (АЭМ)

Материал құрылымы мен оның химиялық сипаттамаларын зерттеу мүмкіндігі наноғылым, наноматериалдар мен нанотехнологияның болашақтағы жетістігінің өте маңызды шарты болып табылады. Жарықтандырғыш электронды микроскоп қатты үлкейткен кезде материалдардың ішкі бөлігін қарастыру үшін қолданылады. Материалдар мен олардың сипаттамасын ашу үшін көп мақсатты аспап бола тұра оны басқа әдістермен салыстыруға келмейді. Ол үшін жаңа материалдарды зерттеу әдістерінің барлығын қолдану қажет.

ЖЭМ-ді рентген және электронды спектрометр сияқты аналитикалық құрал-жабдықтармен бірге, көбінесе, аналитикалық электронды микроскоп деп атайды. Оның көмегімен электрондар мен

үлгі атомдары соқтығысқан кезде туындайтын рентгендік сәулеленуді, сондай-ақ электрондар үлгі арқылы өткен кездегі энергияның жоғалуын талдауға болады. Осылай көміртегі мен азот атомдары арасындағы, сонымен қатар материал құрамын нақты анықтай отырып, темір мен никель атомдары арасындағы айырмашылықты байқауға болады.

АЭМ көмегімен өлшемді ғана анықтап қоймай (0,1 нм-ге дейін), химиялық құрамын, молекулалық байланыс түрін және үлгінің электрлік өткізгіштігін білуге, яғни үлгі материалы мен оның компоненттерінің физикалық және химиялық қасиеті туралы толығырақ ақпарат алуға болады.

АЭМ жаңа материалдарды және олардың құрылымын зерттеуде: “ақылды” жамылғылар, отындық элементтер, магнитті нанокұрылымдар, жартылай өткізгіш кванттық нүктелер және т.б. кең қолданылады. Бұл қосымшалар үшін беттік қабаттарда, шекараларда және құрылымдардың мүмкін болатын ақауларында атомдардың жағдайын анық білу керек.

СКАНИРЛЕУШІ ЗОНДТЫҚ МИКРОСКОПТАР (СЗМ)

Сканирлеуші зондтық микроскоптар (СЗМ) материалдардың беткі қабаттарын атомдық деңгейде зерттеу үшін қолданылады. Оның зерттелетін нысанның беттік қабатының қасиетін өте аз мөлшерде өзгергенін жазып және қадағалап отыратын зондтың “өткірленген инесі бар”. Зонд марсоход сияқты, сол кездегі биіктігін, өткізгіштігін және басқа қасиеттерін жазып отырып, үлгі бетін сканирлейді. СЗМ, граммафонды пластинканың дыбыс жолдарының төбешік болуы мен шұңқыр болуын қайталап отыратын және солай жазбаны пластинкада шығаратын метал инесі бар көне граммафон сияқты жұмыс істейді. Зондтың жоғары және төмен кішкене қозғалысы зондтан шағылып, оның барлық дірілдерін оптикалық детекторға жеткізетін лазерлік сәулемен бекітіледі. Сәйкесінше, зондпен зерттелетін нысанның беттік қабаты арасындағы потенциалдар айырымы мен электр тоғын өлшеуге болады. Сканирлеу режимінде зондтың орнын ауыстыру үшін пьезокристалдар қолданылады.

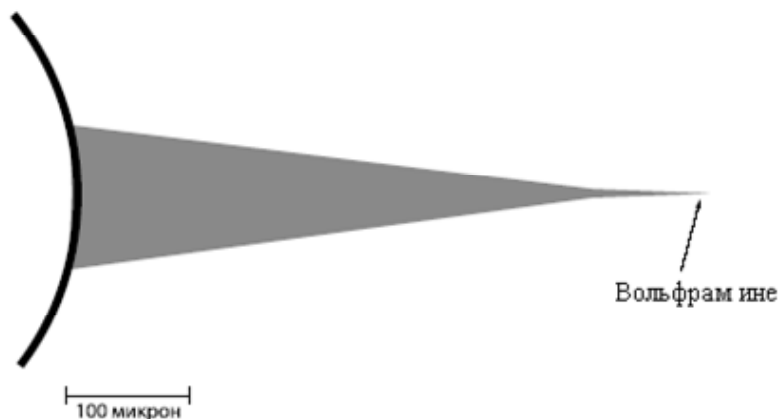
***Пьезокристалдар** – бұл сыққан кезде потенциалдар айырымын (электрлік кернеу) тудыратын немесе керісінше, электрлік кернеудің әсерімен пішінін өзгертетін (сығылады және кеңейеді, айналады және иіледі) кристалдар.*

Сканирлеуші туннельді микроскоп

СЗМ бірінші прототипі Цюрихте (Швейцария) IBM компаниясының зертханасында 1981 жылы Герд Биннинг пен Хайнрих Рорер ойлап тапқан сканирлеуші туннельді микроскоп болған еді. Бұл революциялық жаңалықта потенциалдар айырымы берілген “үлгі-ине” жүйесі қолданылады. Электрондар үлгіден инеге туннельденіп, дәл өлшеуге болатын туннельді электрлік тоқ тудырады. 1986 жылы Герд Биннинг мен Хайнрих Рорер “сканирлеуші туннельді микроскопты ойлап тапқандары” үшін физика саласы бойынша Нобель сыйлығына ие болды.

Инені қолдану тәсіліне байланысты әртүрлі ақпарат алуға болады. Қарапайым жағдайда үлгінің беткі қабаты тұрақты қашықтықта сканирленеді, мысалы, 0,2 нм, ал ине тұрақты тоқты ұстап тұру үшін жоғарылайды немесе төмендейді, бұл ине мен беттік қабат арасындағы бірдей қашықтықты білдіреді. Көбінесе зонд ұшы мен өткізгіш үлгінің арасында аралық (туннель) арқылы электрондар ағынын тудыратын, потенциалдар айырымы беріледі.

4.2-суретте вольфрамды иненің сызбанұсқасы көрсетілген.



4.2-сурет. Сканирлеуші туннельді микроскоп үшін вольфрам инесінің сызбанұсқасы

Туннельді электрлік тоқ – электрондар тосқауыл биіктігінен кіші, толық энергияны иелене отырып (туннельдену кезінде өзгеріссіз қалады), потенциалдық тосқауылдан өтетін, классикалық механикада мүмкін емес, кванттық табиғаты бар құбылыс. Бұл тоқтың шамасы үлгі мен ине арасындағы арақашықтыққа экспоненциалды түрде тәуелді.

Бірыңғай туннельді тоқты ұстап тұру үшін инені беттік қабатқа қатысты жоғары және төмен жылжыту беттік қабаттың топографиясының (рельеф) фиксациясы мүмкін болады. Туннельді тоқ болу үшін үлгі өткізгіш болу керек. Изоляторлар, мысалы резеңке, электр тоғын өткізбейді және оларды жұқа өткізгіш қабатпен жаппасак бұндай әдіспен қарастыруға болмайды.

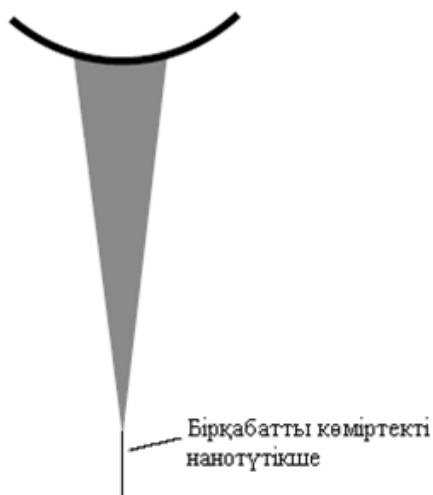
Ине әдетте, өте өткір және оның ұшы бар жоғы бірнеше атомнан тұруы мүмкін. Осындай «өткірліктің» арқасында жеке атомдарды 0,2 нм дәлдікпен орналастыруға болады. Бұл СТМ ғалымдардың жеке атомдарды жоғары бөлу қабілетімен көру және локализдеу тапсырмасын жеңілдететіндігін білдіреді. Осы иненің көмегімен атомдардан жеке электрондарды жұлып алып немесе керісінше, атомдарға қосымша электрондарды бере отырып, белгілі бір химиялық реакцияларды немесе иондарды жасауға болады.

Атомдық күштік микроскоптар

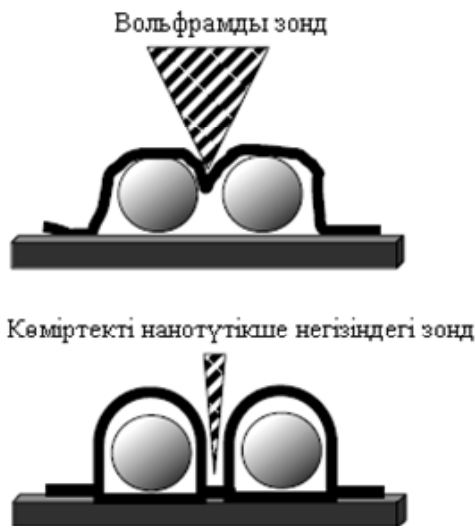
Үлгі атомы мен өткір ұштың атомдары өте аз қашықтықтарда (бір ангстрем шамасында) тебу күші туындайды, ал алыс қашықтықтарда тартылыс күші пайда болады. Күш шамасы үлгі мен ине арасындағы арақашықтығына экспоненциалды түрде тәуелді. Атомдық күштік микроскопы (atomic force microscope) немесе АҚМ жақын орналасқан атомдардың осындай күштік әсерлесулерден туындайтын зондтың ауытқуын бекітеді. АҚМ бірнеше режимдерде, мысалы, салыстырмалы жақыннан әрекет етуде (тебіліс күші өлшенеді) немесе алыстан әрекет етуде (тартылыс күші өлшенеді) жұмыс жасай алады.

АҚМ вертикаль бағыттағы және оның жазықтығына перпендикуляр сканирлеу жазықтығының бөлу қабілетімен сипатталады. Ине зонд өткір болған сайын (оны әдетте, кремний мен оның нитридінен жасайды), соғұрлым оның бөлу қабілеті арта түседі. Идеал ине-зонд, өте дәл өлшем жүргізуге мүмкіндік беретін, реттелген құрылымы бар бірқабатты көміртекті нанотүтікше бола алады. 4.3-суретте осындай

ине-зондтың сызбанұсқасы, ал 4.4-суретте нысанның өте кішкентай тетіктерін аса дәлдікпен өлшеу мысалы көрсетілген.



4.3-сурет. Бірқабатты көміртекті нанотүтікше АҚМ дәлдігін үлкейте алады



4.4-сурет. Атомды күштік микроскопияда өте үшкір зонд инесі өлшеулердің дәлдігін арттыруға көмектеседі

АКМ вертикалды бөлінуі беттік қабат үстіндегі ине-зондтың салыстырмалы тербелістерін салыстыру арқылы жүзеге асырылады. Бұл өлшемдердің дәлдігіне дыбыс, ғимарат дірілі және жылулық тербелістер түріндегі сыртқы кедергілер әсер етеді. Кедергілерді жою үшін АКМ-ді сыртқы паразитті дірілдерді сөндіруге қабілетті арнайы платформаларға орналастырады.

Мультифункционалды микроскоптар

XIX ғ. ортасынан бері оптикалық аспаптардың дифракция (сәулелену) әсерінен максималды бөлу қабілетінің теориялық шегі көрінетін жарықтың толқын ұзындығының жартысына тең шамамен (0,5 мкм немесе 500 нм) шектелді. 1980 ж. СЗМ пайда болуы мен дамуы бөлу қабілетін үш ретке жақсартты. Алайда олардың мүмкіндіктері физикалық заңдармен шектеледі.

СЗМ арқылы алынған көріністер кванттық механика заңдарына бағынады және туннельді тоқтың өту жағдайына тәуелді. Зонд пен беттік қабат арасындағы күштік әрекеттесуді кең диапазонда тіркеуге қабілетті болғандықтан, АКМ аса үлкен мүмкіндіктерге ие, мысалы, олар: үйкелістің, магниттік және электростатикалық әрекеттесудің, ядро атомдарының тебілуі мен химиялық байланыстың салдарынан болады.

Оптикалық көріністер СТМ/АКМ суреттерін ұлғайта алады. Алайда қарапайым микроскопта жарық дифракциясы мен шашырауы шектелетін болғанмен, жақын өрісті расторлық оптикалық микроскопия (ЖӨСОМ), аралық толқын ұзындығы бар жарық көзі сканирлеуші зонд ретінде қолданылып, үлгіге жақын жерге жарықты орналастыру жолымен осы шектеуді жеңеді (беттен бірнеше нанометр қашықтықта). Оған үлгі маңайындағы кішкентай тесік арқылы (тесіктің диаметрінің жартысына жақын, немесе 50 нм шамасында) және жарықтың (лазер) күшті көзін тесікке бағыттай отырып қол жеткізуге болады. Тесік арқылы өтетін жарық үлгіні жарықтандыру үшін жеткілікті және детектор үлгіден шағылатын жарықты фиксирлейді. Кішкентай тесік немесе 10 нм көрінетін жарық көрінісінің бөлу қабілеті бар шыны оптикалық талшықтардың ұштары қолданылатын, ЖӨСОМ-ның бірнеше әдістері өңделді.

Жарық дифракциясы қазіргі оптикалық микроскоптардың бөлу қабілетін шектейді, бірақ ғалымдар бұл шектеуден қалай құтылудың жолын тапты. Жақын өрісті сканирлейтін оптикалық микроскоп-

та (near-field scanning optical microscope) немесе ЖӨСОМ толқын ұзындығына карағанда, кішкентай өлшемді саңылау арқылы нысанды сканерден өткізгенде сәулеленуді тіркеу арқылы аса кең ауқымда қамтылған көріністі алуға болады.

Лазерлі сканирлеуші конфокальді микроскоп

Лазерлі сканирлеуші конфокальді микроскопта (laser scanning confocal microscope) немесе ЛСКМ зерттелінетін нысанның шынайы үш өлшемді көрінісін алу үшін лазерден құралған ультракүлгін жарық және сканирлеуші айналар қолданылады. Аса үлкен емес апертура, фокуста сканирлеу жазықтығына параллель болатын өте жіңішке қабат болу үшін көру өрісін шектейді. Компьютерлер көмегімен комбинирленіп, нәтижесінде нысанның үш өлшемді көрінісі түзіліп, осылайша бірнеше қатар орналасқан қабаттар немесе оптикалық қималар сканирленеді. Жіңішке апертура жарық шоғырларын қатты шектейтін болғандықтан, жұмыс сәтті орындалуы үшін аса жоғары жарық көзі, әртүрлі үлгілерді зерттеу үшін әртүрлі түсіру режимдері қолданылады. ЛСКМ бөлу қабілеті 1,2 нм-ге жетеді. ЛСКМ-ды стандартты флуоресцентті оптикалық микроскоппен бірге қолдануға болады.

ЛСКМ-ның қарапайым оптикалық микроскоптардан бірнеше артықшылықтары: басқарылатын тереңдік жылдамдығы, фокустан тыс ақпаратты қабылдау, түрлі оптикалық бөлікті үшөлшемді зерттелетін нысанды көрсету қабілеті бар. ЛСКМ-ның көмегімен аса күрделі рельефтері бар нысандардың үш есе үлкейтілген көрінісін алуға болады.

Басқа құралдар

Жеке нанокұрылымдарды бақылаудың жаңа тәсілдері және оларды түрлендіру нанотехнология саласында жаңа жетістіктер мен ашылуларға қол жеткізді. Сканирлеуші зондтар, бөлу қабілеті жоғары электронды микроскоптар және өзге де күрделі аспаптар ғалымдарға жаңа нанокұрылымдар ашуға, олардың жаңа қасиеттері мен жаңа қосымшаларын практикада өлшеуге мүмкіндік береді. Зерттеудің өрлеуін баяулататын жалғыз кедергі көбінесе, нанобөлшектердің

химиялық құрамын және олардың электромагниттік және термодинамикалық қасиеттерін анықтауға қажеттілік болып табылады.

Сонымен, біз наноәлемді зерттеуге арналған бірнеше аспаптармен таныстық. Олардың қайсысы пайдалырақ, қайсысы жоғары бөлу қабілетіне ие және бағалы мәліметтер бере алады? Жауап зерттелетін нысан табиғатына және зерттеу мақсатына тәуелді. Мысалы, ақуыздың құрылысы керамика құрылысынан ерекше болып келеді, сондықтан оларды зерттеу үшін мүлде басқа бақылау әдістерін қолдану талап етіледі.

Электронды микроскоптарды ұзақ уақыт бойы ғалымдар субмикронды масштабтағы нысандарды зерттеуде сәтті қолданып келеді. Кейбір типтердегі электронды микроскоптар арқылы нанобөлшектердегі жеке атомдарды және субнанометрлі масштабтағы материалдарды қарауға болады. Ғалымдар электрондардың энергия шығыны мен атомдық деңгейдегі рентгендік сәулеленуді талдай отырып, нысанның химиялық құрамы туралы ақпаратты алуды үйренді. Жаңа әдістер магнитті нанокұрылымдардың табиғаты туралы түсінікті қалыптастыруда тамаша жетістіктерге жетуге мүмкіндік берді.

СТМ және АҚМ-ның дамуы ғалымдар мен инженерлерді жаңа СЗМ микроскоптарын жасауға итермеледі. Жоғарыда айтылып кеткендей, СЗМ нанонысандардың жергілікті қасиеттерін және пішінін аса кіші және аса жұқа зондтың көмегімен өлшей алады. Материал беті мен ұштары арасындағы арақашықтық дәстүрлі аналитикалық әдістерді қолдану мүмкін емес шарттарда СТМ-ге жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Жаңа сканирлеуші зондтар бет топографиясын анықтауға ғана қабілетті емес, сонымен қатар, төменде қысқаша келтірілген, зерттелінетін нысанның өзге де қасиеттері туралы ақпаратты көрсетуге қабілетті:

- төменгі температураларда электронды құрылымды, мәселен, сканирлеуші электронды спектроскопия көмегімен зерттеуге болады;
- оптикалық қасиеттерін 50-100 нм масштабтардағы толқынның жеке фрагменттерін талдауға қабілетті болып келетін, жақын өрістік сканирлеуші оптикалық спектроскопия көмегімен анықтайды;
- температураны электронды және оптикалық наноаспаптарда температура өрістерінің картасын жасау және нанобөлшектердің термальді қасиеттерін өлшеу үшін термосезгіш зонд қолданылатын сканирлеуші термальді спектроскопия көмегімен өлшейді.
- диэлектрлік тұрақтыларды сканирлеуші микроскоп көмегімен

жартылай өткізгіш наноаспаптардың қасиетін зерттеу үшін зарядты сақтай отырып, сканирлеуші микроскопия көмегімен өлшейді;

- биологиялық молекулалардың құрылымы жеке ішкі молекулалық үдерістердің күрделі наномеханикасын анықтау үшін зерттелінеді (алғашқыда бұндай биологиялық жүйелердің әрекетін биологиялық молекулалардың көптеген мөлшерлерінің тәртібін ортасалау негізінде зерттеуге болатын еді);

- химиялық қасиеті наномасштабты деңгейде физикалық, химиялық және биологиялық үдерістердің ерекшеліктері туралы ақпаратты береді.

НАНОБАСҚАРУШЫ

Жеке атомдар мен молекулалар сияқты өте кішкене нысандарды атомдық деңгейде ауыстырып-қосқыш есебінде наноөлшемді электрлік сызбанұсқаларда қолдануға және орнын ауыстыруға болады. Нанонысандардың құрамы мен құрылысын бақылау мүмкіндігі жаңа материалдарды жасауда үлкен жетістік болып табылады. Нанонысандарды түрлендірудегі жетістіктердің ішінде әртүрлі операцияларды орындау үшін әртүрлі типтегі электронды микроскоптарды: компьютерлік басқаруы бар СЗМ, оптикалық пинцеттер және нанобасқарушыларды пайдалану мүмкіндігін атап өткен жөн.

Компьютерлік басқаруы бар СЗМ нанобөлшектерді оперативті режимде түрлендіруге мүмкіндік береді. Нанобасқару үшін кейбір жүйелер виртуальді шындықтың элементтерімен ойынды еске түсіретін, тұтынушының виртуальді байланысын көрсетеді. Бұл зертеушіге, қолмен түрлендіруге қарағанда, миллион есе көп дәлдікпен түрлендіруді орындауға мүмкіндік береді. Тікелей интерфейс адам – СЗМ өлшеудің мүмкіндіктерін жақсартып қана қоймайды, сонымен қатар, оператор үшін тактильді (міндетті) интерфейс деп аталатын кері байланысты қамтамасыз етеді. Қазіргі кезде ол әлі де дөрекі, бірақ жуырда бұл технология наноаспаптар мен наноқұрылымдарды өндіруге және (немесе) жөндеуге болатындай етіп жақсартылатын болады.

Оптикалық пинцеттер үш өлшемді кеңістікте нанометрлік құрылымдарды ұстау және орындарын ауыстыру тәсілдерінің бірі болып табылады. Жеке молекулалардың орналасуын түсіну молекулалық биофизика мамандары үшін маңызды болғандықтан, бұл мүмкіндік

әсіресе атомдар мен молекулалар динамикасын зерттеуде маңызды. Оптикалық пинцеттер құрылымдық параметрлерді бақылауға мүмкіндік береді. Олардың жұмыс істеу принциптері сұйықтық бөлшегіне жарық шоғын фокустауға негізделген. Жарықтың әсері молекуланы бір орында ұстап тұруы үшін жеткілікті жоғары: егер молекула фокусталған шоқтың шет жағына ақырын ығысатын болса, онда жарық оған молекула шоқ центріне қайтып оралатындай әсер береді. Оптикалық пинцеттердің көмегімен ғалымдар ақуыздың және өзге де күрделі молекулалардың реакцияларын зерттей алады, мысалы, полимерлерге сыртқы әсердің нәтижесі.

Нанобасқарушылар үлгінің бірнеше бағытта орнын ауыстыруын басқаратын бір немесе бірнеше пьезоэлектрлік моторлармен бірге СЭМ және СЗМ құрамдарын қолдануға арналған.

***Пьезоэлектронды мотор немесе пьезомотор** – бұл жұмысы пьезокристалдарға негізделген мотор. Электр кернеуінің әсерінен олар өз пішіндерін өзгертеді: сығылады және кеңейеді, айналады және майысады, осылайша механикалық қозғалыс жасай алады.*

Пьезоэлектрлік ұстағыштар ЖЭМ-де нанокристалдар мен көміртекті түтікшелердің өзара әсерін зерттеу үшін, сонымен қатар, нақты наноқұрылымдағы атомдар мөлшерін есептеуге мүмкіндік беретін жеке бірнеше қатар атомдардың өткізгіштігін өлшеу үшін қолданылады. Нанобасқарушылар жаңа электрондық сызбанұсқаларды тексеру барысында жиі қолданылады, себебі олардың зондтары ұсақ электрлік байланыстармен түйісу үшін өте кішкентай болып келеді.

Наноаспаптар

Ғалымдар нанотехнологияларды қолданудың жаңа салаларын табуға тырысады (компьютерлерден бастап қатерлі ісікке қарсы дәріге дейін) және бір уақытта аса күрделі аспаптарды (СЭМ, СПМ, СЭМ және т.б.) наноқұрылымдардың қасиетін зерттеу үшін пайдаланады. Олар бұл аспаптарды жаңа наноматериалдарды зерттеу, модельдеу және жасау үшін қолданады. Аспаптар үш категорияға бөлінеді: зерттеуге арналған инспекциондық аспаптар, сипаттамаларын беру үшін модельдеу аспаптары және нанобөлшектер мен наноматериалдарды дайындау үшін өндірістік аспаптар. Бұның барлығы зерттеулердің

жаңа салаларында және нанотехнология қосымшаларында маңызды рөл атқарады. 12 тарауда наноаспаптарды қолданудың коммерциялық аспектілері толық сипатталады.

Теория және компьютерлік модельдеу

Теория және нанотехнологияны компьютерлік модельдеудегі аса үлкен жетістік жаңа теорияның, алгоритмдердің, компьютерлерді бағдарламалық және аппараттық қамтамасыз етудің пайда болуымен және дамуымен байланысты. Компьютерлік модельдеудің әртүрлі әдістерінің дамуы және қосылуы (мысалы, кванттық химия мен молекулалық динамика) наномасштабты құрылымдар мен материалдарды аса жоғары дәлдікпен және сенімділікпен орындауға мүмкіндік береді.

Наномасштаптағы белгісіз шамалар санының үлкендігінен наномасштабты жүйелерді модельдеудің аса күрделілігіне қарамастан, ғалымдар айтарлықтай жетістіктерге қол жеткізді:

- жаңа материалдарды жобалаудың уақытын қысқартуға;
- жаңа материалдар негізінде жаңа наномасштаптағы аспаптар жасау (мысалы, көміртекті нанотүтікшелер);
- наноаспаптардың жұмысына сенімділікті арттыру;
- жаңа нанотехнологияларды жобалау және іске асыру.

Теория мен компьютерлік модельдеу наноқұрылымдарды өлшеудің эксперименттік әдістерін жетілдіру үшін қолданылады. Оларды күрделі биологиялық жүйелерді имитациялау үшін, мысалы, болашақ нанотехнологиялық қосымшалардағы жасушаларды қолдану ыңғайлы. Шынында, көптеген қазіргі кездегі нанотехнологиялық аспаптар табиғи наножүйелер мен ақуыздардың жұмыс істеу принциптерін түсіну негізінде жасалды.

Бірақ бұның барлығы бір сағатта болған жоқ, ол көптеген жылдарғы зерттеулердің нәтижесі. Мысалы, наноқұрылымдардың электрлік, магниттік, химиялық және термодинамикалық қасиеттерін зерттеу үшін наномасштабты деңгейдегі үдерістердің кванттық табиғатын ескере отырып, компьютерлік модельдеу әдістерін жасау қажет болды. Қымбат тұратын наноқұрылымдарды өндіруден бұрын, ғалымдар мен инженерлерге мыңдаған баламалы нұсқаларды алған және талдаған жөн. Ол үшін теория және компьютерлік модельдеу қажет.

НАНОМАСШТАБҚА ӨТУ

Практикада наномасштабты аспаптардың жұмысын қолдану үшін үлкейтілген ортада модельдеу қажет. Бұндай модельдеу өзіне бірнеше өзге масштабтардағы деңгейлерді біріктіру керек - молекуладан нанодеңгейге, микроскопиялық және макроскопиялық деңгейлерге дейін. Сонымен қатар, тек қана қандайда бір деңгейге фокустау жүргізібеу керек. Наномасштабты аспаптарды олардың барлық айналасындағылармен бірге модельдеу керек. Электроникада модельдеу өспелі күрделіктегі келесі сызбанұсқаға сай орындалады:

материал ↔ *құрылым* ↔ *электросхема* ↔ *жүйе* ↔ *архитектура*

Наномасштабта модельдеуге көшу сәтті өтуі үшін әртүрлі масштабтардағы деңгейлерді қосудың жаңа әдістерінің маңызы зор. Жақсартылған теориялық модельдер электрондық аспаптардың орналасу ретін жекелей емес, толық модельдеуге мүмкіндік береді. Инженерлер жұмысының жетістігі дайын аспаптардың түрлі бөліктері мен функцияларының өзара әсерлесуіне тәуелді болады.

Компьютерлік модельдеудің қиындықтары

Наномасштабты құрылымдарды сәтті жасау үшін, бірнеше деңгейлерде мұқият үдерістерді адекватты түрде тудыртуға мүмкіндік беретін, компьютерлік модельдеудің осындай әдістерін қолдану керек. Күрделі биологиялық молекулалардың орналасуын имитациялау үшін, нанокұрылымдардың өздігінен жинақталуына әкелетін күрделі құрылымдарды оптимизациялаудың жаңа әдістерін ойластыру қажет, мысалы, ақуыздың бұралуы (немесе фолдинг).

Жобалайтын нанокұрылым жұмысының жалпы тиімділігін қамтамасыз ету үшін бұл әдістер көптеген мамандар үшін қол жетімді болу керек. Компьютерлік модельдеудің алынған нәтижелері қажетті сенімділік пен дәлдікке ие болу керек, сонымен қатар, сандық есептеулер мен теориялық бағаларға сай болу керек. Қазіргі уақытта ол үшін шешімді табудың ұжымдық ортасы мен бірлескен мәліметтер базасы қолданылады. Солардың арқасында географиялық жойылған ұжымдардың ғалымдары бір мәселе төңірегінде бірлесіп жұмыс жасай алады.

Компьютерлік технологияның дамуымен бірге нанотехнологияны зерттеудің жаңа қуатты аспаптары пайда бола бастады. Параллель компьютерлер мен параллель есептеу әдістері наноқұрылымдарды модельдеу мүмкіндіктерін және нанотехнологияның көптеген есептерінің шешімдерін кеңейтеді.

Компьютерлік модельдеу параметрлері

Теннесси штатында Оукриджде Оук-Ридж Ұлттық зертханасының ғалымдары және т.б. наномасштабты құрылымдарды синтездеу мен талдауды, сонымен қатар, басқаруды үйренді. Іргелі және қолданбалы нәтижелердің кеңдігінен басқа олардың жұмысымен көптеген күрделі сұрақтардың туындауы байланысты. Наномасштабты деңгейде алынған эксперимент нәтижелерін интерпретациялау үшін өлшеуіш құрал мен зерттелінетін нысан арасындағы өзара әсерлесудің математикалық моделін жасау қажет. 4.1-кестеде наноқұрылымдарды компьютерлік модельдеген кезде, математикалық модельдердің тек қана кейбір негізгі бөліктері (компоненттері, түсініктер, қасиеттері, параметрлері) берілген.

Мысалы, нанобөлшектің нейтрондары мен атомдарының өзара әсерін анықтау үшін теориялық модель қажет. Немесе бет арқылы қозғалатын, атомдық күші бар микроскоптан алынған мәліметтерді түсіну үшін, АҚМұшы беттің молекулаларымен қалай әсерлесетіндігін көрсету үшін модель қажет болады.

4.1.-кесте. Наноаспаптардың математикалық модельдеуінің негізгі бөліктері

Параметрлер	Сипаттамалары
Актуатор	Электр энергиясын механикалық энергияға түрлендіретін компонент
Биочип	Гидравликалық немесе электрлік сызбанұсқа көмегімен биологиялық операцияларды орындайтын компонент
Биоинформатика	Генетикалық ақпаратты зерттейтін ҒЫЛЫМ

Броундық қозғалыс	Микроскопиялық өлшенген бөлшектердің (броундық бөлшектер) сұйық немесе газ тәрізді ортадағы қатты заттың (шаң, өлшенген бөлшектер) жылулық қозғалысы
Декарттық координата жүйесі	Екі өзара перпендикуляр координат өстерінен түзілетін жазықтықтағы тікбұрышты координат жүйесі
Дифракция	Геометриялық оптиканың заңдарының көрсетуінен өзгеше электромагниттік толқынның таралуы
Энтропия	Қайтымсыз энергия жұтылуының өлшемі
Эмердженттілік	Оның элементтеріне тән емес, қандайда бір өздігінен ұйымдасушы жүйелерде таңғажайып ерекше қасиеттердің болуы
Наногидравлика	Сұйықтықтың наномасштабты көлемдерімен басқару туралы ғылым
Флуоресценция	Қозу энергиясымен жұтылғаннан кейін болатын заттың жарқырауы
Фракталдық	Нысанның немесе оның қасиетінің математикалық өзіне ұқсастығы
Изомерия	Элементтік құрамы мен молекулалық массасы бойынша бірдей, бірақ физикалық және химиялық қасиеттері бойынша алуан түрлі болып келетін қосылыстардың бар болуы
Ламинарлық ағыс	Сұйықтық немесе газ араласуынсыз қабаттарымен орнын ауыстырып отыратын ағын және жылдамдықтар мен қысым лүпілдері
Сызықтық өңдеу	Бірінен кейін бірі тізбекті түрде орындалатын есептеулер тәсілі

Монокок	Сыртқы қабықшасы негізгі және жалғыз тасушы элемент болып табылатын конструкция типі (каркастық немесе рамалық конструкциямен салыстырғанда)
Оптоэлектроника	Оптикалық диапазондағы электромагниттік сәулеленуді электр тоғына және керісінше, айналдырумен байланысты физика мен техниканың бөлімі
Орбиталь	Атомдағы электрондардың қозғалысы кванттық механика заңдарымен сипатталатындығын іс жүзінде бейнелейтін атомдағы электрондардың қозғалысы туралы геометриялық көзқарас
Осциллятор	Тербеліс жасайтын физикалық жүйе – оның көрсеткіштері уақыт бойынша периодты түрде қайталанып отырады
Параллельді өңдеу	Бір-бірінен тәуелсіз орындалатын есептеулер
Фотокатализ	Катализатор қатысында фотохимиялық реакциялардың үдеуі
Қысым	Осы беттің ауданына, денелер арасындағы өзара әсерлесу бетіне перпендикуляр бағытталған күштердің қатынасы
Кванттық нүкте	Барлық үш кеңістік өлшеулері бойынша шектелген және өткізгіштік электрондарынан құралған, өткізгіш немесе жартылай өткізгіш фрагменті; оның кішкентайлығы сонша, кванттық әсерлер орындалады

Кванттық туннельдену	Бөлшектер тосқауыл биіктігіне қарағанда, аздаған толық энергияға иелене отырып (туннельдеу кезінде өзгеріссіз қалады), потенциалдық тосқауылды орағытып өтетін, классикалық механикада орындалуы мүмкін емес, табиғаты квантты болып келетін құбылыс.
Өздігінен жинақталу	Аса қарапайым элементтердің негізіндегі күрделі құрылымдардың өздігінен жасалуына жүйенің қабілеттілігі
Спинтроника	Спиндік ток тасымал эффектісі қолданылатын кванттық электроника саласы
Асқын өткізгіштік	Нақты мәннен кіші температура кезінде кейбір материалдардың нөлге жақын электрлік кедергіге ие болу қабілеті
Термоэлектрлік әсер	Электр энергиясының жылулық энергияға түрленуі
Топология	Аздаған деформациялар кезінде өзгермейтін және оларды жасау тәсілдерінен тәуелді емес, геометриялық нысандардың қасиеттерін зерттейтін математика бөлімі
Транзистор	Екі электродты тізбектегі токты үшінші электрод басқаратын жартылай өткізгіш құрал
Трансляция	Геометриядағы параллель тасымал және механикадағы ілгерілемелі қозғалыс

Ғылыми жаңалықтардың өндірісі

Өндіріс нәтижелері – осындай нәтижелерді алумен байланысты ғылыми экспериментті қайталау мүмкіндігінің болуы. Нанокұрылымдар мен наноматериалдардың нәтижелері мен

сапасының жоғары өндірісін қамтамасыз ету үшін бірнеше айнымалыларды қарастыру қажет. Көптеген үдерістерде (шарап жасау саласынан микрочиптерге дейін), дағдарыстық болып табылатын факторлар бар, олар: температура, қысым, компоненттер концентрациясы, өңдеу уақыты және т.б.

АҚШ (National Nanotechnology Initiative - NNI) Ұлттық нанотехнологиялық инициативасының аясында жүргізілген зерттеулерде эксперимент, теория және компьютерлік модельдеуге аса мән беріледі (бұл инициатива жөнінде аса толығырақ осы кітаптың басқа тарауларында айтылады). Шынында, эксперимент жүргізушілердің, теоретиктердің және компьютерлік модельдеу мамандарының өзара әсерлесулерінің арқасында көптеген маңызды нәтижелерді алуға мүмкін болды.

Теория мен компьютерлік модельдеу арасындағы байланысты нығайту тапсырмасынан тұратын Оук-Ридж Ұлттық зертханасында жақында наноматериалдар теориясының Институты қаланды (Nanomaterials Theory Institute). Бұл институттың зерттеу нысаны бейорганикалық наноматериалдар, өздігінен жиналатын нанокұрылымдар, нанокатализаторлар және т.б. болып табылады.

Наноматериалдарды модельдеу электрондардың, спиндердің қозғалысы мен өзара әсерлесуінің кванттық заңдарына негізделген. Олардың көмегімен теоретиктер, атомдар мен молекулалардың тәртібін модельдейді, сонымен қатар, олардың өзара әсерлесуін зерттейді және жорамалдайды. Компьютерлік модельдеу эксперимент нәтижелерін түсіндіру үшін де, мысалы, нейтрондардың шашырауы үшін қолданылады.

Үйлесімділік

Наноғылым және нанотехнология алғаш сәйкес келмейтін деп есептеліп келген күрделі нанобөлшектер мен наноматериалдарды бірге қолдану мүмкіндігін көрсетеді. Бұндай комбинациялар осы кітаптың II бөлімінде сипатталады. Мысалы, кейбір бейорганикалық материалдардың беткі қабаты биологиялық молекулалармен химиялық байланысады. Осылайша, алынған іші қуыс сфераларды дәрі-дәрмектерді арнайы жеткізу үшін қолдануға болады.

Неліктен бұл мүмкін? Барлық мәселе өлшемде! Қарастырып отырған бақылаулар, ірі масштабты нысандармен емес,

нанобөлшектермен басқара отырып, жаңа материалдарды жасауға болатындығын дәлелдейді. Биологияда, химияда және физикада бұндай мүмкіндіктердің саны атомдық және молекулалық деңгейде көп. Наномасштабты деңгейде ғалымдар мен инженерлер күрделі аспаптардың аса кең түрлерін қолдана алады.

Кванттық қасиеттер

Қазіргі уақытта жартылай өткізгіш аспаптардың өлшемдері наномасштабты деңгейге жетті. Енді жоғары өндірістік процессорлардағы транзисторлардың нанометрлік өлшемдері бар. Сондықтан, олардың жұмысын бағалаған кезде соншалықты кіші нысандардың күрделі кванттық қасиеттерін ескеру қажет болады. Мұндай наномасштабты нысандарды жобалау және компьютерлік модельдеу үшін көптеген аса күрделі тапсырмаларды шешу талап етіледі.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Қандай микроскопта лазерлік ультракүлгін сәулелену және флуоросцентті үлгіні суретке түсіру үшін сканирлеуші айналар қолданылады:

- а) сканирлеуші конфокальді;
- ә) атомды күштік;
- б) оптикалық;
- в) сканирлеуші электронды.

2. Өнім сапасынан басқа, наноматериалдарды өнеркәсіптік өндіріс кезінде қандай негізгі факторларды ескеру керек:

- а) материалдар құнын;
- ә) өнімділігін;
- б) инженерлер демалысының графигін;
- в) салқындауын.

3. Оптикалық аспаптың жақын нысандар арасындағы арақашықтық немесе бұрышты өлшеу қабілеті деп нені айтамыз?

- а) микроскопияны;
- ә) бөлу қабілетін;

- б) молекулярлы электрониканы;
- в) фотосинтезді.

4. Сканирлеуші зонды микроскоп нені зерттеу үшін қолданылады?

- а) нысанның химиялық құрамын;
- ә) адамзат шашының қалыңдығын;
- б) атомдық және наномасштабты деңгейде материалдың беттік қасиетін;
- в) өз өсі төңірегінде Жердің айналуын.

5. ЖЭМ көмегімен көруге болатын көріністер 1000 есе кіші, тіпті, көзбен көруге болатыннан әлдеқайда кіші:

- а) 10 есе;
- ә) 50 есе;
- б) 50 000 есе;
- в) 500 000 есе.

6. Нанотехнологияны зерттеу және жасау үшін нелер қолданылады:

- а) өлшеуіш құралдар;
- ә) өндірістік құралдар;
- б) модельдеу құралдары;
- в) консерв пышағы.

7. C_{60} фуллерендері және басқа күрделі молекулалық нысандарды бақылау үшін ғалымдар нені қолданады?

- а) ұлғайтқыш шыны;
- ә) жарық қоңыздары;
- б) жарық орнына электрондар;
- в) бинокль.

8. Граммофонды күйтабақ ойнатқышына қандай микроскоп ұқсайды?

- а) АТМ;
- ә) АДД;
- б) ЛСМ;
- в) СЗМ.

9. Нанотехнология алтынның бетін химиялық байланыстыруға мүмкіндік береді:

- а) массалармен;
- ә) алюминиймен;

- б) көміртегі диоксидінің молекулаларымен;
- в) биологиялық молекулалармен.

10. Тосқауыл биіктігінен кіші, толық энергиямен потенциалдық тосқауылды орағыта отырып, электрондар нені түзеді.

- а) жыртқыш тоқты;
- ә) туннельді тоқты;
- б) магнетизмді;
- в) төменде жатқан тоқты.

I бөлімге арналған тест сұрақтары

1. Грамофонды күйтабақ ойнатқышына қай микроскоп ұқсайды?

- а) оптикалық;
- ә) ЛСМ;
- б) СЗМ;
- в) ЖЭМ.

2. Нанометр неге тең:

- а) миллиардтан бір метрге;
- ә) миллионнан бір метрге;
- б) мыңнан бір метрге;
- в) жүзден бір метрге.

3. Фуллерен ашылғанға дейін ең мықты зат болып саналған не?

- а) қорғасын;
- ә) алтын;
- б) криптон;
- в) алмас.

4. Микроскоптың үлкейтілуі деп зерттелінетін нысанның көрінісі неше есе ... болатын шаманы айтады:

- а) оның нақты өлшемінен кіші;
- ә) оның нақты өлшемінен үлкен;
- б) оригиналына қарағанда тығыз;
- в) оның нақты жарықтануынан жарықтау.

5. Метрикалық жүйе неге негізделген?

- а) бушеле және пекеге;
- ә) метр және килограммға;
- б) бір шымшым және фунтқа;
- в) ярдқа және мильге.

6. Жұмысы электрлік кернеудің әсерінен пішінін өзгертетін материалдарға негізделген электрлік мотор қалай аталады:

- а) пицца-мотор;
- ә) ұрланған мотор;
- б) роторлы мотор;

в) пьезомотор.

7. Нанотехнология кімнің үлкен қызығушығын туғызады?

- а) сәбилердің;
- ә) инвесторлардың;
- б) ақ құба қыздың;
- в) ағылшын профессорларының.

8. Эрик Дрекслер нанотехнологияның болашақ мәселелеріне қоғамдық назарды аудару үшін төмендегідей ой ұсынған:

- а) кара түйнектің;
- ә) пурпурлы көпіршіктің;
- б) сұр сілекейдің;
- в) жасыл сілекейдің.

9. Нанотехнологияны зерттеу және жасау үшін төмендегі барлық құралдардың ішінде біреуінен басқасының барлығы қолданылады:

- а) модельдеу құралдары;
- ә) өндірістік құралдар;
- б) өлшеуіш құралдар;
- в) бақшалық құралдар.

10. Цинк оксидінің наноөлшемді бөлшектері неден қорғану үшін қолданылады?

- а) күн сәулесінен;
- ә) желден;
- б) қалдықтан;
- в) қолайсыз ауа-райынан.

11. Ядро диаметрі мен алтын қабаттың қалыңдығын өзгерткен кезде наноқабықшада не өзгереді?

- а) салмақ;
- ә) ыршып кетуі;
- б) түс;
- в) иіс.

12. Дж. Дж. Томсон қазіргі кездегі танымал теріс зарядталған

бөлшектерді ашты, олар:

- а) протондар;
- ә) электрондар;
- б) кварктар;
- в) нейтрондар.

13. Химиялық және катализикалық реакциялардың әсерінен атомдар мен молекулалардың өз бетінше наноқұрылымдарға жиналу әдісі қалай аталады?

- а) жоғарылайтын немесе төменнен жоғары әдісі;
- ә) төмендейтін немесе жоғарыдан төмен әдісі;
- б) өнеркәсіптік;
- в) археологиялық.

14. Химиялық құрамы, молекулалық байланыстары, электрлік өтімділігі және т.б. туралы ақпаратты беруге қабілетті микроскоп қалай аталады?

- а) МЭТ;
- ә) АЭМ;
- б) АОЛ;
- в) АИМ.

15. 1960 жылы Ричард Фейнман атомдарды басқару нақты және ол ешқандай табиғат заңдарын бұзбайды, бірақ .. деді:

- а) бұл өте алаңдататын әрекет;
- ә) қазіргі тәсілдермен бұндай жіңішке басқаруларды жүзеге асыру; күрделі;
- б) бұл жалақы дұрыс төленбейтін жұмыс;
- в) бұл шексіз ұзақ іс.

16. Үш өлшемді кеңістікте нанометрлі құрылымдарды ұстау және орнын ауыстыру үшін нелер қолданылады?

- а) оптикалық пинцеттер;
- ә) ас үйлік шаңышқылар;
- б) зергерлік қысқыштар;
- в) боксерлік қолғаптар.

17. Заттың қарапайым құрылымдық бірлігі не болып табылады?

- а) кристалл;

- ә) нанотүтікше;
- б) молекула;
- в) полисахарид.

18. Нанокұралдарға төмендегі барлық заттар жатады, тек ... басқа:

- а) магниттерден;
- ә) оптиктерден;
- б) балғалардан;
- в) электрлік сызбанұсқалардан.

19. Су қышқылының формуласы:

- а) H_2O ;
- ә) H_2O_2 ;
- б) $C_6H_{12}O_6$;
- в) $Pb(SO_4)$.

20. Төменде көрсетілгендердің барлығы нанотехнологиялар болып табылады, тек біреуінен басқасы:

- а) қарқынды зерттеу саласынан;
- ә) жарнамашылардың сәндік сөзінен;
- б) ағымдық ақпарат тәсілдеріндегі истерия көздерінен;
- в) ғаламның қауіптерінен.

21. ... салыстырғанда нанобөлшек өлшемі бойынша, жасушамен салыстырғанда бильярд шары сияқты болып көрінеді:

- а) Эйфель мұнарасымен;
- ә) жеңіл автокөлікпен;
- б) ит мұрынымен;
- в) Сан-Францискоға кіретін Алтын қақпа көпірімен.

22. Бетгі өңдеу нанотехнологиясы төмендегі жаңа қасиеттерді жасауға мүмкіндік береді, тек ... басқа:

- а) оптикалықтан;
- б) интеллектуалдықтан;
- в) электрліктен;
- г) термиялықтан.

23. «Нано» сөзтіркесі төмендегі қандай көбейткішті белгілеу үшін қолданылады:

- а) 10^{-9} ;
- ә) 10^{-4} ;
- б) 10^2 ;
- в) 10^7 .

24. Инженерлер нанотехнологияны .. материалдар жасау үшін қолданады:

- а) минимал бағасымен;
- ә) демалысқа кеткенге дейін;
- б) атомнан кейін атом;
- в) әуен теориясы көмегімен.

25. Элементтердің қазіргі Периодтық кестесі неше элементтен тұрады?

- а) 28 элементтен;
- ә) 57 элементтен;
- б) 82 элементтен;
- в) 118 элементтен.

26. Молекулалық құрылымдық формула нені сипаттайды:

- а) кеңістіктік реттелу және элементтердің орналасуын;
- б) құнын;
- в) көміртегі атомдарының жиынтығын;
- г) реактивті қабілеттілігін.

27. Микроскопиялық теория күрделі жүйелер мен мультимасштабты әдістердің теориясы – бұл:

- а) кешкі телевизиялық шоу түрлері;
- ә) өлшеудің ағылшын әдістері;
- б) теория, модельдер және модельдеу әдістерінің атаулары;
- в) Жер қозғалысын зерттеу тәсілдері.

28. Эрнест Резерфорд 1908 жылы физика саласы бойынша Нобель сыйлығын және 1914 жылы батыр атағын не үшін алды?

- а) шоколадты торттың рецептісі үшін;
- ә) электрон спинінің ашылуы үшін;
- б) тектоникалық плиталар теориясы үшін;
- в) атомның қазіргі концепциясы үшін.

29. Нанотехнология әлемдегі барлық ақпараттарды ені бір дюйм

1/200 кубқа жаза алады деп кім ойлаған?

- а) Ричард Смолли;
- ә) Ричард Фейнман;
- б) Роберт Керл;
- в) Джемс Хиз.

30. Адам өз көзімен көруге қабілетті аса кіші зат қандай өлшемде?

- а) 100 нм;
- ә) 1000 нм;
- б) 10 000 нм;
- в) 100 000 нм.

31. 1989 жылы Сан-Хоседағы, Калифорния штатындағы (АҚШ) IBM компаниясының Альмадендегі ғылыми-зерттеу зертханасының қызметкері Дон Эйглер, ғылыми қауымдастықты немен таңғалдырды?

- а) аздаған бюджетпен күрделі зерттеулер орындады;
- ә) микроағзаларды бірінші болып көрді;
- б) ксенон 35 атомынан «IBM» сөзін қосты және оны суретке түсіріп алды;
- в) филологияда екінші ғылыми дәрежені алды.

32. Компьютерлік чиптердің көпшілігі қандай технологиямен жасалады?

- а) көлденең;
- ә) төмендейтін, «жоғарыдан төмен»;
- б) топографиялық;
- в) жоғары көтерілуші, «төменнен жоғары».

33. 1990 жылдан 2005 жылға дейінгі кезеңде нанотехнологияға арналған және жарыққа шыққан мақалалар жиыны 0-ден қандай санға дейін өсті?

- а) 10 000;
- ә) 15 000;
- б) 20 000;
- в) 30 000.

34. Жарықтандырғыш электронды микроскоп:

- а) үлгі бетін сканирлейді;

- ә) электр көзін тасымалдайды;
- б) үлгіні көрінетін жарықпен жарықтандырады;
- в) үлгіні проектордағы слайд сияқты жарықтандырады.

35. Фуллереннің сфералық пішіні бар, ал графит неден тұрады?

- а) табақшалардан;
- ә) додекаэдрдан;
- б) тетраэдрдан;
- в) сопақшалардан.

36. Наноботтар – бұл:

- а) жаңа жылдық жаңа шыршалы ойыншық;
- ә) миниатюрлі луноход;
- б) молекулаларды жинақтаушы;
- в) күрделі карталы ойын.

37. Материал наномасштабты болуы үшін, оның кем дегенде бір өлшемі қандай мәннен көп болмауы керек:

- а) 25 нм;
- ә) 50 нм;
- б) 100 нм;
- в) 200 нм.

38. Ғалымдар күрделі нанокұрылымдарды оптимизациялаудың жаңа әдістерін ойластырып жатыр, олардың ... болжау үшін:

- а) түсін;
- ә) өздігінен жинақталуын;
- б) исін;
- в) дайындалу мерзімін.

39. Гиннес кітабына енгізілген нанотүтікше моделінің өлшемдері үшін әлемдік рекорд неге тең?

- а) 880 футқа;
- ә) 1180 футқа;
- б) 1420 футқа;
- в) 1820 футқа;

40. Рентгенді және электронды спектрометрі бар жарықтандырғыш электронды микроскоптың комбинациясын көбінесе, қалай атайды?

- а) стереомикроскоп;
- ә) конфокальді микроскоп;
- б) қара өрісті микроскоп;
- в) аналитикалық электронды микроскоп.

II БӨЛІМ

ДЫМҚЫЛ ҚОСЫМШАЛАР

5-ТАРАУ

БИОЛОГИЯ

Наномасштабты әлем біз білетін және ұнататын әлемнен - ұшақтардан, пойыздар мен автомобильдерден, туфли, қарындаш пен кешегі пиццаларға дейін – ірі масштабты қасиеттерімен ерекшеленеді. Бізді қоршаған барлық өлшемдері мм-ден км-ге дейінгі макрокопиялық заттарға үйкеліс, пластикалық, серпімділік, жабысқыштық және т.б. иілгіштік қасиеттер тән. Осының арқасында біздің үйлеріміз картоннан жасалған үйлер сияқты бұзылмай, өз іргетасында берік орналасып тұр.

Наномасштапта керісінше, нысандардың орналасу әрекеті олардың өлшемдеріне барынша тәуелді болады. Мысалы, қарапайым шаң желдің соғуына тәуелді, бірақ ауырлық күшімен аз тежеледі, сол сияқты нанобөлшектер гравитациялық тартылысты аз сезеді. Атомдар мен молекулалардың күйі көп жағдайда көршілес нысандардың әсерлеріне тәуелді. Атомдар мен молекулалардың өзара байланыс әрекеттесулері олардың гравитациялық тартылысынан әлдеқайда күшті. Нанобөлшектердің қозғалысы мен реакциялық белсенділігіне сол сияқты сыртқы күштердің де әсері бар, мысалы электромагниттік өріс, газдық және сұйықтық ағындар, жылу және салқындық.

II бөлімнен бізге белгілі болғандай нанобөлшектердің атомдардың өлшемімен салыстыруға болатындай өлшемі бар, ендері шамамен 0,1 нм-ді құрайды. Нысанның кем дегенде бір өлшемі 1-ден 100 нм аралығында болса, ол наномасштабты деп саналады. Көптеген биологиялық нысандардың бір өлшемі болсын осы диапазонда жатады. 5.1-суретте аспапсыз көзбен көруге мүмкін емес, кейбір органикалық нысандардың салыстырмалы өлшемдері көрсетілген.

Көптеген бір жасушалы ағзалар өте ұсақ компоненттерден тұрады: ядро, митохондрия, Гольджи аппараты және т.б. Жасушаның бұл компоненттері әртүрлі күрделі қызметтер атқарады, мысалы, энергия береді немесе көрінісін қамтамасыз етеді.



5.1-сурет. Тіпті наномасштабты деңгейде нысандар әртүрлі өлшемде болады

Сұйық және қатты заттардың бөліну шекарасы

Заттардың әртүрлі күйлерінің арасындағы, мысалы сұйық және қатты заттардың бөлінуінің беткі қабаты, олардың ерігіштігі үшін маңызды рөл атқарады. Ғалымдар биологиялық нанотехнологиялардың көмегімен суда ерімейтін заттарды суда еритін заттарға түрлендіруді үйренді, олар тірі ағзалар ерітінділерін қосқанда, әртүрлі сұйық ерітінділермен қоса функционирайды. Бұндай түрлендірулердің жаңа тәсілдерінің ашылуы (құрғақ күйден дымқыл күйге) биология мен медицинаға нанотехнологияны табысты енгізудің негізгі факторы болып табылады.

Негізгі тәсілдердің бірі - «құрғақ патшалығынан» бір затты алып, мысалы, алтынды және оны «дымқыл патшалығына» қосып, мысалы арнайы антиденелер көмегімен ауру жасушаға енгізу. Осылай ауруларды, мысалы, қатерлі ісікті емдеу үшін түрлі улы емес бөлшектер немесе гибриді субстанцияларды пайдалануға болады. Нанотехнологиялардың жеке жасушаларға, мүшелерге, ағзаларға және экожүйелерге әсер ету потенциалы өте зор.

Сонымен қатар, тірі ағзаларды наноқұрылымдарды жасау үшін де қолданады. Табиғат күрделі химиялық, физикалық және биологиялық қызметтерді атқаратын әртүрлі көмірсутектермен толып кеткен. Егер ғалымдар наноқұрылымдарды синтездеуде үшін осы биологиялық жүйелерді пайдалануды үйренсе, онда бұл біздің химия, биология және материалтану туралы көзқарасымызды толығымен өзгертер еді.

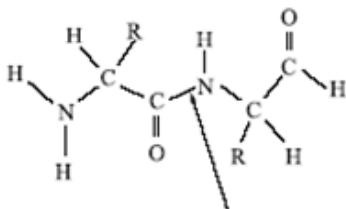
Қолдан жасалған наноматериалдар биология жүйесінде «шетелдік» болып табылады. Сондықтан, оларды медицина мен экология саласында қолданарда, олардың биохимиялық үдерістерге қалай әсер ететінін түсіну маңызды. Нанотехнологияларды жаңадан қолдану үшін биологиялық жүйелер («дымқыл патшалық») мен бейорганикалық наноматериалдардың («құрғақ патшалық») қалай әсер ететіндігін білу керек.

ТАБИҒАТ БИОМЕХАНИКАСЫ

Табиғатта алуан түрлі тірі ағзалар түрі бар – кішкентай жәндіктерден бастап үлкен көккіттерге дейін. Осы биоқұрылымдардың барлығының негізінде протеиндер (ақуыздар) жатыр. Протеин (ақуыз) бірнеше бағытқа бөлінген көміртегінің орталық атомын білдіреді: аминқышқыл топтары, карбоксиль топтары және әртүрлі ұзындықтағы бүйір тізбектері.

Протеиндер (ақуыздар) - пептидтік байланыспен байланысқан аминқышқылдарынан құралған жоғары молекулалы органикалық қосылыстар.

Сонымен, бірнеше пептидтік байланыспен байланысқан аминқышқылдар протеин (ақуыз) тізбегін құрайды. 5.2-суретте пептидтік байланысы бар протеин (ақуыз) құрылымы көрсетілген. Бұл байланыстардың қасиеті ғалымдарға ішкі жасушалық тетіктерді белгілі бір биологиялық мақсатта басқаруға мүмкіндік береді.



Аминқышқылдары арасындағы пептидті байланыс

5.2-сурет. Протеин (ақуыз) құрамы қарапайым немесе күрделі болады (пептидтік байланыстардан немесе бүйірлік тармақтарға тәуелді)

5.2-суретте аминқышқылдары, сонымен қатар, донорлық, яғни азот (N) пен сутегі (H) арасындағы және акцепторлі сутектік байланыс – көміртегі (C) мен оттегі (O) арасындағы қос байланыс пен донорлық сутектік байланыстарды байланыстырып тұрған пептидтік байланыс көрсетілген. Пептидтік байланыс дегеніміз байланысы, акцепторлы сутектік байланыс – көміртегі пен оттегінің екі есе байланысы. Бұл байланыстар жаңа наноқұрылымдар мен наноматериалдардың қасиеті мен қызметін анықтайды.

Протеин (ақуыз) тізбегінде қосымша көміртегін сутегі та-сиды және әртүрлі 20 бүйір тізбектердің ішіндегі біреуі R әрпімен белгіленеді. Сіздер әртүрлі жаңа наноқұрылымдар мен наноматериалдардың әлеуетіне протеиндердің (ақуыздардың) байланысының әсер етуінің көптеген әртүрлі тәсілдерін көре ала-сыздар.

Ғалымдардың пікірінше, нанотехнология Табиғат Анаға көмектесуге міндетті. ды құрылымдарға атомдар мен молекулаларды қосып немесе алып тастай отырып, тіпті кейбір ауруларды емдеуге немесе тіпті олардың алдын алуға болады.

Жасушалардағы протеиндердің (ақуыздардың) жұмыс істеу ұстанымын түсіну үшін олардың қалай құрылғандықтарын білу мүмкіндігіне қолжеткізу керек. Мысалы, биологиялық молекулалардың құпиясын олардың базалық құрылымын білмей жатып ашуға болмай-ды.

Уотсон мен Крик

Ғалымдардың айтуынша ДНҚ-дағы протеиндер (ақуыздар) өмір жоспарынан құралады. Олар шынымен тірі ағзаның даму және функ-ционирлеу бағдарламасын сақтайды.

Барлық жануарлар (трубкозубтан және броненостан бегемотпен адамға дейін) ұрпақтан ұрпаққа берілетін жануардың құрылуының жазылған негіздері бар ДНҚ-дан тұрады.

1951 жылы биологтар Джеймс Уотсон және Фрэнсис Крик Кем-бридж Университетінде (Ұлыбритания) рентгендік кристаллография әдістерінің көмегімен ДНҚ құрылысын зерттеді.

Крик протеин (ақуыз) молекуласының құрылымын рентгендік кристаллография деп аталатын үдерістің көмегімен зерттеді. Сымдар-дан құралған нуклеотидтердің модельдерімен жұмыс жасай отырып,

Уотсон және Крик ДНҚ құрылымын түсінді. 1962 жылы Уотсон, Крик және Морис Уилкинс бірігіп медицина/физиология саласындағы ДНҚ құрылымы бойынша еңбегі үшін Нобель сыйлығын иеленді.

Алынған мәліметтер негізінде олар ДНҚ-ның физикалық үлгісін жасады. Кейін олардың ұсынған қос спиральді құрылысының бар екені дәлелденді, ал олардың жұмысына 1962 жылы физиология және медицина саласында «Нуклейн қышқылдарының молекулалық құрылысына қатысты ашылулар жасағаны үшін және тірі жүйелерде ақпараттардың тасымалдау нысанын, олардың маңыздылығын ашқаны үшін» Нобель сыйлығы берілді.

ДНҚ-ның құрылысы ашылғаннан кейін ғалымдар тұқым қуалаушық пен тұқым қуалау ауруларының тетіктерін жақсы түсіне бастады. ДНҚ ағза денесінің ақуыздары, сол сияқты әртүрлі энзимдері туралы ақпаратты сақтайтын фрагменттерден тұрады.

ДНҚ - әр молекуласы сутектік байланыспен байланысқан және қос спиральмен оралған екі ұзын жіпшеден тұрады. Жіпшелер фосфат, қант және төрт азотты негіздердің бірінен тұратын аралық топтардан құралады. Жіпшелер бір-бірімен азотты негіздер жұбының арасындағы сутектік байланыстар көмегімен байланысқан. Сонымен, бес атомы бар көміртегі мен қант (дезоксирибоза), фосфат және азотты негіздер нуклеотид түзеді. Төрт азотты негіздер: гуанин (Г), цитозин (Ц), аденин (А) және тимин (Т) генетикалық код түзеді. Анығында олар энзимдер мен басқа ақуыздарды қалай жасау жөніндегі ақпарат жазылған жасуша жадының рөлін атқарады. 5.3-суретте ДНҚ-ның молекуласының екі еселенген спиралінің сызбанұсқа түріндегі құрылысы берілген.

ДНҚ-ның екі тізбегі де байланысқан жұп түзетін пуриндік немесе пиримидиндік негіздердің көмегімен ұсталынып тұрады. Сонымен қоса, аденин (пуриндік негіз) тек қана тиминмен (пиримидиндік байланыс), ал гуанин (пуриндік негіз) - цитозинмен (пиримидиндік негіз) байланыса алады.

<p style="text-align: center;"><i>Аденин ↔ Тимин</i> <i>Гуанин ↔ Цитозин</i></p>
--

ДНҚ-ның екі тізбегіндегі байланысқан жұп түзетін әртүрлі жағдайдағы төрт нуклеотид (А, Т, Ц және Г) ағзаның құрылысы мен атқаратын қызметінің толық жоспарын құрайды. Олар бұл ақпаратты өте үлкен дәлдікпен көшіре алады.



5.3-сурет. ДНҚ молекуласы төрт азотты негіздердің тізбегінен құралған екі спираль ретінде бұралған байланысқан жіпшелерден тұрады

Адам ағзасындағы әр жасуша ДНҚ-ның жеке 46 молекулаларынан тұрады және олардың әрқайсысында 160 млн. жұп нуклеотид бар. Және барлық бұл ақпараттардың жиыны еш қатесіз көшіріледі және сақталады. Бұл - компьютерге қарағанда аса сенімді ақпаратты сақтау жүйесі!

ДНҚ коды

Адам ДНҚ-сы бүкіл ағзаның құрылысының жоспарынан немесе кодынан тұрады. Кодталған нұсқауды орындау үшін ақпарат көшіріледі де, басқа молекулаларға беріледі. Егер ДНҚ-ның бір жіпшесі АГЦГЦААГ азоттық қосылыстардың тізбегінен құралатын болса, онда екінші жіпшеде оған сәйкес тізбек ТЦГЦГТТЦ түрінде болады. ДНҚ-ға ешқандай зиян келмеген кезде азоттық негіздердің бұндай сәйкестік ұстанымы әрдайым сақталады.

ДНҚ-ның зақымдануы әртүрлі факторлардың әсерінен бо-

луы мүмкін, мысалы радиациялық сәулеленуден. Сондықтан жүкті әйелдерге рентгенографиядан өтуге тыйым салынған. Себебі, рентгендік сәулелену нәрестенің ДНҚ молекулаларындағы ақуыз құрылысын зақымдауы мүмкін.

Әрине, ДНҚ-ның көшіру кезіндегі қателік шамасының үлкен маңызы бар. Егер ДНҚ-ның белгілі бір аумағы ГГЦААТЦ азоттың негіздер тізбегімен ГГЦААТЦ тізбегіне көшірілетін болса, онда мұндай қателіктен туындайтын әлеуетті қауіп сол берілген аймақтағы ДНҚ-ның кодталғандығынан тәуелді болады. Нанотехнологияның дамуының болашақтағы бағыттарының бірі генетикалық кодта осындай қателерді жөндеу мүмкіншілігі болып табылады. Егер де ғалымдар жекеше атомдарды жоюды немесе алмастыруды үйренгенде, онда олар көптеген гендік ауруларды емдей алар еді, мысалы, серпті – жасушалы анемия.

Ғалымдарға ұқсас биологиялық пазлдарды жинап үйрену үшін ұзақ әрі тапжылмай еңбек етуге тура келеді.

ДНҚ-дағы нуклеотидтер тізбегі кейбір үдерістердің қосылуы мен өшірілуіне, ақуыздар және басқа биологиялық құрылымдардың жасалуына жауап береді. Алайда, әлі күнге дейін маңызы белгісіз көптеген тізбектер бар. Жаңа нанотехнологиялар мен нанокұралдар тереңірек қарауға мүмкіндік береді (атомдық деңгейге дейін) және наноденгейде не болып жатқандығын және оны адамзат пайдасы үшін қалай қолдануға болатындығын қарастыруға ыңғайлы.

Биологиялық құрылымдар мен үдерістерді бақылау

Биологиялық құрылымдар мен үдерістерді бақылаудағы жетістік зерттелінетін үлгілерді шеберлікпен дайындауға тәуелді болады. Зертханалық қондырғы неғұрлым жақсы және үлгі таза болса, оның құрылымын, химиялық құрамы мен қасиетін дәл анықтау ықтималдығы соғұрлым көп. Көбінесе студенттер осындай қондырғыларды және өздерінің аса тәжірибелі жол сілтеушілері пайдаланатын әдістердің де көмегімен жақсы нәтижелерге жете алмай жатады. Тәжірибе және ұсақ-түйектерге қатысты мұқияттылық маңызды рөл атқарады.

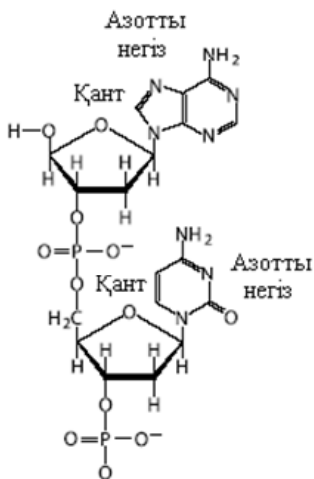
Ғалымдарға жақсы нәтижелер алу үшін олардың барлық тәжірибесі керек. Сонымен қатар, олар ол туралы аса көп ақпарат алуға мүмкіндік беретін, зерттелінетін нысанның сол спецификациялық

қасиеттерін пайдалануға тырысады. Мысалы, егер үлгі флуоресцирлеуге қабілетті болса, онда оны бақылау үшін флуоресценцияны талдау қажет, ал егер үлгі жақсы өткізгіш болса, оның электрлік қасиетін өлшеу керек.

РЕНТГЕНДІК КРИСТАЛЛОГРАФИЯ

Рентгендік кристаллография зерттелетін нысанның атомдық құрылысы туралы толық ақпарат алуға мүмкіндік береді. Рентгендік кристаллография әдістерінің көмегімен электрондар конфигурациясы мен олардың тығыздықтарының үш өлшемді таралуы туралы мәліметтер жинауға болады.

Ол үшін алдымен зерттелінетін молекула негізінде таза кристалдар өсіруге тырысады. Содан кейін оны рентгендік құрылғының ішіне орналастырады және рентген шоғырымен сәулелендіреді. Шоғыр молекула құрылымында дифракцияға ұшырайды (ауытқиды), ал дифракциялық көрініс детектормен тіркеліп және компьютермен талданады. Алынған ақпарат негізінде электрондық тығыздықтың орналасу картасы алынады. Мысалы, 5.4-суретте көрсетілгендей ДНҚ-ның молекуласындағы азотты негіздердің орналасуы мен байланыс түрлерін анықтауға болады.



5.4-сурет. Рентгендік кристаллография әдістерінің көмегімен ДНҚ молекуласындағы азоттық негіздердің орналасуын анықтауға болады.

Шынымен, атомдардың орналасуын ангстрем бөлігіне дейінгі дәлдікпен анықтауға болады (шамамен 10^{-8} см). Кристалды дайындау тәсіліне байланысты (өсіру) онда кейбір құрылымдық ерекшеліктер болуы мүмкін.

ЭЛЕКТРОНДЫҚ МИКРОСКОПИЯ

4-ші тарауда биологиялық молекулалардың жалпы құрылысын анықтау үшін электронды микроскоптың пайдаланылуы туралы айтылған. Электронды микроскоп 2 нм-ге дейін үлкейтіп көрсетеді. Оның көмегімен күрделі биологиялық құрылымдарға бақылау жүргізуге болады, бірақ жеке атомдарды бақылай алмайды. СЭМ мен ЖЭМ күрделі биологиялық молекулалардың жалпы құрылысын зерттеуге мүмкіндік береді.

Электрондық микроскопия және рентгендік кристаллография әдістері көмегімен алынған нәтижелерді ірі күрделі молекулалардың атомдық құрылымын компьютерлік модельдеу және сараптауда қолданады.

Бірқабатты көміртекті нанотүтікшелерді бақылау

Райс университетінің (АҚШ) биология мен қоршаған ортаны қорғаудағы нанотехнологияны зерттеу Орталығының (Center for Biological and Environment Quality-CBEN) профессоры Брюс Вайсман (Bruce Weisman) мен Ребекка Дрезек (Rebekkah Drezek) басшылығындағы зерттеушілер тобы биологиялық нанобөлшектерді алудың, тазалаудың және сараптаудың жаңа әдістерін іздеуде.

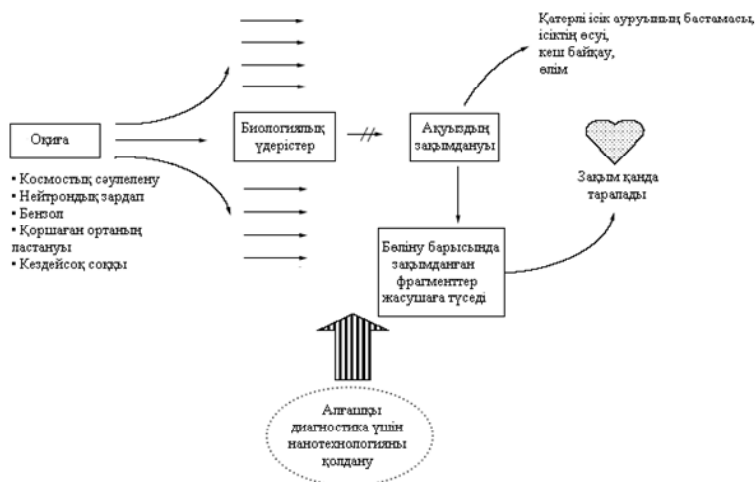
Өз жұмыстарында олар кейбір биологиялық үдерістерді бақылау үдерістерін қысқартатын бірқабатты көміртекті нанотүтікшелерді пайдаланды. Алынатын нанотүтікшелердің әртүрлі өлшемде, пішінде және бағытта болуына байланысты жұмыс үлкен техникалық қиындықтармен күрделенеді. Ғалымдарға олардың мақсаттарына жарайтын нанотүтікшелерді ғана тексеріп және сүзіп алу керек. Олар тұңғыш рет биологиялық мақсаттарда нанотүтікшелерді спектральді талдауды қолдана бастады. Ол үшін жартылай өткізгіш нанотүтікшелердің әртүрлі 33 типтері туралы мәліметтер жиналады.

Осындай мәліметтерге сүйене отырып, ғалымдар өздерінің мақсатына көп сәйкес келетін нанотүтікшелерді тиімді жасау және таңдау үшін пайдалана алды.

Спектроскопия (спектрлік талдау) – түрлі толқын ұзындықтағы сәулеленудің заттармен әрекеттесуін зерттейтін ғылым болып табылады. Зерттеу пәні сәуле шығару спектрі, яғни, сәуле шығару интенсивтілігінің толқын ұзындығынан тәуелді таралуы болып табылады.

Биологиядағы жаңа наномасштабты зерттеулердің аса маңыздыларының бірі - «мая-мая шөп ішінен ине» іздеумен тең. Дәлірек айтсақ, ғалымдарды көбінесе қай жерде өзгерістер болып жатқандығы қызықтырады, мәселен, ақуыздың зақымдануы және әртүрлі жасушалар мен биологиялық жүйелердегі бұндай зақымданудың салдарлары қандай болатындығы. 5.5-суретте осы үдерістің әртүрлі кезеңдеріндегі зақымдануды анықтаудың типтік сызбанұсқасы көрсетілген.

Жоғарыда айтылып кеткен СВЕН-нің зерттеулері нанотүтікшелердің көмегімен тышқандардың макрофагаларын бақылау тәсілдерін (басқа жасушаларды ұстап және қорыта алатын жасушалар арқылы) ойлап тапқан болатын.



5.5-сурет. Жасуша зақымдануы мен аурудың туындауының алғашқы диагностикасында нанотехнологиялар көмектесе алады

Олар *in vitro* режимінде нанотүтікшелердің тышқандар микрофагының қызметтеріне ешқандайда әсер етпейтіндігін байқады, бірақ олар флуоресценцияның арқасында жақсы көрініп тұр. Осылай бірқабатты көміртекті нанотүтікшелердің флуоресценциясы биологиялық нысандардың тәртібін бақылайтын маркерлер мен агенттер есебінде пайдалануға мүмкіндік береді.

In vivo режимі тірі ағзаның ішінде деген мағынаны білдірсе, *in vitro* режимі – тірі ағзадан тысқары, яғни түтікшеде дегенді білдіреді.

Биологиялық наносенсорлар

Биологиялық наносенсорлар денсаулықты сақтау, мониторинг және қоршаған ортаны қорғау, фармацевтика, гастрономия, косметика, химия, биологиялық ланкестіктен қорғанысты және биологиялық үдерістерді басқаруды қоса отырып, әртүрлі қосымшалар үшін әртүрлі салаларда қолданылады.

Биологиялық наносенсорлар ерекше биологиялық немесе химиялық нысанмен байланысты, көбінесе сандық электрлік белгі арқылы туындайтын, арнайы биологиялық белгілерді бақылау үшін қолданылады. Жаңа ғылыми әдістерді, мысалы, микро- және наноөндірісті пайдалануға, сонымен қатар, электроника жетістіктері ғалымдарға жақсартылған биомедициналық сенсорларды даярлауға мүмкіндік береді. Осы сенсорларды пайдалану медицина және фармацевтика өнеркәсібінде жаңа технологиялардың, сонымен қатар, қоршаған ортаны қорғаудың жаңа әдістерінің дамуына септігін тигізді.

Биологиялық наносенсорлар ғалымдарға өнеркәсіптік өнімдерде, химиялық материалдарда, ауада, суда, топырақта, биологиялық жүйелерде (мысалы, бактерияларда, жасушалар мен вирустарда және т.б. улы қосылыстардың өте төмен шоғырларын таңдамалы түрде анықтауға мүмкіндік береді. Спецификалық биологиялық маркерлерді оптикалық детектирлеу әдісімен және жоғары туынды компьютерлік жүйелермен араластыра отырып (мысалы, бояғыштар), ғалымдар күрделі қосылыстарды іздеу мен дифференциациялау үшін биологиялық наносенсорларды жасап үйренді.

Биологиялық наносенсорлардың көпшілігі зертелініп отырған үлгінің жаңа реакция өнімін түзе отырып, қандайда бір реагентпен әсерлесуін өлшеу ұстанымы бойынша жұмыс істейді. Бұл реакция оны электрлік белгіге түрлендіретін сенсормен ұсталады. Бұл белгі компьютер көмегімен бейнеленеді немесе жазылып отырады. 5.1-кестеде көрсетілген биологиялық үдерістердегі реакциялар, түрлендіргішпен әртүрлі тәсілмен тіркеле алады. Сенсордың нақты типі спецификалық биологиялық факторлармен анықталады.

Төменде биологиялық наносенсорлардың аса маңызды өлшемдері көрсетілген:

- басқа факторлардың араласуының аздаған дәрежесімен спецификалық биологиялық факторды тұйықтау қабілеті;
- дыбыс берілуінің аз уақыты;
- биологиялық үйлесімділік;
- аса кіші (нано) өлшемдер;
- аса жоғары сезгіштік;
- аса жоғары дәлдік;
- беріктілік;
- бір зерттелінетін үлгіде көптеген әртүрлі сынақтарды жүргізудің құнының төмен тұруы.

5.1-кесте. Биологиялық сенсорлардың кейбір типтерінің негізінде жататын физикалық ұстанымдар

Түрлендіру әдісі	Биологиялық сенсордың типі
Жылуды шығару немесе жұту	Калориметрлік
Зарядтың таралуының өзгерісі	Потенциометрлік
Тотығу немесе тотықсыздану реакцияларындағы электрондардың қозғалысы	Амперометрлік
Жарықтың шағылуы мен жұтылуы	Оптикалық
Деформация немесе кернеу	Пьезоэлектрлік

Зертханалар мен ауруханаларда биологиялық наносенсорларды енгізу жолында ғалымдардың бірнеше бөгетке төтеп беруі керек. Биологиялық наносенсорлар ағымдағы клиникалық әдістерге бейімделуі қажет және оларда интегрирленуі тиіс. Сонымен қатар жаңа биоинженерлік технология мен жетілген электрониканы жасау талап

етіледі. Мысалы, биологиялық сенсорларды пайдалануға жасалған әрекеттердің саны биологиялық белсенді беттерде ақуыздардың жинақталу өлшемімен шектеледі.

Сонымен қатар, әртүрлі материалдың жоғары сезімталдығына, таңдамалылығына, орнықтылығына және үйлесімділігіне қол жеткізу үшін олардың электрлік және биологиялық интерфейстерін келістіру керек.

БЕТТІК КЕРІЛУ, ТҰТҚЫРЛЫҚ ЖӘНЕ ЗАРЯД

Наноскопиялық және молекулалық деңгейде сұйық субстанциялардың базалық қасиеттері қатты денелердің базалық күйлерінен өте қатты ерекшеленеді. Бұл ерекшеліктің биологиялық наноматериалдар үшін үлкен маңызы бар. Атомдар мен молекулалардың өзара әрекеттесуі көп мөлшерде олардың қоршаған ортамен анықталады. Кейбір биологиялық наносенсорлардың сәтті жұмысы үшін олардың жергілікті ортасын ескеру қажет.

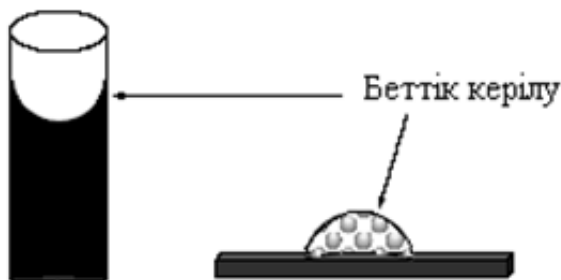
Беттік керілу

Беттік керілу терминін білмегендердің арасында саяси қарсыластардың қатысуымен өтетін бірлескен жиындар немесе ақсүйектердің отырыстарымен байланыстыруға болады. Ғылыми контексте беттік керілу барлық кезде, біз өсімдік жапырақтарындағы жаңбыр тамшысын немесе крем жағылған аяқ киімді көргенде кездеседі.

Беттік керілу сұйық молекулалары өз беті мен жалпы энергиясын азайту үшін бірге жиналуға ұмтылғанда пайда болады.

Беттік керілу сұйықтардың бірнеше молекулаларының еркін бетінің ауданын минимизациялау есебінде өз энергиясының шығынын азайтуға ұмтылуының нәтижесін береді (5.6-сурет).

Егер ойластыратын болсақ, онда кейде адамдар да өздерін солай ұстайтындығын түсінуге болады. Көзіңізге аязды қыста жылы үйлерінен шыққан бірнеше адамды елестетіңізші. Олардың барлығы басын иықтарына тығып алып, еркін бет ауданын азайту есебінен жалпы энергия шығынын (қыздырынуға) азайту үшін қолдарын қалталарына тығады немесе қолғап киеді.



5.6-сурет. Судың беттік керілуі білінерліктей күш ретінде байқалуы мүмкін

Молекулалық деңгейдегі (шын мәнінде молекуладан кейінгі молекула) сұйықтармен жұмыс істейтін зерттеушілер, беттік керілуді ескереді. Микроағыншалы және наноағыншалы техника аса аз сұйық қозғалысы ағындарын зерттеуге негізделген. Биологиялық наносенсорлар мен басқа медициналық наножүйелердің жақсы жұмыс істеуі, ғалымдар мен инженерлердің жақсы жұмыс істеуі үшін ғалымдар мен инженерлерге сұйықтың кішкене үлгілерін жеткізудің тәсілдерін табу қажет, мысалы, детектордегі қанның тамшылары.

Тұтқырлық

Бәлкім сіздер «қалың тұман, болмашы пайда сияқты» деген сөздерді естіген боларсыздар. Тұтқыр термині кез-келген араласуға немесе ондағы орын ауысуға қарсы болатын сұйықтың тығыз күйін сипаттауға қолданылады. Өте тұтқыр сұйықтың керемет мысалына қарапайым бал, майлы қаймақ немесе атаның дайындаған кетчупын жатқызуға болады.

Егер аспаздық үшін тұтқырлық ешқандай мәселе тудырмаса, онда нанотехнология үшін ол қосымша қиындық туғызады. Наносенсорларды жобалау және жасау барысында ғалымдар мен инженерлерге зерттелінетін үлгілердің тұтқырлығын үнемі ескеру қажет.

Тұтқырлық сұйықтың тағы бір қасиетімен байланысты, ол – ламинарлы ағыс. Ламинарлы ағыспен біз ылғи кездесеміз, мәселен, стақаннан сүтті төккен кезде. Төгілген сүт бір орында ұсталынып тұрмайды, барлық еркін аудан бойымен жайлап ағып кетеді.

Ламинарлы ағыс – бұл белгілі бір бағыттағы сұйықтың жеке молекулаларының үзіліссіз тыныш ағысы.

Сұйық ағысының сипаты мен тұтқырлықтың үлгілерді алу және олардың орнын сенсорларға қарай ауыстырудың микроскопиялық каналдарды жобалау кезінде маңызы зор. Себебі ғалымдар мен инженерлер осы каналдардың бітелуінен қашуға тырысады.

Электрлік кинетика

Тұтқырлық пен сұйықтардың ламинарлы ағыстарының мәселелерін жою үшін наномасштапта электр көзі қолданылды. Сұйық молекулаларының орнын белгілі бір бағытта ауыстыру үшін зерттеулерде сұйықтардың электрлік қасиеттерін пайдаланылады.

Электрлік кинетика немесе электрокинетика – белгілі-бір бағытта молекулалардың орнын ауыстыру үшін электр зарядын басқара отырып аса кіші канал арқылы тасымалдау.

Электрокинетика зертханаларда бірнеше тәсілдермен қолданылады. Олардың біреуінің ішінде канал бойымен, өз артынан жеке молекулаларды тартатын электр заряды жіберіледі. Бұл әдіс электрофорез деп аталады. Нысандары – маркерлері (мысалы, ақуыздар) электр тоғы өтетін гель-субстанциясының бір ұшына орналастырылады. Молекулалардың өлшеміне және басқа сипаттарына тәуелді олар екінші ұшына әртүрлі жылдамдықпен орын ауыстырады. Одан кейін ғалымдар жеке маркерлердің орналасуын салыстырады және үлгі құрамы туралы қорытынды жасайды.

Электрлік осмосто (немесе электроосмос), электрофорездегідей каналдағы сұйық арқылы өтетін электр тоғы қолданылады. Молекулалар бір-бірімен әсерлесіп, канал бойымен әртүрлі жылдамдықпен орын ауыстыратын электр зарядының қабырғаларын түзеді.

Биологтар ірі биологиялық (миллиметрлік) үлгілерді талдау үшін баяғыдан бері электрофорез және электроосмосты қолданады. Енді олардың молекулалық деңгейде аса жетілген және жіңішке технологияларды қолдануға мүмкіндіктері бар.

Сұйық электр күштік микроскопия

Доктор Джейсон (Jason Hafner) СВЕН-нен биологиялық наносенсорларда қолдануға болатын, наномасштаптағы зарядтарды өлшеу тәсілдерін ашты. Сұйық электр күштік микроскопия, немесе СЭКМ (FEFM - fluid electrical force microscopy) көмегімен, ол бір молекуладағы кішкентай зарядтарды өлшеп үйренді. СЭКМ биологиялық мембраналардың липидтерін (майлар) қосқанда, әртүрлі биологиялық жүйелер үшін қолданылады. Хафнер зертханасының қызметкерлері сұйық және гельдік фазадағы мембраналарда майдың жиналуын бақылау үшін СЭКМ қолданды.

БИОЛОГИЯЛЫҚ СЕНСОРЛАР ЖӘНЕ МАРКЕРЛЕР

Биологиялық наносенсорларды жасау саласындағы ғалымдардың тағы бір жетістігі стоматологияға жатады. Сілекей ауыз қуысын тазалайды және тісті бұзылудан қорғайтындығы белгілі. Калифорния (АҚШ) штатының университеті жанындағы стоматология Мектебінің ғалымдарының ойынша, сілекей адамның жалпы денсаулығының индикаторы сияқты әсер етеді. Сілекей көптеген ақуыздар, гармондар, антиденелерден және басқа молекулалық субстанциялардан тұрады. Дэвид Вонг (David Wong) профильдің пікірінше, сілекейді диагностикалық тестілеудің үлкен жетістігі, бұл әдістің инвазивті еместігі болып табылады, яғни, хирургиялық араласуды талап етпейді. Сілекейдің сынамасын ешқандай бір қауіпсіз, күйзеліссіз және қанмен байланысты, сынақтамалармен салыстырғанда, жұқтырудың әлеуетті мүмкіндігінсіз алуға болады. Сонымен қоса, бұл жерде ешкімді инемен піскілеудің керегі жоқ. Вонг әріптестерімен бірге төрт РНҚ (рибонуклейн қышқылы) молекулаларының қауіпті ісікпен байланысты құрамын өлшеу үшін биологиялық наносенсорларды қолданады. Олар 91 % дәлдікпен мүлдем сау және ауыз қуысының қауіпті ісігімен ауыратын адамдарды анықтады. Осындай дәл әдістерді иелене отырып, кез-келген дантист сілекей талдауының негізінде қауіпті ісіктің бар екендігін лезде және оңай анықтай алады. Вонгтың ойынша, болашақта сілекейде биологиялық маркерлердің талдауы негізінде аурудың басқа түрлерінің ертедегі диагностикаларының әдістерін өңдеуге болады, (мысалы, сүт безінің, жұмыртқалардың және өт безінің қауіпті ісігінің, Альцгеймер, СПИД аурулары, қант диабеті

және остеопороз). Биологиялық мембраналардың жоғары дәлдікті талдауын орындау мүмкіндігі биологиялық наносенсорларды ғалымдар мен инженерлердің тағы да бір қуатты құрылғысына айналдырады.

БИОЛОГИЯЛЫҚ ЧИПТЕР

ДНҚ-сенсорында ДНҚ-ның бір спиральді молекуласы басқа бір спиральді ДНҚ молекулаларының қоспасының арасында нуклеотидтердің қосымша тізбектілігін іздеу үшін қолданылады. Қазіргі уақытта осы әсердің негізінде жаңа биологиялық наносенсорлар жасалынууда. ДНҚ-чип, немесе биологиялық чип (биочип), ДНҚ-ның бетке бекітілген бірнеше қысқа молекулаларына негізделген. ДНҚ-ның реттелген молекулалары ғалымдарға бірмезгілде мыңдаған гендерді талдауға мүмкіндік береді. Биочип гендердің биологиялық маркерлерінің тәртібін және биологиялық үлгідегі нуклеотидтердің тізбектелуін зерттеудің маңызды құралы болып табылады. Биочиптердің көмегімен алынған нәтижелерді пайдалана отырып, генетиктер мен дәрігерлер көптеген аурулардың алдын алу үшін сауықтыру шараларды өңдей алады.

Жаңа наносенсорларды зерттеу, жасау, енгізудің маңыздылығы 9-тарауда аса толық қарастырылады.

Биологиялық әлемге әсері

Нанотехнологиялар көптеген жүз жылдықтар бойы ғалымдарды толғандырып келген сұрақтарға жауаптар алуға мүмкіндік береді.

Биологиялық нанотехнологиялар мүшелердің жеке жасушаларының ішкі дүниесін зерттеуге, өлімге әкелетін ауруларды ескертуге және экологиялық апаттардың алдын-алуға мүмкіндік береді. Ғалымдар таңғажайып «наноскоп», яғни олар үшін мүлдем жаңа және бейтаныс әлемді иеленгендей болды. Биологиялық наносенсорларды, биочиптер және басқа жаңа материалдарды пайдалана отырып ғалымдар біздің биологиялық әлемді толық өзгерте алады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Нанобөлшектердің ... электр және магнетизм, ауалық және су ағындары, жылу және салқын сияқты сыртқы факторлар неге әсер етеді?

- а) құрамына;
- б) нарықтағы орнына;
- в) қозғалысы мен өзара әсерлесуіне;
- г) өлшеміне;

2. Кристаллография әдістері мынадай ақпараттарды алуға мүмкіндік береді:

- а) алмастың мөлдірлігі туралы;
- б) қараңғы материяның құрылысы туралы;
- в) екі өлшемді сызықты сингулярлылық туралы;
- г) өлшемі туралы;

3. Спектроскопия олардың ... талдау материалдарды зерттеу үшін қолданылады:

- а) спектрін;
- б) иісін;
- в) қанығу нүктесін;
- г) өлшемін.

4. Тірі бактерияны тұңғыш байқаған кім:

- а) Александр Флеминг;
- б) Гарольд Корелл;
- в) Антони ван Левенгук;
- г) Ричард Смолли.

5. Сүт безінің қауіпті ісігінің, Альцгеймер, СПИД аурулары, кант диабеті және остеопороздың биологиялық маркерлері қай жерден табылған еді:

- а) құлақтан;
- б) сілекейден;
- в) шаштардан;
- г) жастардан.

6. Спецификалық құрылымдарға бұралатын аминқышқылдарының ұзын тізбектері былай аталады:

- а) липидтер;
- б) неоцидтер;
- в) ақуыздар;
- г) протоплазмалар.

7. ДНҚ құрылымын айырып тану мынаған негізделген:

- а) Нуклеин қышқылының жіпшелері мен оған қосымша нуклеотидтер тізбегінің сәйкес келуі;
- б) температураның өсуі;
- в) дәрігерге қаралумен байланысты фобии;
- г) байланыспаған липидтердің кездейсоқ реттелуінен үлгілерді тану.

8. Атомдардың орналасуын бірнеше ... дәлдікпен анықтауға болады:

- а) масаның шағуымен;
- б) ангстреммен;
- в) микрометрмен;
- г) километрмен.

9. Биологиялық наносенсордың елеусіз сипаттамасы болып мыналар табылады:

- а) биологиялық үйлесімділік;
- б) өлшемі;
- в) жоғары сезімталдық;
- г) жоғары құны.

10. Сұйықты электрқуштік микроскопия мыналармен байланысты:

- а) сұйықтыққа көпіршіктерді батыру және көтермелеу;
- б) молекулада кішкентай зарядтарды бақылаумен;
- в) құрғақ жерде электрқондырғыларын сақтау концепциясымен;
- г) молекулалар флуоресценциясымен.

6-ТАРАУ

МЕДИЦИНА

Сараптамаларды алған соң 15 минуттан кейін дәрігер олардың қорытындысын айту үшін қайтіп келеді. «Барлығы дұрыс сияқты. Бірақ мені ұйқыбездің белсенділігі», - таңқалдырды дейді ол.

Келесі сөздерден кейін менің көңілім түсіп кетті. Атам ұйқыбезінің қатерлі ісігінен қайыс болып еді: бұл ой менің миымды лезде тесіп өткендей болды. Ол бүкіл өмірінде қызығарлықтай денсаулығымен ерекшеленді, тек жас кезінде ғана шылым мен ішімдік қолданған. Кеше ғана мен кешкі астың үстінде бір стақан шарап іштім. Енді бұл қаншалықты маңызды?

Дәрігер жалғастырып жатыр: «Жасушалар мен ақуыздар жылдам өсуде. Бұл ішек асты темірінің қатерлі ісігінің түрі...»

Менің жүрегім тоқтап қалғандай болды. Кенеттен мен өзімді жайсыз сезіндім. Қатерлі ісік? Тағыда? Неге?

Ұзақ сөзден кейін дәрігер өз сөзін аяқтады. «Бұл бастапқы кезеңде сізге барлығын қамтамасыз ететін, екі иммундық инъекция жасау жеткілікті. Менің көмекшіммен өзіңізге ыңғайлы уақытқа келісіңіз. Бір жылдан кейін келесі профилактикалық тексеруде кездескенше».

Қандай жеңілдеу! Наномедицинаның арқасында бұрынғы қауіпті ауру қазір сондай қорқынышты емес.

***Наномедицина** – ауруды емдеу мен операциялар молекулалық деңгейде орындалатын медицинаның саласы.*

Көптеген ғалымдар мен дәрігерлердің ойынша, 2015 жылы бұл ойдан құрастырылған оқиға фантастика емес, шындық болуы мүмкін. АҚШ-тың денсаулық сақтау Ұлттық институтының (National Institute of Health - NIH) наномедицина саласындағы іс-әрекет жоспарына сәйкес, наномедицинаның негізгі мақсаттары мыналар болып табылады:

1) қатерлі ісікке шалдыққан жасушаларды алдын ала анықтау мен жою;

2) наномасштабты аспаптардың көмегімен жасушаның бүлінген бөліктерін жою немесе ауыстыру;

3) дәрі-дәрмектерді жеткізу мақсатында молекулалық насостарды шығару және имплантациялау.

Молекулалар мен атомдардан, материалдар мен аспаптарды наномасштабты деңгейде жасау және пайдалану бойынша зерттеулер белсенді түрде жүргізілуде және көп қаржыландырылуда.

Нанотехнология әртүрлі медициналық тапсырмаларды шешу үшін қолданылуы мүмкін:

- генетикалық ақпаратты сақтау және шығару;
- диагностикалар, мәселен, ауруды байқау;
- кейбір ауруларға ортақ қабылдаушылықты анықтау, мысалы, Альцгеймер ауруына;
- аурулардың жақсартылған классификациясымен, оларды, мысалы, типтерге және типастыларға бөлу;
- хромосомды айырмашылықтардың негізінде дәрілерді нүктелік таңдау;
- гендік терапияда, мысалы, кистоздық фиброзда;
- жеке жасушаларға бағытталған, дәрі-дәрмектерді таңдау, мысалы арнайы жасушалар үшін антидене жасауда.



6.1-сурет. Қатерлі ісік денеге әртүрлі жағдайда енеді

Қатерлі ісік әлі күнге дейін ең қауіпті аурулардың бірі болып табылады. Негізінде «қатерлі ісік» сөзінің астында өздерінің ерекшеліктері мен емдеу әдістерімен сипатталатын көптеген аурулар жатыр. Қатерлі ісік жақсы бүркеленеді және дененің көршілес бөліктеріне енеді. 6.1-суретте қатерлі ісік ағзаның қорғанысын бұзып өтетін кейбір тәсілдер көрсетілген.

Айталық сүт безінің қатерлі ісігі ауырлық дәрежесімен және өсу шапшандығымен ерекшеленетін 14 түрлі тәсілдермен байқалады. Ғалымдар қатерлі ісіктің кейбір құпияларын ашқанымен, қатерлі ісіктің кейбір түрлері емделмейді, әсіресе егер де қатерлі ісік кеш байқалып, аурудың денесіне жетерліктей берік орнығып алған болса. 6.2-суретте қатерлі ісіктің өліммен тынатын типтік дамуының сызбанұсқасы көрсетілген.



6.2-сурет. Ертерек диагностикадан өтпеу және уақтылы медициналық араласусыз қатерлі ісік ерте өлімге әкелуі мүмкін

Ұзақ уақыттағы болашақ нанотехнологиялар дәрігерге қатерлі ісік және басқа да қатерлі аурулардан емдейтін қуатты аспаптарды, мүмкін тіпті қарттықты жеңетін ем беруі мүмкін.

Емдеу әдістері

Әртүрлі ғылыми басылымдарда, мысалы, «Journal of Biomedical Nanotechnology» (нанотехнологияның биомедициналық журналы), нанотехнологияның биологияда, медицинада және химияда қолданылуының сансыз көп мысалдары баяндалған. Генетиктер, молекулалық биологтар, биохимиктер және биоинженерлер әртүрлі ауруларды емдеудің жаңа жақсартылған әдістерін жасаудың негізін қалап жатыр. Жуырда қатерлі ісіктен аман қалу мүмкіндігі диабет-

пен бірдей толығымен сауыға алатын ауруға айналады. 6.3-суретте қатерлі ісікті байқаудың және оны тіпті бастапқы кезеңде емдеудің типтік жағдайының сызбанұсқасы көрсетілген.

ЧИПТЕГІ ЗЕРТХАНА

Сараптама нәтижелерін бірнеше күн немесе аптада емес, бірнеше минут ішінде беретін түйреуіш басындай болатын кішкентай пластикалық чипті елестетіңізші. Таңғажайып секілді ме? Жоқ. Бұл нанотехнологияның көмегімен болуы мүмкін.



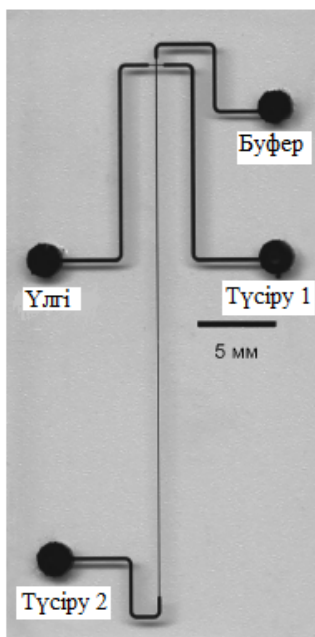
6.3-сурет. Қатерлі ісікті емдеудің негізгі факторлары уақыт болып табылады

Доктор Джеймс Хит (James Heath), химия профессоры және Лос-Анджелестегі (АҚШ) Калифорния штаты Университетінің нанотехнология зерттеушісі, 1 см^2 кремнийден жасалған чипке орналастырылған 1000 ұяшықты анализаторлары бар қондырғыны жасау үстінде жұмыс істеп жатыр. Әр чиптің кремний кеуегінің астында жеке саңылаулы ұяшықтардың бірнеше қатары бар. Жасушалық мембранаға қосылған кеуек жасушаның ішкі және сыртқы бөліктерінің арасында канал қызметін атқарады. Сонымен қатар чипте наносымдардың массиві тығыз орнатылған (яғни, қалыңдығы бірнеше нанометр болатын металл атомдарынан құралған сызық). Әрбір наносым биомолекулалық зондпен (ерекше ақуыздармен) – мысалы, спецификалық ақуызбен байланысатын – антиденемен қапталған. Осы массивке жалғанған детектормен өлшенетін электр өткізгіштікті өзгерте отырып, ақуыздар мембранадан өтеді де, антиденемен байланысады.

Бұл әдісті Хит әріптестерімен бірге асқын торлы наносымды шаблонның тасымалы (super – lattice nanowire pattern transfer) деп атады.

Ұсынылған әдісте бір-бірінен 8 нм қашықтықта орналасқан, диаметрі 8 нм-ге тең жеке жартылай өткізгіш наноөткізгіштер пайдаланылады. Басқа зерттеушілердің бұрынғы талпыныстары шамасы жағынан 2-3 есе үлкен ұқсас чиптерді жасауға әкелді. 6.4-суретте көбінесе «чиптегі-зертхана» (lab-on-chip) деп аталатын ойларды жүзеге асырудың алғашқы біреуінің суреті көрсетілген. Оның аса үлкен өлшемдеріне назар аударыңыздар.

Басқа зерттеушілер жасушаның қалыпты күйіне жасушаішілік нанозондтардың әсер ету деңгейін анықтауға тырысып жатыр. Олар типтік үдерістерді және араласқаннан кейін ғана болған үдерістерді анықтағылары келеді. Бұл жұмыс аптаның жұмыс күндерінде және, мәселен, қандайда бір сыртқы факторлардың: супермаркетке сауда жасауға бару, футбол магчына қатысу, фортепианадан сабақ алу, қонақтарды күту және т.б. кесірінен қарапайым тәртіп бұзылатын, демалыс күндері орташа статистикалық отбасының кешкі әрекетін талдауға ұқсайды.

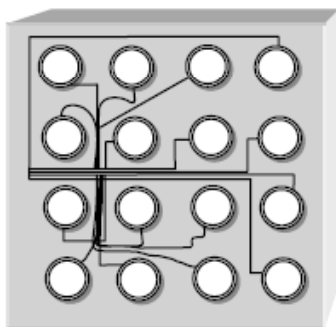


6.4-сурет. «Чиптегі-зертхана» ойларын жүзеге асыру мысалы (Human Genome Program бағдарламасы шегінде алынған сурет АҚШ-тың энергетика Министрлігімен көрсетілген)

«Чиптегі-зертхана» технологиясын жүзеге асыру үшін баяғыдан бері электротехникада баспа платаларды дайындау үшін қолданылатын әдістер пайдаланылуда. Бұндай чиптар сұйықтар мен химикалий үшін микроскоптық және наноскоптық каналдармен жасалады.

Микроағынды техника – бұл әртүрлі жасушаларға сұйықтарды тасымалдау үшін микро және наномасштабты каналдарды жасау тәсілдерін зерттейтін шығармашылық саласы.

«Чиптегі-зертхана» технологиясы жай технологияларға карағанда жылдам, арзан және дәлірек болып келеді. Сонымен қоса, бұл кішкентай ғана чиптерді бір мезгілде бірнеше тестерді орындау үшін жобалауға болады. 6.5-суретте бір мезгілде бірнеше тестерді орындайтын типтік «чиптегі- зертхананың» сызбанұсқасы көрсетілген.



6.5-сурет. «Чиптегі-зертхана» технологиясы сараптамадан өтетін аз ғана сұйықтың көлемі үшін тесттердің санын және олардың сезімталдығын көбейтуге мүмкіндік береді

Нанотехнологияның ерекшелігі, олардың өте үлкен емес арнайы жүйелер жасауға мүмкіндік беруі болып табылады. 6.5-суретте тек 16 анализатор көрсетілген, бірақ «чиптегі-зертхана» әртүрлі химиялық қосылыстарды және олардың туындыларын тестілеу үшін жүз және тіпті мыңдаған анализаторлардан тұруы мүмкін. Осылайша «чиптегі-зертхананың» көмегімен емделуші мүмкін болатын химиялық заттардың барлығына байланысты бір әмбебап тестіден өте алады. Ол

үшін көптеген сараптамалардан өтудің кезегінде тұрудың қажеті жоқ.

Наномасштабты «чиптегі-зертхана» олардың ағымдағы күйлерін анықтау үшін, инфекциялы және де басқа аурулардың бар-жоқтығын анықтау үшін биологиялық үлгілерді араластыруға, бөлуге, тестілеуге және өңдеуге мүмкіндік береді. Оның көмегімен жасушалардың өзара әсерлесуін бақылауға болады: белгілердің берілуін, энзимдердің жұмысын және қоректік заттардың жеткізілуін, жасушалық өнімдердің түзілуін және басқаларды. Бір жасушаның бір «суретінің» орнына ғалымдар бірнеше жасушаның қалай өмір сүретіндігі жайлы «фильм» түсіре алады.

Кремнийлі наносымдар

Гарвард университетінің (АҚШ) ғалымдары өте жұқа кремнийлі электрлік наносымдарды жеке вирустарды анықтауда пайдалануға болатынын байқады. Осындай наносымдар көмегімен әртүрлі вирустардың бар екендігін үлкен дәлдікпен анықтауға болады. Егер жеке наносымдарды бір массивке жинаса, онда бірден мыңдаған әртүрлі вирустарды анықтауға қабілетті күрделі анализатор жинауға болады.

Гарвард университетіндегі (АҚШ) химия профессоры доктор Чарльз М. Либер (Charles M. Lieber) бір ғана вирус бар болса, электр тізбегін тұйықтап немесе ажыратып жіберетін кремнийлі наносым жасады. Вирустарды табу наносымдар өлшемдерін, электр тоғы және антидене рецепторларын дәлдеу арқылы мүмкін болды.

Бір вирустың антидене рецепторымен қосылуы кезінде, осы вирустың бар болуы белгісі болып табылатын электрлік қасиеттердің нақты өзгерісі туындайды. Зерттеушілер үшін мұндай әдіс әртүрлі вирустарды дәл ажыратуға мүмкіндік беретіндігін байқады. Осылайша, жуырда өте ерте кезеңдегі жұқпалы аурулардың қауіпті вирустарын байқауға болады. Мәселе иммундық жүйенің вирустардың аздаған популяцияларына әсер етуге қабілеттілігінде, бірақ көбінесе табиғи әдістермен орнықтыру қиын болатын аса қауіпті вирустарды бастапқы кезеңде тек қана медицинаның араласуының көмегімен жеңуге болады.

Қатерлі ісікпен күрес

Нанотехнологияның дамуымен ғалымдар жаңа жетістіктерді пайдалана отырып, медициналық эксперименттерді жиі жүргізе бастады. Медициналық нанотехнологиялар көптеген пәндердің тоғысқан тұсында жатыр және өзіне биология, химия, физика мен техника салаларының нәтижелерін енгізеді. Бұлардың кейбірі ауру жасушаларға, мысалы, қатерлі ісік жасушаларына, дәрі-дәрмектерді мақсатты түрде жеткізуге қолданылады және олар нановекторлар деп аталады. Сонымен қатар, олар көріністің айқындылығын жоғарылату үшін агент есебінде қолданылады – флуоресценциялайды немесе жай ғана микроскоп астында анық көрінеді.

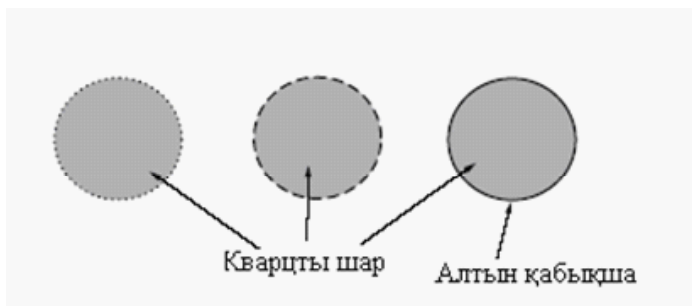
АЛТЫН ҚАБЫҚШАЛАР

Бұған дейін сіздер фонарь жарығын өз қолыңыздың саусақтарының арасы арқылы өткізіп көрдіңіздер ме? Жарық шыға берісінде қызыл болып көрінеді, ол қанның қызыл түсті болғандығынан емес.

Жарықты әртүрлі тәсілдермен пайдалануға болады. Егер жарық өз жолында металды кездестірсе, ол қатты қызып, айналасында қоршап тұрған ұлпаларды (мысалы, қатерлі ісікті) күйдіріп жіберуі мүмкін. Ал егер жарық оттегінің жоғары белсенді молекулаларын генерациялайтын бөлшекті кездестіретін болса, олар қоршаған ортамен реакцияға түседі және оны жояды (мысалы, тағы да қатерлі ісікті).

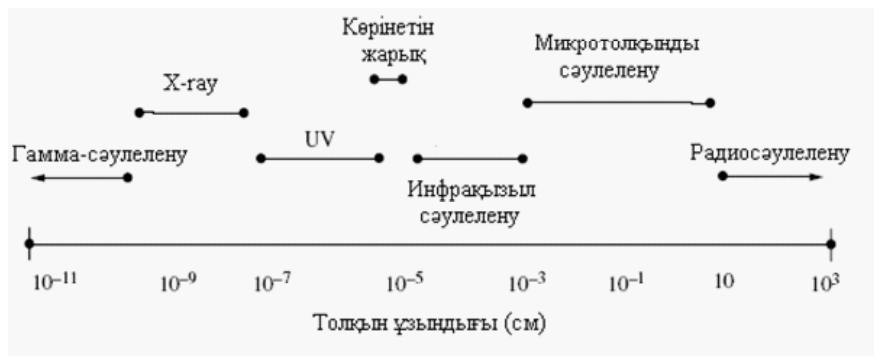
СВЕН-нен Дженифер Уэст (Jennifer West) және Ребекка Дрезек (Rebekah Drezek) ауру ұлпаларды табу және емдеу үшін алтынның жұқа қабатымен қапталған аса кіші кварц шариктері негізінде профессор Наоми Халас (Naomi Halas) жасаған наноқабықшаларды (nanoshells) пайдаланды (6.6-сурет).

Наноқабықша – алтынның жұқа қабатымен қапталған шариктің өлшемі мен қабат қалыңдығынан, сонымен қатар оның компоненттерінің химиялық құрамынан тәуелді болып келетін оптикалық қасиеттері бар кварцты шарик.



6.6-сурет. Наноқабықшалар қарапайым, бірақ өте тиімді наноагенттер болып табылады

Алтынның жұқа қабатымен қапталған аса кішкене кварц шарлары негізіндегі нанобөлшектер инфрақызылға жақын диапазонда жарық жұта отырып (электромагниттік сәулелену) жасалынды, ол адам денесінің ұлпасы арқылы оңай өте алады (электромагниттік сәулеленудің спектрінің көрінетін бөлігі ұзын толқындар үшін - қызыл, ал қысқа толқындар үшін - күлгін түсті болып келетіндігі белгілі), 6.7-сурет.



6.7-сурет. Электромагниттік сәуле шығарудың толқын ұзындығы мен энергиясының шкаласы

Қатерлі ісікті емдеудің жаңа әдісі, кішкентай нано – қабықшалар қанмен бірге қатерлі ісіктің ішіне енуіне негізделген. Ісіктегі қан тамырларының кішкене қуыстары болғандықтан, наноқабықшалар сонда тұнып, ісіктің ішінде ғана жиналады. Бұл құбылыс жоғарғы өткізгіштік және ұсталыну (enhanced permeability and retention - EPR)

деп аталады. Нанокабықшаларды сол сияқты антиденелермен қосып және онкоақуыздарға (онкогенді, яғни қатерлі ісік ақуыздары) немесе маркерлерге қарсы бағыттауға болады.

Демек, нанокабықшалар қатерлі ісікке екі түрлі жолмен жеткізіледі: EPR немесе антидене көмегімен. Бірақ қатерлі ісіктің барлық түрлерінің антидене жасауға болатындай анық белгіленген маркерлері бола бермейді. Алайда, біздің бақытымызға орай ЭПР-ді қатерлі ісіктің көптеген түрлеріне ешбір маркерсіз пайдалануға болады.

Мысалы, сүт безінің қатерлі ісігін емдеу үшін алтынмен қапталған нанокабықшаларды қатерлі ісікпен бірігуге қабілетті антиденелермен байланыстырады. Тышқандарға жасалған тәжірибеде осы нанокабықшалар бар қатерлі ісік жасушаларын инфрақызыл лазер сәулесімен жарықтандырған. Сонымен қатар, алтын лазерлік сәулеленуді жұтып алған, нанокабықшалар қызып, ал сау ұлпалар суық болған. +55⁰ С температурада қатерлі ісік жасушалары күйіп кетіп, ал сау жасушалар бүтін және өзгеріссіз күйінде қалған.

Бұл бағытталған емдеудің артықшылығы, тек қана қатерлі ісікке шалдыққан аймақтар «күйеді», ал сау ұлпаларға еш зақым келмейді. Бұл ерекшелік химиятерапиямен салыстырғанда, осы әдістің артықшылығын көрсетеді. Химиятерапия кезінде барлық жылдам өсетін жасушалар өледі, қатерлі ісік жасушалары немесе сау жасушалар (осы себептен химиятерапияны өткен науқастардың шаштары түседі – шаш қабының жасушалары бөлінеді және басқалармен салыстырғанда тез өседі де бірінші болып жойылады).

Ғалымдар тышқандарға жасаған тәжірибе ешқандай ем алмаған және 30 күннен кейін өліп қалған тышқанмен салыстырғанда, сүт безінің қатерлі ісігінің жасушаларын жоюда 100 пайыздық тиімділікке қол жеткізді. Осындай тамаша нәтиженің арқасында адамдарға тәжірибе жасау 2005 жылдан басталды.

Тік ішектің қатерлі ісігін емдеу үшін тышқандарға жасалған тәжірибеде зерттеушілер нанокабықшалардың күре тамыр инъекциясынан және қатерлі ісікпен зақымданған аймақты сәулелендіргеннен кейін 6 сағат өткен соң барлық қатерлі ісік жасушаларының жойылғанын байқаған. 10-шы күн нанокабықшалармен өңделген ісіктер толық жойылып кеткендігі байқалған, ал бақыланушы тышқандардың ісіктері қауіпсіз болып қалған.

21-ші күні ісіктері бар барлық бақыланушы тышқандар өліп қалған, ал жоғарыдағы әдіспен емделген тышқандарда ісіктер қайта пайда болмаған.

Жаңа емдеу әдістерінің әлеуетін зерттейтін ғалымдардың ал-

дымен осы емдеудің жаңа әдісінің аурудың өзінен де қауіпті емес екендігіне көз жеткізулері керек. Мұндай қиындықтар нанобөлшектер белгіленген орынға түспесе (биологиялық таралу), денеде мәңгілік қалып қалса (тазалығы) немесе улы болса (уыттылық) туындайды. Міне, сондықтан наноқабықшаны қолданар алдында оның биологиялық таралу деңгейін, тазалығын және уыттылығын тексеріп алу керек болады. Наноқабықшалар осы тексерістен ойдағыдай өтті.

Өткір инфрақызыл сәулелену көмегімен осындай қатерлі ісікті емдеудің негізінен жаңа және жақсартылған әдістері жуырда көптеген ем алушылардың қиындықтарынан және жанама әсерлерден құтылуларына көмектеседі. Сонымен қатар, бұлар емдеудің тиімділігін жоғарылатуға мүмкіндік береді, себебі ағзаның қатерлі ісік жасушаларымен бірге сау жасушалары жойылатын химиятерапиядағыдай ағза ызаланып қарсыласпаса да болады.

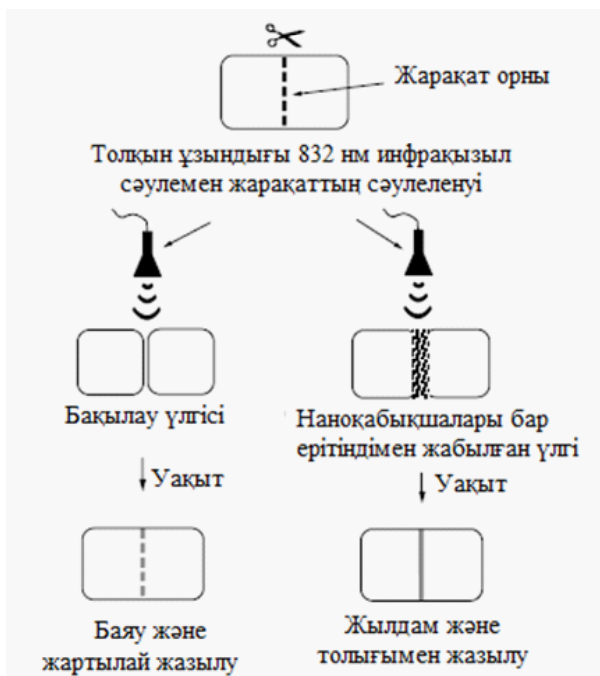
ТЕРІНІ ДӘНЕКЕРЛЕУ

Қоршаған сау ұлпаларды қыздырмай инфрақызыл жарықты жұтатындай етіп наноқабықшаларды жобалауға болатындықтан, оларды Райс университетінде (АҚШ) профессор Уэсттің зертханасында ұлпаларды “дәнекерлеу” үшін пайдалануға болады деп шешті. Мұндай әдіспен дәнекерленген ұлпалар жақсы әрі жылдам жазылады. Бұл әсіресе өте жас және егде адамдар үшін аса маңызды.

Ұлпаларды дәнекерлеу үшін наноқабықшаларды альбуминнің (ақуыздың) ерітіндісіне батырады да, оны жарақаттың аймағына жағады. Жарақат аймағының инфрақызыл жарықтармен жарықтануы кезінде наноқабықшалар қызады және оларды қоршаған ақуыздар денатурацияға ұшырайды да, (яғни тауық жұмыртқасын табада қуырған кездегі тауық жұмыртқасының ақуызы сияқты өзінің құрылымын өзгертеді), металдарды дәнекерлеген кездегідей жабысып қалады. Инфрақызыл жарықтану кезінде наноқабықшаларсыз ешқандай дәнекерлеу ісі болмаған болар еді, 6.8-сурет.

Наноқабықшаларсыз қарапайым лазерлік дәнекерлеу кейбір мәселелермен байланысты. Мәселе жарықтық сәуле шығарудың үлкен тереңдікке өте алмауына байланысты, дәнекерленген жіктер өте жұқа және берік емес болып шығуында, ал оларды қоршаған ұлпалар қатты зақымданады. Наноқабықшалармен байланысты технологияда бұл мәселелер, минимал дәрежеде тірі ұлпалармен жұтылатын, белгілі бір толқын ұзындығы (инфрақызылға жақын) бар сәулеленуді

таңдап алудың арқасында азайған. Жарақатты наноқабықшалы дәнекерлеменен жауып қойғаннан кейін және дәнекерлемені инфрақызыл жарықтармен жарықтандырғаннан кейін дәнекерлемені түйісетін ұлпалардың дәнекерленуі жүзеге асады. Және дәнекерленген жіктің беріктілігі зақымданбаған ұлпаның беріктілігіне жақындайды. In vivo тышқандарға жасалған тәжірибелер, дәнекерленген жіктер тек бұзылмай ғана қойған жоқ, тіпті сынақтан кейін 32 күн өткен соң беріктілігі артқандығын көрсетті.



6.8-сурет. Наноқабықшаларды лазерлік сәулеленуге дейін қолдану жарақаттарды тезірек және берік жазуға мүмкіндік береді

ОПТИКАЛЫҚ КОГЕРЕНТТІ ТОМОГРАФИЯ

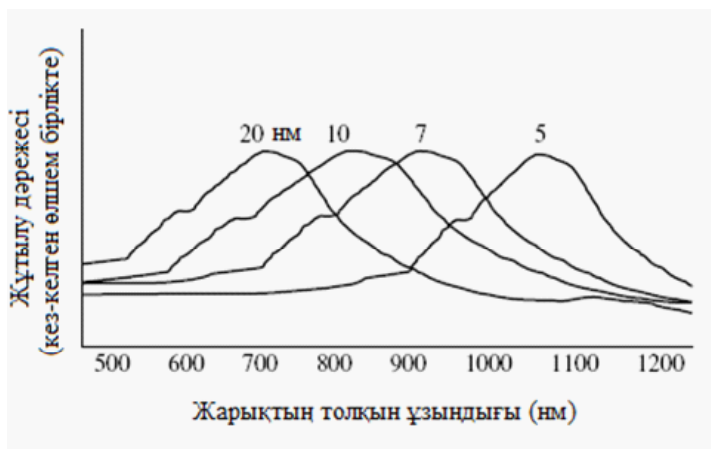
Қатерлі ісік ауруларының инвазивті емес диагностикасы үшін, сонымен қатар, жарықтың шашырауы негізінде бейнелеудің оптикалық технологиясы пайдаланылады, мысалы, оптикалық когерентті томография, немесе ОКТ (optical coherence tomography - OCT). Қатерлі ісіктің ұлғаюы бойынша ұлпаның оптикалық қасиеттері өзгереді, бұл дәрігерлерге ұлпаның сау және қатерлі бөліктерінің арасындағы

айырмашылықты орнықтыруға мүмкіндік береді. Қатерлі ісіктің ерте анықталуы, сезімталдығының артуы, бейнелеудің жақсаруы жаңа агенттерді молекулалық маркерлер есебінде пайдаланудың арқасында мүмкін болды.

Наноқабықшалар бақыланатын оптикалық қасиеттерге ие болғандықтан, наноқабықшаларды электромагниттік сәуле шығарудың көрінетін және инфрақызыл бөліктерінің барлық диапозонында жарықты жұтатындай немесе шашырата алатындай етіп құруға болады (6.9, 6.10-суреттер).

Қараңғы өрісті микроскопияның көмегімен (тек қана жарықтың шашырауына сезімтал) *in vitro* қатерлі ісік жасушалары маркерлермен (ақуыз, антиденелер және т.б.) эксперименттері жасалған болатын.

Бейнелеудің мұндай әдістерін оптикалық қасиеттері бар басқа наноматериалдармен бірге қолдануға болады, мысалы, инфрақызыл диапазонға жақын орналасқан флуоресценциямен. Сәулеленудің жартылай жұтылуының және шашырауының арқасында тіпті көрінбейтін наноқабықшаларды жасауға болады.



6.9-сурет. Наноқабықшалардың өлшемдерін ең жоғары дәрежеде белгіленген толқын ұзындығымен жарықты жұтатындай етіп орнықтыруға болады

Биологиялық инженерия

Материалдардың қасиеттеріне ең жоғары талап қоятын шығармашылық саласы — биологиялық инженерия. Аса кіші өлшемдері

оларды биологиялық ортаға енгізуге мүмкіндік беретіндіктен, медициналық емдеуде наноматериалдардың маңызы зор. Сонымен қатар, инженерлер наноматериалдарға тән қасиеттерді пайдалануды үйренді, мысалы аурулардың диагностикасы үшін және ағза мүшелері зақымданғанда, үлкен беттік ауданды пайдаланды.

АҚУЫЗДЫҚ ИНЖЕНЕРИЯ

Адам ағзасын қоса алғанда, биологиялық жүйелер, ақуыздардан тұрады. Тері, шаш, бұлшық еттер, қан, ішкі мүшелер, көз және ағзаның басқа көптеген бөліктері: мүше құрылысын және қызметін түзетін мыңдаған ақуыздар. Кейбір аурулар, мәселен, серпотүрлі-жасушалық анемия және құтыру сияқты аурулар ақуыз молекуласының зақымдануының туындайды.



6.10-сурет. Әртүрлі өлшемдегі наноқабықшалары бар түтікшелер
(Дженифер Уэст)

Ғалымдар көп жылдар бойы кейбір ақуыздардың құрылысын ашуға ұмтылуда. Бұл үдеріс адам геномын және көптеген жаңа ақуыздарды және олардың қасиеттерін ашқаннан кейін жеңілдеді.

Қазіргі уақытта ғалымдардың құрылыс блоктарын (аминқышқылдары) ұзын тізбек сияқты жинақтай отырып, ақуыздарды жасауды үйренгілері келеді. Олар зақымданған ақуыздың жеке бөліктерін ауыстыруды үйренді. Осылайша, өзгертілген ақуыз не өз табиғатына сай, не ғалымдар ойластырғандай әрекет жасай алады. Осындай әрекет ақуыз инженериясы деп аталды.

Протеин (ақуыз) инженериясы – медициналық немесе аграрлық мақсатта ақуыздарды жасау немесе өзгерту туралы ғылым.

Нанотехнология протеин (ақуыз) инженериясымен тығыз байланыста болып табылады. Олардың көмегімен ақуыз молекуласының құрылысын зерттеу протеин (ақуыз) инженериясының әдістерінің әлеуетін күшейтеді. Жаңа ғылыми пәндер – геномика және протеомика («протеин», яғни ақуыз сөзінен шыққан) көптеген маңызды ақуыздарды, олардың құрылысы мен қызметін, сонымен қатар, олардың өзгеру және жақсару тәсілдерін зерттеумен айналысады. Жақын арада вирустық инфекцияларға төтеп бере алатын жасанды ақуыздар шындыққа айналады.

МОЛЕКУЛАЛЫҚ ДНҚ-ТЕРАПИЯ

Емдеудің тағы бір түрі – ДНҚ молекуласының өздігінен репликациялана алатын қасиетіне негізделген (яғни өзінің көшірмесін жасай алуы) гендік терапия немесе ДНҚ-терапия. Оны арнайы биологиялық бөлшекті, мембрананы немесе ұлпаны іздеуге арналған биологиялық сенсор ретінде пайдалануға болады. Зерттеушілер кейбір онкоақуыздардың ДНҚ фрагменттерін жасауды үйренді. ДНҚ-дактилоскопия (бұлай аталу себебі ДНҚ жеке дара және керемет) қандағы немесе ұлпадағы онкоақуыздарды дәл анықтайды. ДНҚ гендері біркелкі қалыпта орналасқандықтан, қателесу ықтималдығы мүлдем жоқ.

ДӘРІ-ДӘРМЕКТЕРДІ ЖЕТКІЗУ

Адам ағзасы әртүрлі жүйеліктерден тұратын ауқымды және күрделі жүйе болып табылады, сондықтан дәрі-дәрмектерді керекті жерге дәл жеткізудің үлкен маңызы бар. Біздің ағза оны өзінің бағыты бойынша, яғни табиғи жолмен жасай алады. Алайда ғалымдар дәрі-дәрмектерді жеткізу адам ағзасында жүзеге асатындығының арқасында био қолжетімділік (bioavailability) тетігінің барлық қыр-сырларын енді түсінуде.

Био қолжетімділік адам ағзасындағы белгілі бір жерге дәрі-дәрмектерді жеткізу қабілетін сипаттайды.

Дәрі-дәрмектерді жеткізудің нанотехнологиялық әдістерінде, дәрілік зат дәл қажет ақуызға қосылып және қатерлі ісікке жеткізілуінің арқасында, ДНҚ кодының ерекше қасиеті пайдаланылады. Барлық ағзаға әсер ететін дәрі-дәрмектермен салыстырғанда, жаңа дәрі-дәрмектер таңдамалы түрде әсер етуге қабілетті. Зиянды әсерлер жойылатындықтан, бұндай тәсіл емделуші адам үшін әлдеқайда қауіпсіз.

Тек дәрі-дәрмектің концентрациясын арттырып қана, био қолжетімділік және дәрі-дәрмекті жеткізу мәселелерін қарапайым жолмен шешуге болмайды. Химиятерапияда кейбір уытты дәрілермен емдеу қатерлі ісікті және науқастың өзін жоюға дейін апарды.

Нанотехнологиялар дәрі-дәрмектердің жасуша мембранасы арқылы жасуша ішіне өтуінің жаңа әдістерімен биожетімділікті арттыруға мүмкіндік берді. Вирустардың және басқа ауру тудырғыш реакциялардың репликацияларының көбі жасуша ішінде жүзеге асатындықтан, дәл осы әдіс емдеудің тиімділігін арттыруы тиіс.

Көптеген дәрі-дәрмектің қазіргі уақытта өз әсерін тоқтату себебі жасуша ішіне оның мембранасы арқылы өте алмауында. Олар электрлік зарядталғандықтан, бұл мүмкін емес. Зарядталған бөлшек электр бейтарап мембрана арқылы өте алмайды. Бұл мәселені шешудің бір тәсілі - молекулаларды дәрі молекуласы жасуша ішіне өтіп кететін бейтарап қабықшалармен қоршау.

Өздігінен жинақталу

Райс университетінде (АҚШ) Майкл Вонгтың зертханасында өздігінен жинақталу әдісін зерттеу бойынша қарқынды жұмыстар жүріп жатыр. Ғалымдар кейбір жағдайларда қуысты микрокапсулалардың автоматты түрде қуыс түзе алатындығын анықтады. Микрокапсула сыртқы жағында антиденелермен немесе басқа ақуыздармен және ішкі жағында энзимдермен немесе басқа молекулалармен О-тәрізді пішінде болады.

Өздігінен жинақталатын микрокапсулалар адам ағзасындағы қажетті жерге дәрі-дәрмектерді жеткізуге мүмкіндік береді. Мысалы, Альцгеймер ауруын емдеу үшін мынадай шаралар қолданылады.

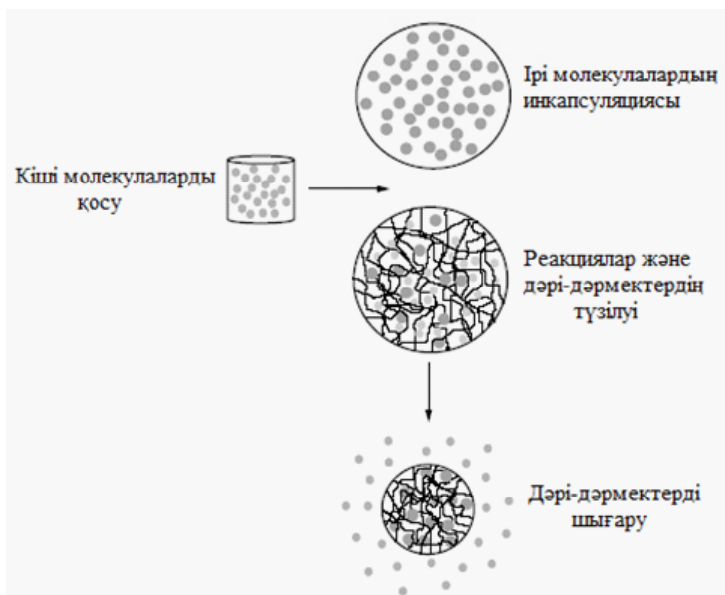
1) Өздігінен жинақталудың көмегімен белгілі бір өлшемдегі кеуегі бар микрокапсулалардан - қуыс түзіледі. Микрокапсуланың ішіне бір мезгілде аса ірі молекулалар қосылады.

2) Басқа заттың аса ұсақ молекулалары микрокапсулалар ішіне енеді және іштегі аса ірі молекулалармен әсерлеседі.

3) Дәрі-дәрмектердің түзілуімен ұсақ және ірі молекулалар әсерлеседі.

4) Дәрі-дәрмектер, яғни олардың реакция өнімдері біртіндеп белгілі бір жылдамдықпен микрокапсулалардан кете бастайды.

Дәрі-дәрмектердің концентрациясы мен типін қандай молекулалар инкапсулденіп және қосылатынына, сонымен қатар, олардың қышқылдығы мен температурасына байланысты реттеуге болады.



6.11-сурет. Капсулалардағы реактанттардың көмегімен адам ағзасына дәрі-дәрмектердің түсу жылдамдығын бақылауға болады

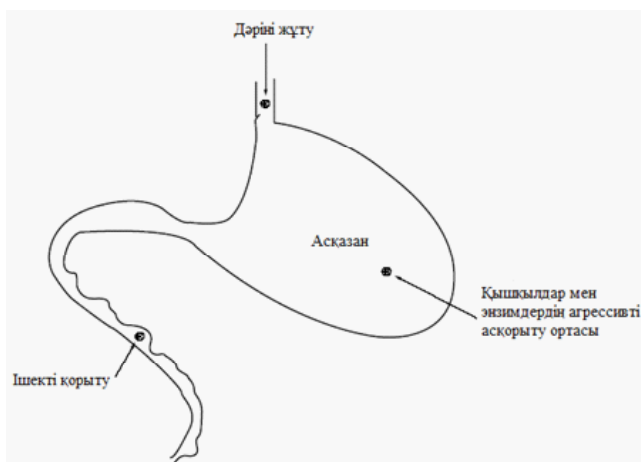
Көп қызметті терапия

Дәрігерлер ауруларды емдеудің балама тәсілдерін табуға жиі тырысады. Сондықтанда олар қатерлі ісік немесе серповидті-жасушалы

анемия сиякты қауіпті ауруларды емдеу үшін дәрі-дәрмектерді жеткізудің әртүрлі жолдарын іздейді.

Көп қызметті терапия – бұл адам ағзасындағы белгіленген жерге дәрі-дәрмектерді әртүрлі жолмен жеткізетін емдеу әдісі болып табылады (мысалы, ауыз қуысы, асқазан немесе қан тамырларына инъекция жасау арқылы).

Дәстүрлі жеткізу әдісі үшін қол жетімсіз жерлерге дәрі-дәрмектерді жеткізе алатын нанобөлшектерді жасау үшін нанотехнологияларды пайдалануға болады. Науқас адам дәріні қабылдаған кезде, бұл дәрі асқазанда өте агрессивті қышқылды ас қорыту ортасына түсетіні белгілі. Одан кейін жолда тағы басқа кедергілер тұрады: жұтылу және ұзақ уақыт қорыту (6.12-сурет). Науқас адамға қажетті көмек бере алатындай концентрациямен белгіленген жерге жеткенше сақталатынына ешқандай сенім жоқ.



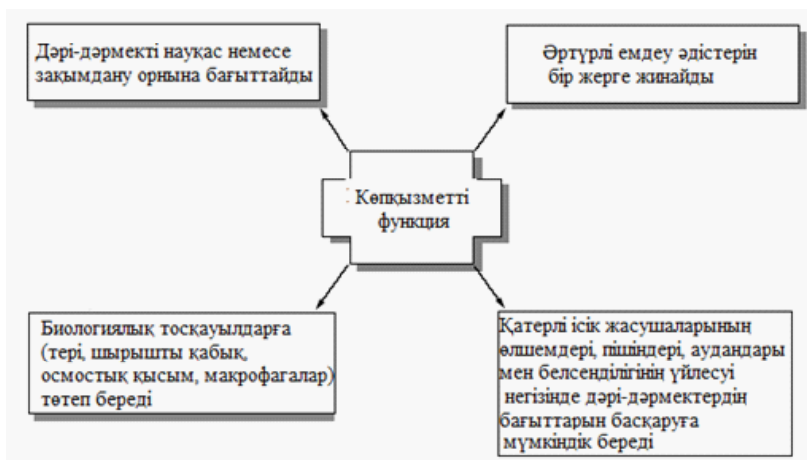
6.12-сурет. Ас қорыту жүйесі арқылы дәрі-дәрмектердің берілуінің мысалы

Дәрігерлер көптеген жыл бойы мидың қатерлі ісігін емдеудің хирургиялық емес әдістерін табуға тырысып жатыр. Қазіргі уақытта инъекторлық нанобөлшектердің дамуымен дәрігерлер мидың ішін хирургиялық жолсыз бақылауға болатын аспаптарды өз еншілеріне алуда. МРТ және нановекторлардың көмегімен дәрігерлер

хирургиялық операцияның нәтижесін бағалай алады, мысалы, қатерлі ісіктің қаншалықты жойылғаны туралы. Қатерлі жасушаларға біріккен нанобөлшектер компьютер экранында жаңа жылдық шыршалардағы шамдардың жарқылы сияқты болып көрінеді. Осылайша, көптеген дәстүрлі дәрі-дәрмектерді қолданбастан сау ұлпаларды оңай бөліп алуға болады.

Кейбір аурулар науқастардың өздері сияқты ерекше сипатта болуы мүмкін, сондықтан олардың сәтті емделуі үшін көпфункционалы терапияны қолдану керек. Мысалы, кейде дәрі-дәрмектердің ағзаға түсуін бірнеше күн, ай, жыл бойы өте қатаң бақылау керек болады. Белгілі бір ауруға емдеудің әсерін тексеру үшін көбінесе компьютерлік модельдеу және қарқынды тесттер қолданылады.

Жұқпалы бактериялар мен вирустар емделу үдерісінде өзгереді немесе мутацияланады. Олардың трансформациялану мөлшері бойынша барлық өзгерістерді бақылау және жаңа дәрі-дәрмектерді пайдалану маңызды. 6.13-суретте көпқызметті терапияның кейбір артықшылықтары көрсетілген.



6.13-сурет. Көпқызметті терапия дәрігерлерге аурулардың алдын алудың немесе емдеудің көптеген жаңа тәсілдерін береді

БЕЙНЕЛЕУ

Аурудың дұрыс диагностикасын жасау үшін дәрігерлердің адам ағзасының «ішіне қарауға» мүмкіндіктері болуы керек. Нанотехнология пайда болғанға дейін ғалымдар мен зерттеуші дәрігерлер ұлпа

биопсиясын жасап және қан сараптамасын алып, рентгендік және ультрадыбыстық әдістерді, МРТ және басқа әдістерді қолдануға мәжбүр болды. 4-тарауда айтылып кеткендей, соңғы 15-20 жыл ішінде диагнозды көру және анықтауды жеңілдететін, бірнеше жетілген әдістер мен аспаптар пайда болды.

Қазір нанотехнологиялық компаниялар мен дәрігерлер жеке молекулаларды көруді үйрену үшін өз күш-жігерлерін біріктіруге тырысуда. Енді бейнелеу ірі нысандарды бақылауға ғана негізделіп отырған жоқ, мысалы сынық және микрожарақат.

Молекулалық бейнелеу – адам ағзасы немесе жануарлар ағзасындағы молекулалардың тәртібін in vivo бақылаумен айналысатын зерттеу саласы.

Адамның жеке мүшелеріндегі үдерістерді бақылау үшін бейнелеудің арнайы агенттері қолданылады. Мысалы, ерекше іш ауруларының, асқазан-ішек ауруларының, асқазан-ішек регургитациясының, қатерлі ісіктің, гастриттің және он-екі елі ішектің ойық жарасының диагностикасы үшін қолданылатын ³⁷Ba барийдің радиоактивті изотопы контрасты агент болып табылады. Оқшауландырылған аймақтар сау ұлпалардың жанында контрасті болып көрінетін рентгендік суреттердегі ашық түстерде байқалады және радиологтарға блокада мен ісіктердің бар-жоқтығына ас-қорыту жолының ішкі бетін талдауға мүмкіндік береді.

Ядролық көзбен көру адам ағзасына трассерді шашуға және оны камера көмегімен бақылауға негізделген. Мысалы, жүрек – көк тамырлы жүйе күйінің диагностикасы үшін ²⁰¹Tl талийдің радиоактивті изотопы қолданылады. Бұл изотоп бұлшық-ет ұлпаларында көп концентрацияда болатын оттегімен жақсы байланысады. Изотоптың концентрациясын анықтау үшін емделушінің жүрегінде сцинтилляциянды есептеуіш қолданылады (радиоактивті сәулелену детекторы). Ол жүректің әртүрлі бөліктеріндегі радиация деңгейін белгілейді. Сонымен қатар, мониторда қара дақ түрінде болып көрінетін төменгі деңгей оттегінің аз концентрациясына сәйкес келеді.

Қазіргі кезде жасуша ішінде спецификалық жасушалы белгіні ұстауға немесе бірнеше оқиғаларды орнықты етуге қабілетті бейнелеудің жаңа наноаспаптары, зондтар өңделініп жатыр.

Бұл дәрігерлерге бұрынғыға қарағанда, ауруды тіпті ерте кезеңде анықтауға мүмкіндік береді. Молекулалық зондтар аурудың асқыну

барысындағы ең алғашқы реакцияларды байқауға қабілетті, яғни қатерлі ісік немесе қатты қан кету сияқты жағдайларға дейін апармайды.

Бұл жерде көне мақалды еске түсіруге болады «Су ағынынан бір тамшы су пайдалырақ» оны былай өзгертуге болады: «Дәрілер ағынынан алдын алу ағыны пайдалырақ». Мәселені шыбын өлшеміндей кезінде, піл өлшеміне жетпей шешіп алған әлдеқайда дұрыс!

НАНОҚҰРЫЛЫМДАНҒАН СҮЙЕК ИМПЛАНТАНТТАРЫ

Егер сүйек көп жерлерінен немесе көп аймақта зақымданған болса, онда оның емделуі үшін көп уақыт қажет болды. Сонымен қатар, егер емделуші егде жаста болса немесе оның қан айналымы дұрыс болмаса, онда дәл осындай жарақаты бар жас емделушіге қарағанда ем екі есе ұзаққа созылуы мүмкін. Сүйектің ауыр жарақатының жазылуының үдеуі емделушінің қалыпты өмірге тез келуіне көмектеседі. Емделу ұзақ болған сайын, бұлшық-ет ұлпалары мен басқа мүшелердің дағдарысқа ұшырау ықтималдығы жоғары. Мысалы, ғарышкерлерде теңсіздік күйде ұзақ болған сәттерде денені ұстап тұруға пайдаланылмайтын сүйек ұлпаларында кальцийдің концентрациясы төмендейді, сонымен қатар, күнделікті өмірде әрекет жасамайтын, бұлшық-ет ұлпалары дағдарысқа ұшырайды. Бұндай мертігулерді емдеген кезде биологиялық инженерия әдістерін қолдануға болады. Мысалы, коллагеннің имитациясы үшін пептидтердің қысқа тізбектері негізінде нанокөмпозиттерді пайдаланған жақсы. Бұндай нанокөмпозиттерді сүйек беріктігін арттыру және оның одан әрі зақымдануын жою үшін ауыратын аймақтарға енгізеді.

Коллаген – бұл аминқышқылды қалдықтардың үш спиральді тізбегінен тұратын адам ағзасында аса кең тараған ақуыз, жануарлардың (сіңір, сүйек және шеміршек) байланыстыру ұлпаларының негізін құрайды және оның беріктігін қамтамасыз етеді.

Қысқа пептидті тізбектер өздігінен коллаген құрылысына жиналады және ұзындығы жүздеген нанометр болатын спираль түрдегі байланысқан полимерлерді түзеді. Бұл коллаген тәрізді материал-

дар нанобөлшектермен бірігіп, сүйек ұлпаларының зақымданған бөліктерін берік ету үшін пайдаланылады.

Риверсайд (АҚШ) Калифорния штатындағы Университет жанындағы наномасштабты ғылым мен инженерия Орталығының директоры, доктор Роберт Хэддонның (Robert Haddon) пікірінше, остеопороз бен сүйек сынықтарын көміртекті нанотүтікшелер көмегімен емдеуге болады.

Сүйектерді емдеу және регенерациялау кезінде «құрылыс ормандарын» жасау үшін бірқабатты көміртекті нанотүтікшелердің беріктігі, иілгіштігі мен жеңілдігі әмбебап пайдаланатындай етеді. Бұндай типті наноматериалдар негізінде иілгіштігі мен беріктігі жоғары жасанды сүйектер, сүйек транспланттарының жаңа типтері мен остеопорозды емдеудің жақсартылған әдістерін жасауға болады.

Бұндай интеграцияланған наноматериалдар көмегімен емделу үдерісі аса икемді және тез, сонымен қатар, әсіресе егде емделушілерде аз асқинумен өтеді.

Нануюыттылық

Наноматериалдар өздерінің аса ірі өлшемдегі «руластарына» қарағанда әрдайым өздерін өзгеше ұстайтындықтан, олардың жақсартылған қасиеттері, мәселен аса үлкен беріктік немесе электрлік өткізгіштік әлеуетті қауіп туралы ойға тірейді.

Қазіргі уақытта нанотехнологиялар жүздеген өнімдерді өндіру үшін қолданылды. Алайда болашақтары әлі алда, нанотехнологиялар өздерінің тамаша жолдарының басында тұр, ал олардың саны әлі өте аз. Әзірше наноматериалдың адам ағзасына зиянды әсері жақсы зерттелмеген. Бұл ақпаратты жинау кезеңінде тұрған зерттеудің кең саласы болып табылады. Алайда АҚШ-тың қоршаған ортаны қорғау бойынша Басқарманың токсикологтары наноматериалды пайдаланумен бірге жүретін қауіптің барлық факторларын талдай бастады және шығармашылық бағдарламасын өңдеді.

2005 жылдың қазанында Particle and Fibre toxicology (бөлшектер мен талшықтар токсикологиясы) электрондық ғылыми журналында ғалымдар наноматериалдар тарапынан адам денсаулығына әлеуетті қауіптің толық сипаттамасын, оларды жою стратегиясы бар 85 беттік есепті жарыққа шығарды.

Бұл есепте нанобөлшектердің біздің ағзамызға улы әсеріне басты

назар аударылған. Алайда нанобөлшектердің адамға тікелей әсерінің бірнеше мысалы ғана белгілі. Есепте нанобөлшектердің құрылымы, пішіні, бет ауданы, электрлік қасиеті және жеке бөлшектерге қарағанда, ағзамен өзгеше әсерлесе алатын агрегаттарды түзу мүмкіндігі бойынша сипаттамаларының қажеттілігі атап өтілді. Есепте наноматериалдардың әртүрлі ішкі мүшелерге әсерін тексеру әдістері, сонымен қатар, нанобөлшектермен тыныс алу, жұтудың немесе тіпті олармен байланысудың салдарын тексеру тәсілдері ұсынылады.

Есепте нанобөлшектер не себепті биологиялық әсер ете алатындығын түсіндіруге мүмкіндік беретін әдістер сипатталмайды. Ғалымдар мен дәрігерлердің мұқият зерттеулер жүргізу барысының толық ақпаратын жинаулары қажет.

Болашақтың медицинасы

Өз тарихында медицина өткір аурулар мен қауіпті зақымдануларды тез емдеудің көптеген жетілген әдістерін жасады. Дәрігерлердің негізгі мақсаты әрдайым тез емделу және емделушіні құтқару болып есептеледі. Батыс медицинасы енді басталған және анық біліне бастаған ауруларға дәстүрлі түрде керісінше жауап берген.

Шығыс медицинасындағы негізгі мақсат аурудың алдын алу болып табылады. Сондықтан да онда негізгі орынды акупунктура, массаж және медитация алады.

Алайда шығыс және батыс медициналарының негізгі мақсаттарының арасындағы тұңғыық нанотехнологияның дамуының арқасында алдыдағы 10-20 жылда едәуір азаяды.

Егер жаңа нанотехнологиялар гендік профильді анықтап және қан сынамалары бойынша молекулалық сараптама орындауға мүмкіндік беретін болса, онда денсаулық бағасы және белгілі бір ауруларға бейімділік адам туылған сәтте-ақ орындалуы мүмкін. Осылайша, дәрігерлер көптеген аурулардың қасіретті көрінулеріне дейін емдеуді жоспарлай алатын болады.

Бұндай жағдайларда профилактикалық медицина қалыпты болады, ал емдеудің дербес жоспарлары медицинаның сапасы туралы бұрынғы түсініктерді бұрып жібереді. Ғалымдар, наномедицинаның жетістіктері тек денсаулық сақтауды ғана жақсы жаққа өзгертіп қоймайды, сонымен қоса, медициналық өнеркәсіпті, білімді және бүкіл қоғамды тұтас өзгертеді.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Молекулалық деңгейде зақымданған ұлпаларды емдеу және қалпына келтірумен айналысатын қызмет саласын не деп атайды?

- а) нанобиотика;
- ә) наногипс;
- б) наномедицина;
- в) наноортодонтика.

2. «Чиптегі-зертхана» сұйықтықтың орнын ауыстыру үшін наномасштабты каналдар жүйесі былай аталады:

- а) микротүтікше;
- ә) микроағыншалы техника;
- б) микросабан (микросоломка) ;
- в) наноағынша.

3. Алтын наноқабықшалардың қатерлі ісіктің кеуекті қантамырлары арқылы іркілу және онда тұну үдерісі былай аталады:

- а) металдық тұну;
- ә) симбиотикалық тұну;
- б) оптикалық томография;
- в) жоғары өткізгіштік және ұстап қалу.

4. Алтын наноқабықшалар төмендегі ауруларды емдеу үшін қолданылады:

- а) сүт безінің қатерлі ісігі;
- ә) нематод;
- б) зағиптық (соқырлық) ;
- в) қышама қотыр.

5. Нановекторлар дегеніміз – мыналар:

- а) наномасштабты масалар;
- ә) бұрыштарды өлшеу аспаптары;
- б) дәрі-дәрмектерді жеткізу және көзбен көру құралдары;
- в) тәжірибе жүргізілетін кеміргіштерді бақылау үшін аса кіші аспаптар.

6. Коллаген дегеніміз:

- а) вегетариандық тамақ;
- ә) аминқышқыл қалдықтардың үш тізбегінен тұратын спираль;

б) дөңгелектенген құрылымға байланысқан ақуыздар мен майлар;

в) үшбұрышты пішін түзетін симметриялы құрылымдар.

7. Онкоақуыздар дегеніміз:

а) рептилий ақуыздары;

ә) диеталық тағам;

б) қатерлі ісік ақуыздары;

в) теңіз орамжапырағының ақуыздары.

8. Маталарды дәнекерлеу кезінде наноқабатшалар мына жерде болады:

а) ақуыз ерітіндісінде;

ә) желатинде;

б) майлардың қосылыстарында;

в) тауық етінен дайындалған кеспеде.

9. Нанотехнологиялар болашақ медицина әдістерін төмендегілердің есебінен өзгертеді:

а) ұзақтығы мен құны;

ә) инвазивтігі мен тәуелділігі;

б) ашықтығы мен мазасыздығы;

в) болжай алатын және сақтандыратын.

10. Қатерлі ісік жасушалары төмендегілердің арқасында жақсы көрініп тұр:

а) ашық жасуша мен қан арасындағы контрастан;

ә) наноқабатшалардағы жарықтың үлкен шашырауынан;

б) олардың өлшемінің және жасушалық мембраналарының үлкендігінен;

в) аса қуатты линзалар мен жақсы айналардың.

7-ТАРАУ

ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУ

Қоршаған орта деген ұғымды естігенде біз ең алдымен не ойлаймыз? Қармен жабылған таудың шыңының төбесін бе, әлде жұпар иісті Джунгли амазонкасын ба? Көктемгі гүлдерді ме, әлде күзгі жапырақтарды ма?

Шарттар мен жағдайларға байланысты қоршаған орта керемет немесе қорқынышты болуы мүмкін. Мұхит тыныш болуы мүмкін, кейде биіктігі 10 метрдей дүлей толқындармен дауыл тұруы да ықтимал. Көптеген американдықтар 2005 жылдың тамызында Луизиана, Миссисипи және Алабама штаттарында Катрина мен Рита дүлей дауылдары салдарынан болған апаттар мен адамдар өлімдерінің куәгерлері болды.

Қоршаған ортадан келетін жағымды және жағымсыз құбылыстар бізге тәуелді емес. Жыл маусымдары ауысқанда оларда болатын апаттар да маусым бойынша өзгеріп отырады. Бірақ қоршаған ортаның бір факторы, яғни ластануы көбінесе табиғаттың емес, адамның әсерінен болады.

Ластану

Қоршаған ортаны ластанудан қорғау - қазіргі таңдағы ең маңызды мәселелердің бірі. Сонымен қатар, қоршаған орта өзара байланысты шексіз көптеген тәуелді жүйелерден тұратындықтан, тек қана қоршаған ортаға назар аудару жеткіліксіз. Су және топырақ та өздерінің қасиеттерімен осы жүйенің бөліктері болып табылады. Бұл даулар ежелден бері бар және шексіз созылып шешімін таппай келе жатыр.

Ластанудың адам ағзасына және өміріне қаншалықты зиян екенін білу үшін қоршаған ортаны белсенді қорғаудың қажеті жоқ. Мұржалардан шыққан түгін адамның басын ауыртатын иіс қана бөлмейді, автокөліктердің бояуын да құртады. Ең қауіптісі зауыттардан бөлінетін химикаттар канцерогендер болып табылады.

Канцерогендер – қатерлі ісік ауруын тудыратын немесе олардың пайда болуына ұрындыратын химиялық заттар.

Алайда сумен топырақтың ластану дәрежесін анықтау өте қиын мәселе, өйткені ол миллионнан бір немесе миллиардтан бір бөлігінен аспайды. Көп адамдар тек көзбен көргеніне ғана сенеді, ал уытты заттарды күшті микроскоппен ғана көруге болады. Қазіргі уақытта біз тек ауа мен ауыз судың тазалығына ғана емес, сонымен қатар, тамақтың сапасына да көңіл аударуымыз керек. Шынында да балықтың кейбір түрлері, мысалы, тунец қазан шұңқырлардағы қауіпті химиялық заттарды бойына сіңіріп алады. 7.1-кестеде уытты химиялық заттар және олардың топырақ пен судағы типтік концентрациялары берілген.

7.1-кесте. Топырақ пен судағы кейбір уытты химиялық заттардың концентрация деңгейлері

Зат	Уытты концентрация (промилле)
Күшән (балалар ойнайтын құмда)	10
Күшән (тау жыныстарының қалдықтарында)	1320
Диэтил эфирі	400
Тригалометан (суда)	0,1
Нитраттар (суда)	10
Нитриттер (суда)	1
Күміс (суда)	0,05
Кадмий (суда)	0,005
Сынап (суда)	0,002

Көптеген өнеркәсібі дамыған елдерде ауа адамның күнделікті және өнеркәсіптік қажеттілігінен туындайтын түтінмен, макробөлшектермен және уытты химиялық заттармен ластанған. Ең кең тараған ластағыштар мыналар болып табылады:

- Көміртегі оксиді (немесе иіс газы);
- Фреон (chlorofluorocarbon – CFC);
- Ауыр металдар (күшән, хром, кадмий, қорғасын, сынап, мырыш);
- Көмірсутектер;
- Азот оксидтері;

- Органикалық химикаттар (ұшқыш органикалық қосылыстар, диоксиндер);

- Макробөлшектер.

Біздің өміріміздің сапасы көбіне жергілікті, аймақтық және жалпыхалықтық қоршаған ортаны қорғау мүшелеріне тәуелді. Олардың жұмысының қиындау себебі - ластаушы зиянды заттардың көбісінің түссіз, иіссіз және дәмсіз болуы.

Қышқылды жауындар азот оксиді мен күкірт диоксидінің жерге түсуінің нәтижесінде жүзеге асады және шық немесе қыраумен өзара әсерлеседі. Атмосферадағы азот оксидтері мен күкірт диоксидінің шектен тыс 95 % құрауы адам қызметімен және тек 5 % ғана табиғи үдерістермен байланысты. Азот оксидтері мен күкірт диоксидінің негізгі көздері мыналар болып табылады.

- Мұнайдың, газдың және көмірдің жануы;
- Жанартау атқылауы;
- Ормандардағы өрттер;
- Топырақ бактерияларының ыдырауы;
- Найзағай.

Судың ластануы ластаушы заттардың үзіліссіз, кездейсоқ және жоспарланған қалдықтарынан туындайды. Планетадағы тұрғылықты халық санының өсуімен теңіз бен мұхиттардағы аса кең көлемді ластанумен жүздесуге тура келеді. Су көбінесе мынадай себептерден ластанады:

- өндіріс қалдықтарының шығарылуынан;
- қазып алынған отын түрлерінің жануынан;
- мұнайдың төгілуінен;
- ауыл шаруашылығында және бау бақшалар мен саябақтар тыңайтқыштарының гербицидтердің, пестицидтердің қолданылу есебінен;

- ормандарды шабу салдарынан.

Қазіргі кезде саясаткерлер мен қоғам қайраткерлері атмосфера мен судың ластануына қарсы күрес жүргізіліп жатыр. Жердегі халықтың өсуінен басқа, тағы да басқа қиын әрі өзара байланысты қоршаған ортаның ластануына себептер көп.

Қоршаған ортаны қорғаудағы нанотехнология

Кейде қоршаған ортаның ластануы соншалықты көп болғандықтан, тіпті ол түзеуге келмейтіндей болып көрінеді. Көпшілік баяғыдан бері заттардың ағымдағы жағдайымен көнген. Алайда нанотехнологияны зерттеушілер бұған қарсы амалдың барына сенеді.

Материалдарды атомдық және молекулалық деңгейде жобалау және оларды басқару ғалымдардың алдында қоршаған ортаны қорғаудың жаңа әдістерін жасау үшін үлкен мүмкіндіктерді ашады. Наноматериалдардың ерекше қасиеттері энергия өндірісінің әдістерінде, оның тиімді пайдаланылуы, суды пайдалану және қоршаған ортаны қалпына келтіруде сезінерліктей артықшылдық бере алады.

Көптеген ағымдық жобалар, микроағыншалы жүйелерде нанобөлшектердің орын ауыстыруын қосқанда, нанобөлшектердің биологиялық жүйелермен өзара әсерлесу сипатын зерттеуге бағытталған. Зерттеулер ластаушы заттардың әртүрлі түрлерінің қалайша наноматериалдармен байланысатындығын, жер астындағы суларда олармен тасымалданып, биологиялық жасушалармен өзара әсерлесіп және оларды жоятындығын анықтауға тырысуда.

Суды тазарту

Судың адамзат үшін өмірлік маңызы бар. Қалдықтармен ластанған су денсаулыққа қауіпті әсер етеді. Таза суға қол жеткізу, жергілікті әскери қайшылықтары бар және жиі табиғи апаттар болатын дамыған елдерде, аштыққа қарағанда, аса үлкен мәселе болып табылады. АҚШ-та тазалығын арттыру мақсатында ауыз суды пайдаланудың стандарттары бірнеше рет қаралған болатын.

Тұрғын халықтың өсуі, ауыл шаруашылығын қарқынды жүргізу ылғи өсіп отыратын таза суды тұтынумен байланысты, сондықтан оны тазалауда жаңа әдістерді іздеу аса өзекті мәселе болып табылады. Наноматериалдарды пайдалану суды тазалау үшін қолданылатын бар және мүлдем жаңа технологиялар мен материалдарды жасауға көмектесуі мүмкін. Нанотехнология көмегімен электр энергия қоры жеткіліксіз қашықтағы аймақтарға суды жеткізу және өңдеу тәсілдерін жетілдіруге болады.

Арнайы жасалған наноматериалдар қоршаған ортаны қорғау және суды пайдалану бойынша көптеген мамандарға аз танымал жаңа нәрсе болып табылады.

Алайда жағдай ақырындап жақсы жаққа өзгереді. Суды өңдеудің ары қарайғы қауіпсіз, арзан және тиімді әдістерінің арқасында бұрынғы дәстүрлі практикалық тәсілдер ақырындап өзгеріп жатыр.

КЕРАМИКАЛЫҚ МЕМБРАНАЛАР

Әртүрлі өлшемдегі мембраналар мен фильтрлер заттарды бөлу үшін қолданылады. Өздерінің қасиеттерінен тәуелді оларға бұл жұмысты айналымы жетістікпен орындауға мүмкіндік бар.

Ультрафилтрлеу барысында молекулалық салмағы кіші компоненттердің кеуек арқылы өтуіне ықпал ететін мембрананың бір жағынан жоғары қысым жасалады. Сонымен қатар, аса ірі молекулалар мембрана бойымен ғана орын ауыстыра алады және өздерінің өлшемдерінің кесірінен кеуек арқылы өтпейді.

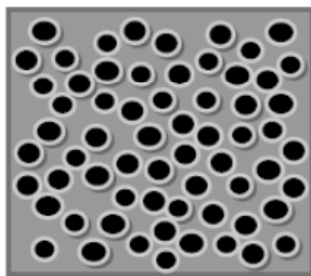
Жартылай өткізбейтін ультрафилтрационды мембрананың 0,0025 ден 0,01 мкм-ге дейінгі шамадағы кеуектері бар.

Райс университетінің (АҚШ) СВЕН орталығының зерттеушілері ферроксидан (ferroxane), яғни темір оксидінің негізіндегі керамикадан реактивті мембрана жасады. Темірдің ерекше химиялық қасиетінің арқасында бұл реактивті мембраналар, ластаушы заттар мен органикалық қалдықтарды жоя отырып, суды тазалауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бензой қышқылы бар ластануды ыдыратуға қабілетті екендігі байқалды.

Алюмоксидан (aluminum oxide), яғни алюминий оксиді негізіндегі керамикадан жасалған мембраналарды қолданған кезде, ғалымдар алюмоксидті бөлшек өлшемдері мен мембрананың термиялық өңдеу режимін бақылай отырып, олардың қасиеттерін (қалыңдығы, кеуек диаметрінің таралуы, өткізгіштік) меңгеруді үйренді. 7.1-суретте осындай керамикалы мембрананың типтік сызбанұсқасы көрсетілген.

Нанокұрылымды керамикалық мембраналар пассив және белсенді режимдерде суды сүзуге және тазалауға қабілетті. Керамикалық мембраналарды ластанған су мен ауаны тазалаудың дәстүрлі жүйелерінде

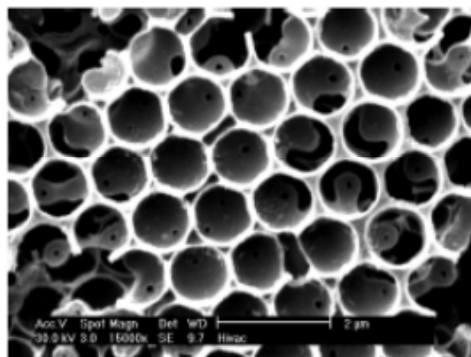
пайдалануға болады. Нанокатализаторлар суды тазалау әдістерінің интеграциясы жаңа артықшылық алуға мүмкіндік береді.



7.1-сурет. Керамикалық мембранадағы кеуектер

Нанокатализаторлар – каталитикалық қасиетке ие және кем дегенде бір наноөлшемі бар заттар немесе материалдар.

Беттік ауданды үлкейтудің арқасында нанокатализаторлар үлкен байланыстық бетке ие және тұтас материалдарға қарағанда аса тиімді әсер етеді. Нанокатализаторларды, мәселен, ластанған жер асты суларын тазалау үшін, қарапайым аспаптардағы суды тазалау үшін, содан соң оларды наномембраналар көмегімен қалпына келтіру үшін қолдануға болады (яғни, жұмыс істейтін қалыпқа келтіру). 7.2-суретте шаблон негізінде жасалған, наноқұрылымды мембраналардың бір бөлігі көрсетілген.



7.2-сурет. Типтік керамикалы наномембрана (сурет АҚШ-тың Дьюк университетінен М. Визнерден алынған)

ТЕМІРДІҢ НАНОБӨЛШЕКТЕРІ

Лехай университетінің (АҚШ) инженері Чжан Вейсянның (Weixian Zhang) қоршаған ортаны қорғау бойынша жүргізген бірден-бір зерттеулері өнеркәсіптік заттармен ластанған топырақ пен жер асты суларын тазалауға қабілетті наномасштабты темір ұнтағының шама-сын көрсетті.

Темір - Жер бетінде аса кең таралған металдардың бірі, ол мультимиллиардты мәселелерді шешудегі жетіспейтін түйін бола алады. Іс жүзінде АҚШ-та және басқа мемлекеттерде аймақтардың өнеркәсіптік қызметтерінің, зиянды заттарды жерастында сақтаудың, күтімсіз қалған шахталардың және тау кені шығарылып жатқан жерлердің нәтижесінде ластанған жерлердің саны көп болып отыр. Темір - жеңіл тотығу және таттану қасиетіне ие. Егер тотығу трихлорэтилен, көміртегі тетрахлориді, диоксиндер немесе полихлорлы дифенилдер (ПХД) сияқты қауіпті ластағыштардың қатысуымен жүретін болса, онда олардың күрделі молекулалары аса қарапайым және уыттылығы аз көміртекті компоненттерге ыдырайды.

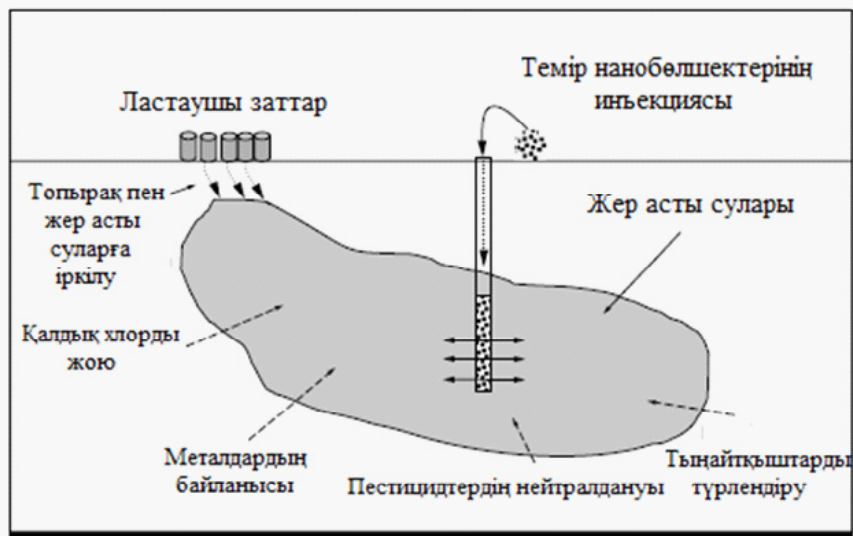
Қорғасын, никель, сынап және тіпті уран сияқты қауіпті ауыр металдардың қатысуымен темірдің тотығуы жүзеге асқан кезде, осыған ұқсас құбылыс байқалады. Сол кезде бұл металдар топыраққа сіңетін және тағамдық тізбек бойынша тасымалданбайтын (сәйкесінше, олардың қоршаған ортаға тигізетін зиянды әсері азаяды) ерімейтін пішіндер түзеді.

Темір улы әсерге ие болмағандықтан және көп мөлшерде тау жыныстарында, топырақ пен суда болатындықтан, көптеген компаниялар қазіргі уақытта өздерінің өнеркәсіптік қалдықтарын қоршаған ортаға шығарар алдында тазалау үшін темір ұнтағын пайдалана бастаған. Бұл технология жаңа өнеркәсіптік қалдықтар үшін жақсы үйлеседі, бірақ ғалымдарды ескі қалдықтармен байланысты жағдайлар да алаңдатады. Бұл істе оларға темірдің нанобөлшектері көмектесе алады.

Темірдің нанобөлшектері қарапайым макроскопиялық бөлшектерден 10-1000 есе белсендірек. Беттің кіші өлшемі және үлкен белсенділігіне ие бола отырып, нанобөлшектер ластанған аймақ ортасына оңай өте алады. Олар жер асты суларымен бірге оңай тасымалданады және жол жөнекей барлық қоршаған кеңістікті тазалайды. 7.3-суретте бұл үдерістің ұстанымдық сызбанұсқасы көрсетілген.

Темірдің нанобөлшектерінің қасиеттеріне қышқылдық, температура немесе топырақтағы құнарлы заттар әсерін тигізбейді. Олардың

өлшемінің кішілігі (1-100 нм, яғни, бактериядан 10-1000 есе кіші болып келеді) темірдің нанобөлшектеріне топырақ бөлшектерінің арасында оңай әрі тез орын ауыстыруы мен жылжуын қамтамасыз етеді. Зертханалық және далалық сынақтардың көрсетуі бойынша, темір нанобөлшектерінің арқасында қолданған жердің маңайында ластану деңгейлері 1-2 күн ішінде айтарлықтай азайып және практика жүзінде бірнеше апта ішінде қауіпсіз деңгейге дейін төмендейді. Осы зерттеулердің нәтижесі, темірдің нанобөлшектері 4-6 апта бойы, яғни, жер асты суларында өзінің табиғи шектік концентрациясына жеткенге дейін белсенді болатындығын көрсетті.



7.3-сурет. Топырақ пен жер асты суларындағы қауіпті ауыр металдар темір нанобөлшегінің инъекциясымен тазаланады

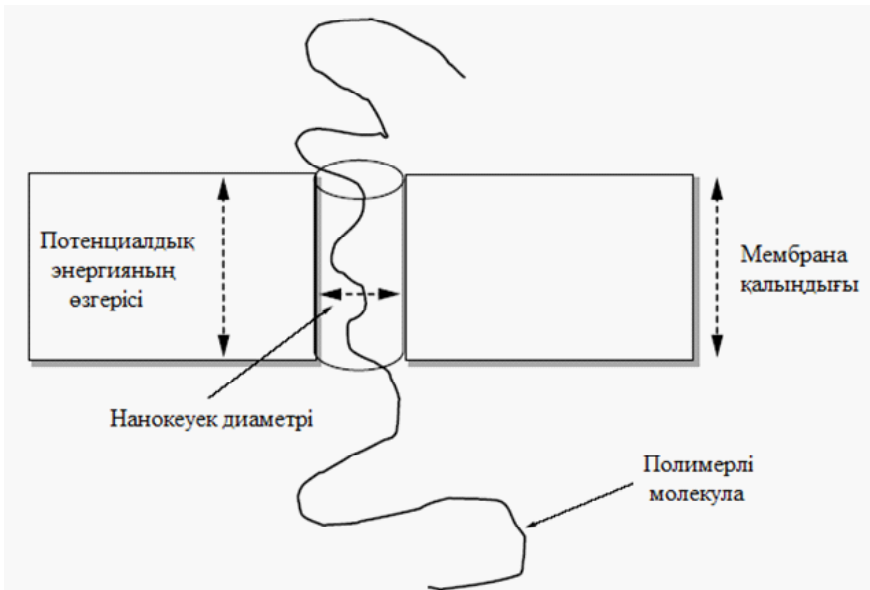
Нанотехнологиялық инновацияның бұл түрі ластанған қоршаған ортаның жағдайын тез жақсарты алады. Сонымен қатар, ол басқа зерттеушілерді ластаушы заттардан тазартудың жаңа тәсілдерін табуға шабыттандырады. Чжан әдісінің, ластанған топырақты қазу мен оны жай әдістермен толық өңдеуден гөрі арзан және тиімді екендігін айта кеткен жөн.

НАНОМАСШТАБТЫ ПОЛИМЕРЛІ АҒЫНДАР

Полимерлі молекулалардың орын ауыстыруын зерттеу үшін нанокеуектері бар жаңа жақсартылған мембраналарды пайдалануға болады. Полимерлі молекулалардың тар жолдармен өту тәсілдері химиялық және биологиялық үдерістерде маңызды рөл атқарады.

ДНҚ және РНҚ молекулаларымен жүргізілген эксперименттер олардың мембраналардағы кеуектер арқылы орын ауыстыруы электр тоғын тасымалдаумен бірге жүретіндігін көрсетті. Бұл үдерістердің вирустардың берілген молекулалармен әрекеттесуін зерттеуде және гендерді секвинирлеу әдістерін зерттеуде үлкен маңызы бар. Расында, өзінің құрылымы мен пішінінің арқасында ДНҚ молекуласы ұзын синтетикалық полимерлерді жобалауда тамаша үлгі болып табылады. 7.4-суретте ақуыз молекуласының мембранадағы кеуек арқылы қалай өтетіні көрсетілген.

ДНҚ және РНҚ молекулаларының наноканалдар арқылы орын ауыстыруының физикасы болашақ сүзу әдістерімен наномембраналарды жобалаумен тығыз байланысты. Наномасштабты компьютерлік үлгілер, суды аса тиімді сүзуге арналған наномембраналарды жобалауда жаңа мәліметтерді алуға мүмкіндік береді.



7.4-сурет. Полимерлі молекуланың мембрана кеуегі арқылы орын ауыстыруы

Нанотехнологиялар және мемлекеттік басымдылық

Нанотехнология АҚШ үкіметінің маңызды ғылыми зерттеу басымдылықтарының бірі болып табылады. Нанотехнология саласындағы Қоршаған ортаны қорғау бойынша басқарама (Environmental Protection Agency - EPA) ғылыми-зерттеу бағдарламасы осы саладағы барлық күш-жігерді үйлестіруді қамтамасыз етеді және оларды қадағалайтын Ұлттық нанотехнологиялық инициативаның (National Nanotechnology Initiative - NNI) бір бөлігі болып табылады. Атомдық, молекулалық немесе макромолекулалық деңгейде (1-100 нм өлшемдер диапазонында) орындалатын барлық технологиялар мен зерттеулер, ҰНИ (NNI) көзқарасы бойынша нанотехнологиялық болып табылады.

NNI анықтамасына сәйкес, нанотехнологияға атомдық деңгейде жасалатын және түрленетін немесе басқарылатын, бірден-бір қасиеті/қызметі бар барлық құрылымдарды, аспаптар мен жүйелерді нанотехнологияға жатқызуға болады.

Квантты механиканың заңдары наномасштабты деңгейде механикалық, оптикалық, химиялық және электронды материалдардың қасиетін түп тамырымен жиі өзгертеді. Ағымдағы күйдегі мониторингтің жетілдірілген сенсорларын және ластануды айқындау, тазартудың тиімді және арзан әдістерін, энергия және тауарларды өндірудің "жасыл" тәсілдерін (яғни, қоршаған ортаға зиянсыз) қосқанда, бұл қасиеттерді қоршаған ортаны қорғаудың жаңа нанотехнологияларында қолдануға болады (бұл әдістер туралы толығырақ 11-тарауда сипатталады).

Жаңа наноматериалдар, өздерінің химиялық құрамына, жоғары реактивтілігі мен өлшемдерінің өте кішкенеілігіне байланысты қоршаған ортаға қауіп төндіруі мүмкін.

Сондықтан барлық наноматериалдарды мұқият зерттеуге көп көңіл аудару қажет. Әсіресе, барлық өмірлік циклдары мен тасымалдануын қосқанда, олардың атмосфераға, топырақ пен жер асты суларын әсерін бағалаудың маңызы зор. Наноматериалдарды қолдануға байланысты қауіптілік сараптамасында олардың улылықтары мен адам, жануар және өсімдіктердің сезінушіліктері ескерілуі керек.

Үкіметтік зерттеулер

Жаңа нанотехнологиялардың уыттылығын зерттеуде ЕРА белсенділік танытып отыр.

Бұлагенттікөзініңбірнешежекеғылыми-зерттеубағдарламаларын жүргізіп қана қоймай, АҚШ Үкіметінің ғылыми және техникалық саясат бойынша Кеңесі, ұлттық ғылым мен техника (Science and Technology Policy, National Science and Technology Council) наномасштабты ғылым мен техника (Nanoscale Science, Engineering and Technology subcommittee) бойынша шағын комитетімен бірге басқа жобаларға да қатысады.

ЕРА-ның Ғылыми-зерттеу қызметі төмендегі бағыттармен байланысты:

- Қоршаған ортаны қорғау бойынша зерттеулердің ұлттық орталығы қоршаған ортаны қорғауға арналған нанотехнологиялық ғылыми зерттеулеріне көптеген миллиондаған гранттарды қаржыландырды (яғни, суды уытты ластаушы заттардан тазалайтын арзан, тез және қарапайым әдістерді өңдеу, ластайтын заттардың жаңа жоғары сезімтал сенсорлары, наноматериалдар және жоғары сайланбалы катализаторлардың «жасыл» өндірісі).

- Таңдаулы ғылыми-зерттеу жобалары наноматериалдардың мүмкін болатын зиянды әсерін зерттеуге арналады (яғни, олардың уыттылығы, айналуы, жиналуы және т.б.).

- Шағын бизнесті қолдау бағдарламалары аясында (Small Business Innovation Research Program) жаңа наноматериалдар мен тазалау әдістерін (мысалы, SBIR компаниясы беттік ауданы үлкен көміртекті наноталшықтар негізінде қозғалтқыштардың, энергия генераторларының және кондиционерлердің пайдаланылған газдарының ұшқыш органикалық қосылыстар мен диаметрі 3 мкм-нен кіші бөлшектерді тиімді тазалайтын сүзгі жасады).

- Бірнеше ғылыми-зерттеу жобалары, көмірсутекті тотықтыру үшін «жасыл» балама есебінде наноқұрылымды фотокатализаторларды зерттеуге; ауа мен пайдаланылған газдардың тазалығын бақылау үшін адсорбенттер, мембраналар мен катализаторлар есебінде наноматериалдарды пайдалануға; олардың өндірісі кезінде аса кіші бөлшектердің зиянды әсерін тексеруге негізделген.

НАНОКАТАЛИЗАТОРЛАР

Ерітінділердегі нанобөлшектер немесе мембраналармен бірге нанобөлшектер ластандырғыш заттардың қозғалуына ғана емес, сонымен қатар олардың химиялық дағдарысына да көп ықпал етеді. Қазіргі таңда ғалымдар каталитикалық реакциялар суды тазарту әдістерін әжептәуір арзандата алатындықтан, қоршаған ортаны қорғау ісіндегі нанокатализаторлардың рөлін қарқынды түрде зерттеуде.

Мысалы, жерасты суларын пестицидтерден тазалаудың үлкен маңызы бар. Алайда жиі ластаушы заттардың әртүрлі типі үшін жеке катализатор мен тазалаудың нақты стратегиясы талап етіледі.

Арнайы наноматериалдар тазартуды тездетеді және оны аса тиімді ете алады.

Филадельфиядағы (АҚШ) Тэмпл Университетінің химия профессоры, доктор Дэниэл Р. Стронгин (Daniel R. Strongin) ақуыздық құрылымдарды металл оксидтерінің негізінде нанобөлшектерді жобалау және жинауда пайдаланады. Ол мұндай нанобөлшектерді қоршаған ортаны қорғау үшін нанокатализатор есебінде қолдануға болады деп есептейді.

Стронгин өзінің әріптестерімен бірге қауіпті металдар немесе олардан шыққан ерітінділердің қоюлануына әкелетін химиялық реакцияларды олардың жер асты суларында таралуының немесе топыраққа іркілуінің алдын ала отырып зерттейді. Ғалымдар улы хроммен эксперимент жасай отырып, хроммен реакцияға түсетін нанобөлшектерді жасады.

Хром нанобөлшектермен қосылғанда, суда ерімейді және тез сүзіледі. Бұл әдіс көл, өзен және бұлақ суларын неғұрлым тиімді тазалайды.

Стронгин тобы ұйты металдармен әсерлесуге қабілетті басқа да нанобөлшектерді жасау үстінде, мысалы, Вашингтон (АҚШ) штатының бірнеше жері технециймен ластанған. Өйткені, 1940-1950 жылдарда ол жерлерге ядролық қалдықтары бар көп қалдық көмілген болатын. Уақыт өте келе ол жерлерде жер асты суларын лайлайтын қалдықтар жиналған. Әдеттегі макробөлшектерге қарағанда, нанобөлшектер ғалымдарға бұндай ластанудан тиімді құтылуға мүмкіндік бере алар еді.

ЛАСТАҒЫШ ЗАТТАРДЫҢ АДСОРБЦИЯСЫ

Суды тазартудың қарапайым әдістерінің көмегімен ластағыш заттардың үлкен мөлшері жойылғанымен, кейбір уытты қоспадан тазалау үшін аса тиімді арнайы әдістерді қолдану талап етіледі. Көптеген ауыр металдар үшін сәйкес нанокатализаторларды табу мүмкін болмады, сондықтан ғалымдар өз күш-жігерлерін олардың адсорбция әдістеріне бағыттады, мысалы, полимерлер мен нанобөлшектер көмегімен.

Күшән суды ластайтын ең көп таралған ластағыш зат болып табылады. Бұл улы химиялық элемент оттегімен, хлормен, күкіртпен, көміртегімен, сутегімен, мырышпен, алтынмен және темірмен әсерлесе алады да, сондықтан көптеген тау жыныстарымен минералдарда кездеседі. Күшәннің табиғатта бар болуы табиғи геологиялық және жасанды өнеркәсіптік үдерістерде, ауыл шаруашылығы қызметінде және т.б. оның қатысатындығымен түсіндіріледі.

Күшән адамның ас қорыту жүйесіне қауіпті әсер етіп, жасушаларға оттектің жетуін қиындатады. Жүрек қызметінің бұзылуы, жүрек соғысының жиілеуі, ағару, қатты асқазан ауруы, құсу және сананың бұзылуы - күшәнмен уланудың белгісі. Бұл улану қуықтың үлкеюіне және тік ішектің қатерлі ісік ауруына алып келеді.

Күшәннің адам денсаулығына үлкен қауіп төндіруі себепті, ЕРА оның ауыз суында 10%-ға дейін болуын қадағалап, стандарттарды өте қатты бақылауға алды. Жер шарында адамның күшәнмен улануы үлкен мәселе болып отыр. Бангладеш, Үндістан, Мексика, Чили, Аргентина, Тайван және Тайландтың 10-нан 40%-ға дейінгі халқы ауыз суындағы күшәнмен уланған. Ауыз суының күшәнмен ластануы үшінші деңгейлі елдерге тән болғанымен, АҚШ-тың көптеген су құбырлары 10 %-ға қарағанда жоғары концентрацияда күшәнмен тұрады. Сондықтан, суды осындай күшән сияқты ауыр металдан тазалаудың жаңа технологияларын өңдеу және пайдалану денсаулық саласы үшін өте маңызды.

Қоршаған ортаның қауіпті факторлары

Қоршаған ортаға қауіп факторларының ішіндегі маңыздысы - әсер ету мен қауіптілік. Әсер ету деп мәселе тудыруға қабілетті аса

жоғары концентрациядағы ластағыш заттармен әрекеттесуді айтады. Қауіптілік дегеніміздің өзі туындаған мәселе болып табылады (мысалы, аэрозоль пішініндегі бірқабатты көміртекті нанотүтікшелердің әсері олармен дем алу мүмкіндігімен, ал қауіп – тыныс алу мүшелеріне әлеуетті қауіптілігімен сипатталады). Қауіп факторы және оларды бағалау әдістері туралы толығырақ 13 тарауда жазылған.

Өкінішке орай, бүгінде жасанды жолдармен жасалған нанобөлшектердің токсикологиясының «сулы» әрекеттесуі туралы ештеңе белгісіз. Бүгінде аэрозольдердің тірі ағзаға ықпалы туралы ғана аздаған дерек белгілі. Дегенмен, нанобөлшектердің биологиялық үдерістерге ықпалы әлі зерттелмеген.

Қазіргі уақытта кварц, титан және темір нанобөлшектерінің жасушалардың қалыптасуы мен тыныс алу жүйесіне биологиялық әсері қарқынды түрде зерттелуде. Осыған ұқсас зерттеулер нанобөлшектердің адам терісіне әсер етуін зерттеу үшін АҚШ-тың ғылыми-зерттеу зертханаларында жүргізілуде.

Ғалымдар мен саясаткерлерді толғандыратын маңызды сауалдардың бірі, нанобөлшектердің қоршаған ортаға тұрақты немесе кенеттен масштабты әсер етуінің салдарының деңгейі болып табылады. Бұны қандайда бір жағымсыз әсер етеді деп сенімділікпен айта алмаймыз. Өйткені, бүгінге дейін нанобөлшектердің қандай қасиеттері қоршаған ортаға қанша мөлшерде зиян келтіретінін ешкім дөп басып айта алмайды.

Қазіргі кезде ғалымдарға нанобөлшектердің көптеген жақсы қасиеттері белгілі. Дегенмен, денсаулық сақтау мен қоршаған ортаның амандығы үшін жағымсыз салдарлардан құтылу үшін жаңа нанотехнологияларды қолданғанда болатын барлық жағымсыз әсерлерді қарастырған жөн.

Ғалымдар әсерге қоршаған орта мен биологиялық ағзалар (бактериялар, балық, адамдар) ұшырайтын нанобөлшектердің нақты мөлшерлерін зерттеумен айналысады. Нанобөлшектердің қоршаған ортада таралу жылдамдығы мен тиімділігін болжау үшін, нанобөлшектердің орын ауыстыруының барлық тәсілдерін мұқият зерттеу керек.

Наноматериалдар кеукті материалдарда әртүрлі тәсілдермен таралуға қабілетті. Мысалы, фуллерендер мен бірқабатты көміртекті нанотүтікшелер мүлдем өзгеше қозғалыстарды көрсетеді. Наноқұрылымдарды жинауда олардың қозғалғыштығы айтарлықтай төмендейді. Дьюк университетінің (АҚШ) профессоры Марк Визнер өзінің әріптестерімен әртүрлі нанобөлшектердің қозғалғыштығы мен орын ауыстыруларының әдістерін зерттеумен айналысады.

«ЖАСЫЛ» НАНОТЕХНОЛОГИЯЛАР

Нанотехнологиялар өндірістік үдерістерді екі түрлі әдіспен өзгертуге қабілетті. Біріншіден, өндіріс қалдықтарын тез азайту және оның тиімділігін арттыру есебінен. Екіншіден, өндірістік үдерістерде тиімділікті жоғарылататын және уытты және лас материалдардан, сонымен қатар, соңғы өнімдерден құтылуға мүмкіндік беретін наноматериалдарды катализатор ретінде пайдалану есебінен.

«Жасыл» нанотехнологиялар – қоршаған ортаға зиянсыз химиялық және технологиялық үдерістер қолданылатын технологиялар.

Негізінде «жасыл» нанотехнологиялар талап материалдарына ұсынылған өндірістік үдерістерді, химиялық іс-шараларды жақсартуы керек және сонымен қатар, ағымдағы қауіпсіз заттар мен үдерістерді алмастыруы тиіс. Бұл энергия мен материалдардың шығынын қысқартуға мүмкіндік береді.

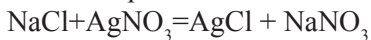
Осы мақсаттарға жету үшін ғалымдар келесі бағыттарда зерттеулер жүргізіп жатыр:

- өндірістік үдерістер үшін жаңа жетілдірілген катализаторларды атомдық деңгейде синтездеу;
- жаңа молекулаларды жасау үшін молекулаларға ақпараттарды енгізу (ДНҚ сияқты);
- жаңа химикаттар мен материалдар үшін негіз ретінде молекулалардың өздігінен жинақталуы;
- микро және нанореакторларда молекулаларды жасау;
- күн сәулесінің батареялары мен отын элементтері негізінде, баламалы энергияны қолдану, сонымен қатар, энергияны тасымалдаудың жаңа тәсілдерін өндеу.
- энергияны неғұрлым үнемді пайдалану мақсатында өндірістік үдерістерді жетілдіру.

«Жасыл» химия мен «жасыл» технологиялардың мағынасы 2005 жылы химия саласы бойынша «Органикалық синтезде метатезис әдісін дамытуға қосқан үлесі үшін» Нобель сыйлығын Калифорниялық технологиялық институттан Роберт Граббсқа (АҚШ), Массачусет технология институтынан Ричард Шрокқа (АҚШ) және Мұнай институтынан Ива Шовенге (Франция) ұсынғанда жоғары бағаланған.

Метатезис - қос химиялық байланыстардың ауыстырылуын, яғни атомдардың бірнеше топқа бөлініп, бір немесе екі молекуланың көміртекті сүлдесінің «өзгерісін» білдіреді.

Осындай реакцияның типтік мысалы мынадай:



Реакцияның бұл типінің химия өнеркәсібінде үлкен мәні бар, мысалы, дәрі-дәрмек және пластмасса өндіруде, өйткені, метатезис үшін энергия аз мөлшерде жұмсалады және зиянды жанама өнімдер мөлшері азаяды.

Нанотехнологиялар бойынша халықаралық кеңес

2004 жылы энтузиастар тарапынан нанотехнологиялар туралы барлық қолжетімді ақпаратты жинап, тарататын Нанотехнологиялар бойынша халықаралық кеңес (International Council on Nanotechnology – ICON) құрылды. Бұл ұйымның мүшелері нанотехнологиялардың артықшылығы мен кемшіліктеріне баға беруге тырысады (мысалы, қоршаған ортаға қауіпі туралы) және ол туралы ақпаратты таратады.

ICON нанотехнологиялардың артықшылықтары мен кемшіліктерінің ғылыми тұжырымдары туралы мәліметтер базасын құрды. Кеңес бұл мәлімет базасын Райс университеті (АҚШ), АҚШ-тың энергетика Министрлігімен және химия өнеркәсібінің өкілдерімен ынтымақтаса қолдау көрсетеді.

ICON-ға тек өнеркәсіп орындарының өкілдері ғана емес, АҚШ-тың Үкіметтік ұйымдары, университеттері, колледждері және үкіметтік емес ұйымдары кіреді. Бұндай кең көлемдегі әріптестікте ICON мүшелері нанотехнологиялармен жұмыс істеу кезіндегі қауіпсіздік шаралары нақты қауіпті талқылайды және бағалайды, наноматериалдарды жасау және қолдану үшін стандарттар мен терминологияларды ұсынады, сонымен қатар, нанотехнологиялар туралы мәліметтерді таратады.

БОЛАШАҚҚА ҚАРАУ

Кейбір жаңа заттар әзірлеушілер мен тұтынушылар үшін, сонымен қатар, қоғам мен қоршаған орта үшін қауіп төндіруі әбден мүмкін. Сондықтан ғалымдар оларды қолданудың қауіпсіздігіне кепілдік беру үшін, жаңа нанотехнологиялармен байланысты әлеуетті қауіпті ба-рынша мұқият әрі жан-жақты зерттейді.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Ластанудың көп жағдайда өлшенеді:

- а) жүзден бір бөлігі;
- ә) миллиардтан бір бөлігі;
- б) кварктың бір бөлігі;
- в) триллионнан бір бөлігі.

2. Күшән ... өте жаман әсер етеді:

- а) асқорыту жүйесіне;
- ә) репродуктивтік жүйеге;
- б) жүйкеге;
- в) есту қабілетіне.

3. Азот оксиді мен күкірт диоксидінің жоғары болуы адам қызметінің ... шамасымен түсіндіріледі.

- а) 52 %;
- ә) 75 %;
- б) 95 %;
- в) 100 %.

4. Қоршаған ортаға қауіпті емес химиялық және инженерлік үдерістер қолданылатын технологиялар қалай аталады?

- а) «қызғылт сары» нанотехнологиялар;
- ә) микронанотехнологиялар;
- б) «жасыл» нанотехнологиялар;
- в) ағаш нанотехнологиялар.

5. Технеций – бұл:

а) Вашингтон штатындағы ядролық ескі моладағы ластағыш зат;

- ә) автокөліктің маңдай әйнегін сұртуге қосылатын қосынды;
- б) уытты металл;
- в) жер асты суларын ластағыштардың көзі.

6. Уланған туецте ненің жоғары құрамы бар?

- а) күшәннің;
- ә) молибденнің;
- б) стронцийдің;
- в) сынаптың.

7. Табиғи және жасанды наноматериалдардың уыттылығын тексеру, олардың әсер ету жолдары мен биологиялық қорлануының үшін маңызы зор.

- а) қауіп факторының талдауы;
- ә) аяқ-киім өнеркәсібі;
- б) аспаздық курстары;
- в) мектептегі киім ілетін орын.

8. Ең болмағанда бір наномасштабтық өлшемі және жоғары каталитикалық белсенділігі бар заттар қалай аталады?

- а) биокерамикалық мембраналар;
- ә) ғарыштық нүктелер;
- б) нанотұтану;
- в) нанокатализаторлар.

9. Қатерлі ісік ауруын қоздыратын химикаттар не деп аталады?

- а) антигендер;
- ә) лейкоциттер;
- б) канцерогендер;
- в) энзимдер.

10. ICON – бұл аббревиатурасы (қысқартылған атауы):

а) Indentured Committee of Neighbors (Келісімшартпен келісілген көршілер комитеті) ;

ә) Indivisible Council of Nanobots (Наноботтардың шексіз кішкене кеңесі);

б) Incredible Calmness Night (Адам нанғысыз түнгі тыныштық);

в) International Council on Nanotechnology (Нанотехнологиялар бойынша халықаралық кеңес).

II бөлімге арналған тест сұрақтары

1. Үйкеліс, жұғу, созылымдылық және тұтас денелердің ығысу беріктігі немен түсіндіріледі?

- а) ылғалдылық және температурамен;
- ә) сырғу және күнмен;
- б) инерция және гравитациямен;
- в) гидростатикалық қысым және еңкеюмен.

2. Бейнелеудің кристаллографиялық әдістері ненің үш өлшемді көрінісін алуға мүмкіндік береді?

- а) атмосфера биоөрісінің;
- ә) электронды тығыздық және конфигурацияның;
- б) таулы аймақтардың;
- в) ағаштар кесіктеріндегі жылдық сақиналардың.

3. Нанотехнологиялар төмендегіні ескермегенде, әртүрлі медициналық мәселелерді шешу үшін қолданылады:

- а) генетикалық ақпаратты сақтау және алу;
- ә) заттарды жасушаға жеткізу;
- б) хромосомалық ерекшеліктер негізінде дәрі-дәрмек жасау;
- в) аяқ бармағының өсіп кеткен тырнағын емдеу.

4. Адам ағзасындағы аса кең тараған ақуыз мыналар:

- а) нитрогеназа;
- ә) кератин;
- б) амилаза;
- в) коллаген.

5. «Дымқыл» (органикалық молекулалар) мына жерде болады:

- а) жүзу хауызында;
- ә) тірі ағзада;
- б) тау жыныстарында;
- в) радиоактивті қалдықтарда.

6. Ақуызды инженерия көмегімен неге қабілетті ақуыздарды жасауға болады?

- а) көпірлердің беріктігін арттыруға;
- ә) ғылыми зерттеулерді қаржыландыруды өсіруге;
- б) ауа-райы дәлдігін арттыруға;

в) вирустық жұқпаларға шабуыл жасау және қарсы шабуыл жасауға.

7. Қатерлі ісікті азғыратын заттар мыналар:

- а) қоздырғыштар;
- ә) базалар;
- б) аллергиялар;
- в) канцерогендер.

8. Микроағзалардың құрылымы туралы Micrographia («Микрография») атты алғаш кітапты жазған кім:

- а) Джордж Беннет;
- ә) Роберт Гук;
- б) Норман Бекман;
- в) Джек Шауэрс.

9. Зақымданған ұлпаларды диагностикадан өткізу мен емдеу үшін қолданылатын, алтынмен қапталған аса кіші шарлар былай аталады:

- а) наноқабықшалар;
- ә) устрицаның қабығы;
- б) түтікшелі қабықшалар;
- в) биоқабықшалар.

10. Азот оксиді мен күкірт диоксидінің құрамының жоғарылығы адам қызметінің ... шамасымен түсіндіріледі.

- а) 15%;
- ә) 42%;
- б) 70%;
- в) 95%.

11. Наномембраналар үшін кеуек өлшемі, өткізгіштік және беттік химиялық белсенділіктің таралуын бөлшектің бастапқы параметрлерін өзгерту есебінде ненің негізінде реттеуге болады:

- а) алюминийдің;
- ә) кремнийдің;
- б) жарғылай өткізгіштіктің;
- в) биохимияның.

12. Биологиялық наносенсорлар мыналарға арналған:

- а) әйгілі ғалымдарды табу;
- ә) маңызды биологиялық белгілерді табу;

- б) тұнбаларды өлшеу;
- в) аяқ киім өлшемін анықтау.

13. Топырақтағы уытты ауыр металдарды, мысалы қорғасын, никель, сынап және тіпті уранды ... есебінде бейтараптандыруға болады:

- а) мырыш құрамын анықтау;
- ә) натрийді қосу;
- б) темірдің тотығуы;
- в) хлорды қосу.

14. Судың ластануы күтпеген жерден немесе ақырындап, әдейі немесе кездейсоқ оған ... түскендіктен болады:

- а) топырақ;
- ә) суытқыштағы мұз кесегі;
- б) су лаласы;
- в) ластаушы заттар.

15. Қазіргі таңда сүт безінің қатерлі ісік ауруының қанша түрі бар?

- а) 11;
- ә) 14;
- б) 15;
- в) 17.

16. Күрделі құрылымдарға бұралатын аминқышқылдарының ұзын тізбектері былай аталады:

- а) липидтер;
- ә) ризомалар;
- б) оригамалар;
- в) ақуыздар.

17. Атомдық деңгейде басқаруға болатын, құрылымдарды, аспаптарды және тамаша қасиеттері бар жүйелерді зерттеумен байланысты қызмет саласы былай аталады:

- а) аэродинамика;
- ә) микробиология;
- б) нанотехнология;
- в) биологиялық инженерия.

18. Молекулалық деңгейде аурулар мен зақымданған ұлпаларды емдеуге бағытталған, медицина саласы қалай аталады?

- а) наномедицина;
- ә) акушерлік;
- б) ядролық медицина;
- в) ринология.

19. Адам ең алғаш рет байқаған жасыл балдыры мынау:

- а) *Leptospira* (лептоспира);
- ә) *Saccharomyces* (сахаромицета);
- б) *Spirogyra* (спирогира);
- в) *Aspergillus* (аспергилл).

20. Дәрі-дәрмектерді ағзаның тиісті жеріне жеткізу мүмкіндігі былай аталады:

- а) хемосинтез;
- ә) фармакология;
- б) фотосинтез;
- в) био қолжетімділік.

21. Түтікше ішінде табылған алғашқы кішкентай бастықтарды былай атаған:

- а) сіркелер;
- ә) жасушалар;
- б) майға қуырылған картоптар;
- в) тесіктер.

22. Наносымды детекторлар үлкен дәлдікпен мыналарды ажырата алады:

- а) металдарды;
- ә) бейорганикалық молекулаларды;
- б) вирустарды;
- в) жер құрттарын.

23. Темірдің макробөлшектеріне қарағанда, беттік ауданының үлкендігінен темірдің нанобөлшектері аса жоғары реактивтілікке ие:

- а) 2-3 есе;
- ә) 5-7 есе;
- б) 10-1000 есе;
- в) олар оған ие емес.

24. Шығыс медицинасы алдын алумен, ал батыс медицинасы мыналарды емдеумен жақсы айналысады деп тарихи қалыптасқан:

- а) әжімдерді;
- ә) жарақаттарды;
- б) күйзелістерді;
- в) сыртқы құлақтың қабынуын.

25. Электр және магнетизм, ауалық және сулық ағындар, жылу және суық, сонымен қатар басқа факторлар нанобөлшектердің келесі қасиеттеріне әсер етеді:

- а) оның атына;
- ә) нарықтық көз тартқыштығына;
- б) қаржыландыру әлеуетіне;
- в) орын ауыстыруы мен реакцияларға.

26. Медициналық немесе аграрлық мақсаттарда ақуыздарды жауау және өзгертумен байланысты қызмет саласы былай аталады:

- а) липидті инженерия;
- ә) үйде өздігінен емделу;
- б) ақуыз инженерия;
- в) бақшаны күту.

27. АҚШ-та NNI аббревиатурасы мынаны білдіреді:

- а) Neonatal Nanny Initiative (Бала күтушілердің жаңа туылған сәбилерге деген ынтасы);
- ә) National Neurological Institute (Ұлттық неврологиялық институт);
- б) Nanoscience and Nanotechnology Institute (Наноғылым институты және нанотехнологиялар);
- в) National Nanotechnology Initiative (Ұлттық нанотехнологиялық бастама).

28. Ластаушы заттардан суды тазалау үшін қолданылатын керамикалық мембраналарда мыналар қолданылады:

- а) натрий;
- ә) темір;
- б) қорғасын;
- в) мырыш.

29. Оптикалық спектр сараптамасының негізінде үлгілерді зерттеу былай аталады:

- а) спектроскопия;
- ә) климатология;
- б) астрономия;
- в) вирусология.

30. Микрокапсулаларды автоматты түрде жасау былай аталады:

- а) дөңгелек бүйрек;
- ә) криогенезис;
- б) өздігінен жинақталу;
- в) кальцилену.

31. Наномасштабты деңгейде механикалық, оптикалық және электромагниттік қасиеттердің кең өзгерісі былай жүзеге асады:

- а) жергілікті және мемлекеттік органдардың ережесімен;
- ә) фотодинамика заңдарымен;
- б) сұраныс пен ұсыныс ұстанымдарымен;
- в) кванттық механика заңдарымен.

32. Тірі ағзалардың ішіндегі эксперименттер былай аталады:

- а) in centro;
- ә) in vivo;
- б) in livo;
- в) in vitro.

33. Кем дегенде бір наномасштабты өлшемі және жоғары каталикалық өлшемі бар материалдар былай аталады:

- а) биомаркерлер;
- ә) энзимдер;
- б) нанокатализаторлар;
- в) антиденелер.

34. Биологиялық үдерістер аясындағы реакциялар немен тежеледі:

- а) түрлендіргіштермен;
- ә) рэзіңке қолғаптармен;
- б) шаңдарды түсіруге арналған сыпыртқымен;
- в) тасымалдағыштармен.

35. Нанотехнологиялар тек ... басқа, әртүрлі аурулармен күресу үшін дәрігерлерге жаңа қуатты аспаптарды береді:

- а) қатерлі ісік;
- ә) бас бармақты сору;
- б) дегенерация;
- в) картаю.

36. «Жасыл» нанотехнологияларға мыналар жатады:

а) қоршаған ортаға қауіпсіз химиялық және технологиялық үдерістер;

- ә) табиғи бояғыштар мен талшықтар;
- б) тектоникалық үдерістер;
- в) ауыр металдар, мәселен, күшән, хром және кадмий.

37. «Чиптегі-зертхана» мыналардың негізінде жасалады:

- а) өте кішкене түтікшелер мен центрифугалар;
- ә) асқынторлы наносымды шаблонның тасымалы;
- б) өте жіңішке аспаптар көмегімен зертхана жасау;
- в) асқын кіші пипеткалар мен сымдар.

38. Инъекция орынына темір нанобөлшектерін пайдалану ластану деңгейін айтарлықтай төмендететінін эксперимент қанша сағат (немесе күн, ай) өткен соң көрсетті?

- а) 3–4 сағат;
- ә) 1–2 күн;
- б) 5–6 күн;
- в) 3–4 ай.

39. Бөлшектер қармалатын және макрофагалармен ұсталылатын құбылыс қалай аталады?

- а) тас болып қатып қалу;
- ә) тұщыландыру;
- б) фагоцитоз;
- в) ауыздан жағымсыз иістің шығуы.

40. Қандай заңға сәйкес серіппенің созылуы оны керетін күшке тепе-тең болады?

- а) Хейфер заңы;
- ә) Худ заңы;
- б) Гермиян заңы;
- в) Гук заңы.

III БӨЛІМ**ҚҰРҒАҚ ҚОСЫМШАЛАР**

8-ТАРАУ

МАТЕРИАЛДАР

Наноматериалдар ерекше қасиеттерге ие. Мысалы, пластмассаның, металл құймаларының және керамиканың кейбір түрлеріне көміртекті нанотүтікшелерді енгізіп, алынған материалдардың қаттылығын, иілгіштігін және термотұрақтылық қасиеттерін жақсартуға болады. Наноматериалдарды оңайшылықпен бұза алмайсың. Оларды кескен кезде наноматериалдар өздігінен «жазылуға» қабілетті және инженерлерге жана болашақтар ашады.

Наноматериалдар көптеген қолданылыстар үшін пайдалы қасиеттерге ие, бірақ оларды абсолютті жаңа деп айтуға болмайды. Өздері бұрыннан қолдана бастаған, алайда оларды көре алмағандықтан басқара да алмаған. Мысалға, алтын нанобөлшектер Орта ғасырларда айнаны бояу үшін қолданылды, ал көміртекті нанобөлшектер соңғы 100 жылдан бері көлік дөңгелектерінің беріктілігін арттыру үшін пайдаланылған.

Алхимия

Алхимия - жүздеген жылдар бұрын ғылым, өнер және көзбояушылықтың қоспасы болды.

Бір алхимиктер, яғни жақтаушыларының айтуынша, тән өзгерісі және Жердің дірілін сезінудің арқасында шарықтау шегіне жетіп, алтынды жасай аламыз деген. Ал өзгелері кез-келген металды алтынға айналдыруға тырысты. Алтынға қол жеткізу үшін олар әртүрлі пештерді, жүндерді және мұнай, қарамай, күйе және көң тәрізді арнайы компоненттерді пайдаланды. От қаншалықты қатты жанса, соғұрлым қажетті реакция жылдам болады деп есептелінді. Бірақ шындығына келгенде, алхимиктердің іс-әрекеттері оларды көрушілері үшін жай ғана әсерлі шоу болатын.

Алхимиктердің пайдаланған ерекше әдістеріне қарамастан, олар алғашқы химиялық білімдердің негізі болған кейбір ойларды таба және дамыта алды. Мысалы, алхимиктер, түс - элементтің негізгі қасиеттерінің бірі болып табылады деп дұрыс тұжырымдаған.

Олардың алтынды генерирлеу әдісін табудағы басты мақсаты сары немесе алтын түстес металды алу болды. Әк, күкірт, сірке қышқылы және мысты пайдалана отырып, олар алтын түстес заттар алған және көбінесе оны алтын деп ойлайтын.

Осы ізденістер нәтижесінде алхимиктер ерітінділерді кристалдау және дистильдеуді үйренді, бірнеше белгісіз элемент және қосылыстарды ашты.

Қазіргі заманғы зерттеушілер наномасштабы материалдар мен реакциялардың ерекше физикалық, химиялық және биологиялық қасиеттерін ашуда. Оларды бір мезгілде теориялық біліммен, компьютерлік модельдеу және эксперименттер арқылы зерттейді.

Жаңа материалдарды, қасиеттер мен үдерістерді тексеру нәтижесінде нанотехнологияларды пайдалану туындады. Атомдар мен молекулалардың (~1 нм) олардың аса үлкен (~100 нм) дейінгі өлшемдерінің диапазонында коммерциялық өнімдерді жақсартудың жаңа тәсілдерін ашуда. Аса масштабты деңгейлермен салыстырғанда, наномасштаб тағы бір жай ғана деңгей емес, сапалы жаңа деңгей болып табылады. Наномасштабты жүйелер квантты заңдар әлемінде бар және оларды өте қуатты микроскоптар және басқа аспаптар көмегімен ғана көруге болады. Енді қияшылардың сүйікті ойыншығы болып келген кванттық заңдар, нанотехнологиялық зерттеулердің күнделікті аспаптарына айнала бастады.

Ақылды материалдар

Қазіргі кездегі барлық өндіріс, биомедицина, энергетика, химия және электроника наномасштабты нысаналармен байланысты. Наномасштабты материалдар және үдерістер көптеген жаңа материалдарды алу үшін пайдаланылады. Өртүрлі ойларды жүзеге асыру үшін, мысалы аса тиімді күн батареяларын немесе электрөткізу желілерін жасау үшін аса тиімді материалдар жеткіліксіз. Мұндай материалдар пайда болу нәтижесінде энергияны үнемдеуге байланысты жаһандық мәселе шешілер еді. Көптеген жылдар бұрын өрлеудің нәтижесінде тас дәуірінен кейін қола дәуірі, одан кейін темір және индустриалды дәуір келгендей, қазіргі кезде ақпараттық ғасырдың орнына молекуллярлы ғасыр келуде.

Жаңа наноматериалдар, мысалы, көміртекті нанотүтікшелер және наноқабықшалар жай көміртегі немесе кремний бөлшектерімен

салыстырғанда, біршама жоғары мүмкіншіліктерге ие. Мысалы, көміртекті нанотүтікшелер болаттан 100 есе берік, олар алмасқа қарағанда жылуды және мысқа қарағанда электр тоғын жақсы өткізеді. Міне осындай әмбебап қасиеттеріне байланысты көптеген материалдарды, мысалы фуллерендерді, бірқабатты көміртекті нанотүтікшелерді, наноқабықшалады, квантты нүктелерді және микрокапсулаларды көбінесе «ақылды материалдар» деп аталады, ғылым мен техника саласындағы қауымда олардың әмбебаптылығы жоғалған жоқ.

Ғылымның әртүрлі тараулары сияқты, әртүрлі өндіріс салалары, мысалы, авиақұрылысты, биомедицинаны, химияны, электротехниканы, машинақұрылысты, энергетиканы және т.б. бір нәрсе біріктіреді, ол - жақсартылған қасиеттері бар материалдарды іздестіру. Нанотүтікшелер және наноқабықшалар ашылғаннан бері ғалымдар және инженерлер осылардың көмегімен ашылған барлық қасиеттерді тексеріп, олардың қолданылу аясын іздестіріп жатыр.

Мысалы, пластмассаны зерттеу оның қолдану аясын үлкейтті, қазіргі кезде пластмасса контейнерлерден ойыншықтарға дейін, көз линзалары мен протездер өндірісінде қолданылып жатыр. 1950 – 1960 жж. ғылым және техниканың ерекше жаңалықтарының бірі пластмассалар болды. Оларды ендіру әлемді түгелімен өзгертті. Көптеген заттардың арзандағаны соншалық, оларды жуып және жөндегеннен гөрі лақтырып, жаңасын сатып алу тиімді болды (алайдабір рет пайдаланылатын пластик ыдыстардың пайдасы мен зияндығы туралы әлі күнге дейін қызу пікірталастар бар).

Міне наноматериалдардың қолданылуы да осы жолмен келе жатыр, бірақ олардың қоршаған ортаға зияны аз болуы мүмкін. Сонымен қатар, наноматериалдардың кейбір қасиеттері пластмассаның ұқсас қасиеттерінен біршама жоғары болып табылады. 8.1-кестеде наноматериалдардың қолданылу саласы бойынша артықшылықтарының салыстырмалы сипаттамасы келтірілген.

Енді инженерлердің қолында үлкен беріктік, жылуөткізгіштік, электрөткізгіштік, иілгіштік бар және ескі мәселелердің (мысалы ауруларды емдеудің жаңа тәсілдерін) жаңа шешімін табумен қатар, қазіргі таңда ерекше материалдар мен өнімдер жасай алады. Және олар пайда болған кезде, бізге оларсыз қалай ұзақ уақыт жүргенімізді елестету қиын болады. Атомдарды басқару технологиясы қалыптасқан кезде барлығы мүмкін болады!

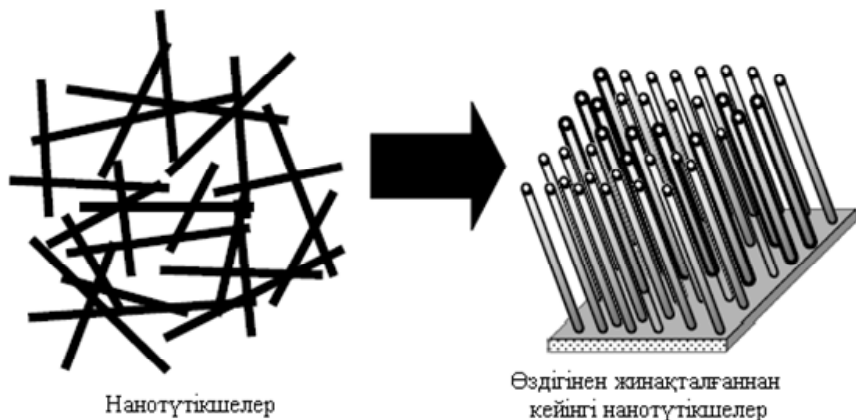
8.1-кесте. Наноматериалдардың қолданылу саласы бойынша артықшылықтарын салыстыру

Қасиеті	Органи-калық полимерлер	Метал-дар	Жарты-лай өткізгіш-тер	Керами-ка	Көміртегі
Оптикалық		***	***		*
Механикалық	*	*		*	***
Электрлік		**			***
Магнитті		*		***	
Катализдік				**	*
Абсорбцион-ды	***				

КӨМІРТЕКТІ НАНОТҮТІКШЕЛЕР

Бірқабатты көміртекті нанотүтікшелер болашағы зор наноматериалдар болып табылады. Олардың қасиеттері, мысалы беріктігі, ұзақ мерзімге сақталуы, химиялық тұрақтылығы, жылу өткізгіштігі және (бәлкім, аса маңызды қасиеті) электр өткізгіштігі нанотүтікшелерді әмбебап материал етеді. Молекулалық құрылысына байланысты бір нанотүтікшелер жартылай өткізгіш болса, басқалары - өткізгіш болады. Наномасштабты геометриямен бірге бұл қасиеттері оларды молекулалық электроника үшін сымдар, байланыстар мен аспаптар жасау үшін негіз етеді.

Көптеген жыл бойы оларды өңдеудің қиындығына байланысты бірқабатты көміртекті нанотүтікшелермен жұмыс істеу қиынға соқтырды. Бірақ Райс университетінің профессорлары Ричард Смолли мен Маттео Паскуали (Matteo Pasquali) жаңалық ашты. Кейбір қышқылдар, мысалы, күкірт қышқылы, нанотүтікшелерді басқаруға және жеке нанотүтікшелері бар ерітінділерді немесе сұйық кристалды нанотүтікшелерді алуға мүмкіндік беретіндігі анықталды. Бұл ғалымдарға жеке бірқабатты көміртекті нанотүтікшелерден тұратын аса ірі нысандарды жасаудың негізін қалауға мүмкіндік берді. 8.1-суретте нанотүтікшелердің өздігінен жинақталу мысалдарының біреуі көрсетілген.



8.1-сурет. Өздігінен жинақталатын нанотүтікшелер

Нанотүтікшелердің беріктігі болаттікінен жоғары болғандықтан, олардың негізінде аса берік пластмассалар жасауға болады. Осының көмегімен ұшақ, ғарыш аппараттарының және автомобильдердің салмағын біршама жеңілдетуге болады. АҚШ қарулы күштері ұшақ, кеме, танк және автокөліктердің беттерін радар сәулеленуін жұтатын жамылғы есебінде нанотүтікшелерді пайдалануға қызығушылық танытуда. Аэрокосмостық салада бұндай пластмассаларға көшу винттік авиациядан реактивтіге ауысқандай революциялық рөл атқара алады.

Орташа диаметрі 40 нм-дей болатын көпқабатты көміртекті нанотүтікшелердің де қолданылу аясы біршама кең – ұялы телефондардың оптикалық жүйесінен автокөліктердің айна элементтері мен спорт тауарларына дейін пайдаланылады. Бұлардың беріктігі бірқабатты көміртекті нанотүтікшелерінен де жоғары және композитті материалдардың негізгі құрамдас бөлігі болып табылады.

Өндіріс

Наноматериалдарды өндірудегі үлкен қиындықтар бұларды зерттеуді тоқтата да, баяулата да алмайды. Наноөткізгіш немесе нано-жартылай өткізгіштер сияқты, жоғары эффективті материалдарды зерттеуге бөлінген үлкен күш пен қаржының арқасында нанотүтікшелерді өнеркәсіптік өндірудің қысқа мерзімді келешегінде тек артатын болады.

Кейбір мамандардың есептеуінше, нанотүтікшелерді жамылғы немесе бояу ретінде пайдаланудың болашағы зор. Нанотүтікшелермен бояуды араластыру барысында нанотүтікшелер электростатикалық зарядқа ие болады. Осының арқасында бояу мен нанотүтікшелері бар жамылғылар бетке тығызырақ жабысады. Бұндай нанотүтікшелері бар бояуларды конвейерге жағуға болады. Сонымен қатар, нанотүтікшелері бар арнайы паста сұйық кристалды және иілгіш дисплейлердің оптикалық қасиеттерін жақсартта алады, мысалы, қазіргі кезге қарағанда аса анық көрініс алуға мүмкіндік береді.

Нанокристалды материалдар

Кез-келген материал атом және молекулалардан тұратыны бізге белгілі. Көптеген материалдар өлшемі бірнеше жүз микроннан бірнеше миллиметрге дейін жететін бөлшектерден тұрады.

Нанокристалды материалдар 1-ден 100 нм-ге дейін өлшемге ие. Атом радиусы 1-2 Å шамасында, ал $10 \text{ Å} = 1 \text{ нм}$. Атом типіне байланысты 1 нанометрге 3-5 атом орналасады.

Наноматериалдар жоғары беріктік, қаттылық, иілгіштік, жоғары температурада созылғыштық, коррозиялық және химиялық тұрақтылық және т.б. қасиеттерге ие. Көптеген наноматериалдар, олардың аса ірі баламаларына қарағанда тиімді. Мысалы, күміс нанобөлшектері үлкен каталитикалық қасиеттерге (вирустармен реакцияға түсіп және оларды өлтіру қабілеттілігі) ие, ал бұл қасиет күмістің макраскопиялық массивті кесегінде байқалмайды.

Наноматериалдарды дайындау үшін келесі 5 әдіс қолданылады:

- золь – гель (коллоидты) технологиялар;
- инертті газ атмосферасындағы конденсация;
- механикалық балқыту немесе жоғары энергетикалық ұсақтау;
- плазмалық синтез;
- электролитикалық тұндыру.

Бұл үдерістердің барлығы әртүрлі мөлшерде наноматериалдар өндіруге пайдаланылады, бірақ золь-гель технологиясы негізіндегі синтездің төмендегідей артықшылықтары бар:

- көп мөлшерде наноматериал өндіруге;
- бір мезгілде екі немесе одан көп материалдарды генерациялауға;
- біртекті және өте таза (99,99%-ке дейін) балқымалар және

композиттерді алуға;

- өте төмен температураларда (60-300°C шамасында) керамикалық және металдық материалдар алуға;

- атом құрамын және құрылысын дәл анықтауға мүмкіндік береді.

Қазіргі кезде инженерлер наномасштабты деңгейде материалдарды жасай отырып, қолданысқа ие өнімдерге олардың ерекше қасиеттерін, мысалы, аса жоғары беріктігін пайдалана алады.

Нанокристалдар

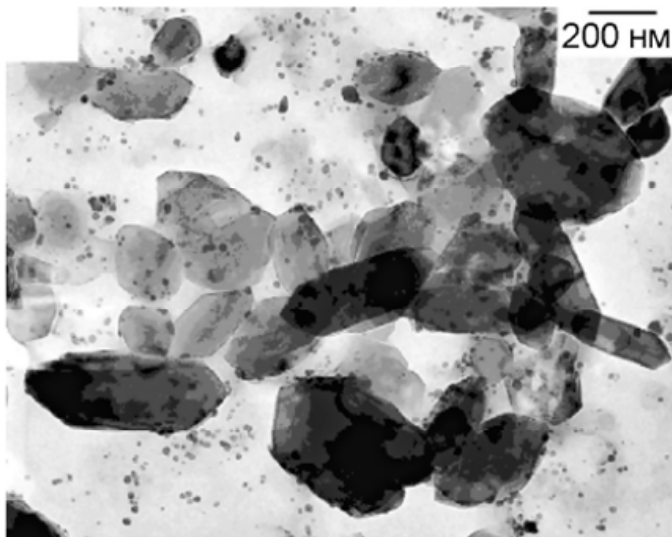
Нанокристалдар деп көлемі молекуладан үлкен (яғни 10 нм-ден), бірақ макроскопиялық кристалдардан біршама кіші бірнеше атом жиынтығын айтады. Олардың физикалық және химиялық сипаттамасы әр түрлі болуы мүмкін, бірақ нанокристалдардың өлшемі мен ауданы (мысалы, кванттық нүктелердің), демек олардың қасиеттері қатан бақыланады. Расында, ғалымдар олардың кристалды құрылысын анықтап, электр өткізгіштігін реттеп және балку температурасын өзгерте алады.

Калифорния штатындағы Беркли Университетінде (АҚШ) және Лоуренс Беркли (АҚШ) атындағы Ұлттық лабораторияда жұмыс атқаратын химик Пол Аливисатос көпіршік тектес беттік белсенді заттарға (ББЗ) жартылай өткізгіш ұнтақтарды қосу арқылы нанокристалдар жасайды. Ол өзінің әріптестерімен бірге ББЗ-дың көмегімен әртүрлі пішіндегі (мысалы, өзек немесе сфера түріндегі) нанокристалдарды өсіріп шығарды.

Беттік белсенді заттар – сұйықтыққа қосқанда, оның беттік керілуді төмендету арқылы сұйықтықтың затқа ену қабілетін жақсартатын заттар (мысалы, кір жуатын ұнтақ).

Аливисатос өзінің әріптестерімен бірге екі өлшемді стержень тәрізді жартылай өткізгіш нанокристалдарды алып және пішіні мен өлшемін бақылауға мүмкіндік беретін жағдайларды анықтады. Пішінін өзгерту ұстанымы аяғына дейін түсінікті емес, бірақ ол сұйықтықтың атомдары мен ББЗ-дың өзара әрекеттесу сипатымен анықталуы мүмкін. Осы жағдайларды реттей отырып, ғалымдар үлгілері 8.3-суретте көрсетілгендей бірнеше әртүрлі типті нанокри-

сталдарды (созылған өзектер мен шектелген кристалликтерді) өсіріп шығарған.

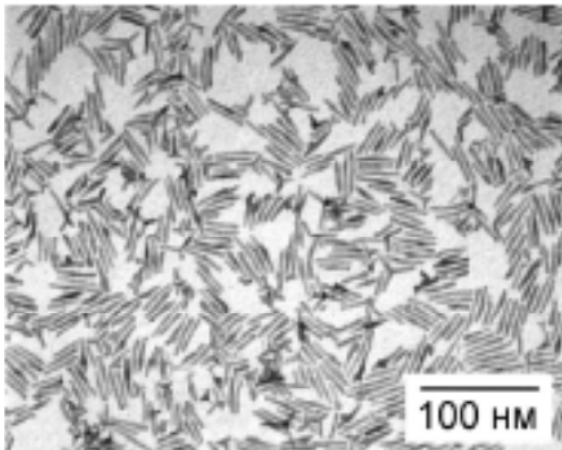


8.2-сурет. Кварцтың нанокристалдары

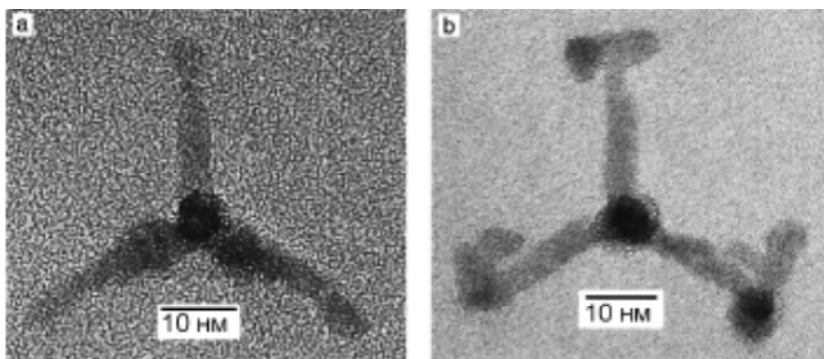
Сонымен қатар, ғалымдар поляризацияланбаған жарық шығаратын сфералық нанокристалдарға қарағанда, стержень пішінді нанокристалдар өзінің ұзын өсінің бойымен поляризацияланған жарық шығаратынын көрсетті. Осы қасиетінің арқасында бұндай нанокристалдар биологиялық маркерлер ретінде пайдалануға қолайлы.

Аливисатос әріптестерімен стерженьдердің сәуле шығару және жұту энергияларының арасындағы шекара сфераларға қарағанда көп екендігін байқады. Бұл қасиет шығарылатын жарықтың бір бөлігін жұтатын жарық шығарушы диодтардың сипаттамаларын жақсартуға мүмкіндік береді. Нанокристалды өзектерді қажетті бағытта тығыз орналастыруға болатындықтан (қоймадағы бөренелер сияқты, 8.3-сурет), оларды жарық диодтары мен фотогальваникалық элементтерінде пайдалануға болады.

Ғалымдар әртүрлі қайран қалатындай пішіндегі, мысалы, тамшы, бағыттағыш және тіпті, рычаг түріндегі нанокристалдарды өсіруді үйреніп алды. Мұндай пішінді нанокристалдар әлі өзінің қолданыс аясын таппады, бірақ олардың болашақта пайдаға асуы әбден мүмкін. Мысалы, рычаг пішініндегі тетрапод типті құрылымдарды (8.4-сурет) наноэлектроникада дәнекер ретінде қолдануға болады.



8.3-сурет. Нанотаяқшалардың түзілуі



8.4-сурет. Тетрапод түріндегі нанокристалдар

КВАНТТЫҚ НҮКТЕЛЕР

Электрондарды қамтып және оларды кіші облысқа жинайтын жартылай өткізгіш нанобөлшектер квантты нүктелер деп аталады. Олар өздерінің өлшемі мен энергия деңгейінен тәуелді әртүрлі толқын ұзындықтағы жарық шығара алады. Кванттық нүктенің өлшемі, пішіні және зарядын өзгерте отырып энергия деңгейін басқаруға болады. Деңгейлер мен шығарылатын жарық ұзындығының айырымы

өзара байланысты. Кванттық нүктенің өлшемінің өзгеруі энергия деңгейлерінің айырымын өзгертеді, ал ол өз кезегінде шығарылатын жарықтың ұзындығына, яғни сәуленің түсіне әсер етеді. Бұл сәулелену түсі мен кванттық нүктенің өлшемінің өзара байланысы наномасштабты әлемнің сипаттауыш қасиеті болып табылады.

Кванттық сым және кванттық шұңқыр кванттық нүктенің баламалары болып табылады, бірақ олар электронның қозғалысын сым үшін (тар ұңғы бойымен сияқты) екі өлшемі бойынша және шұңқыр үшін (құдық қабырғасы бойымен сияқты) бір өлшемі бойынша шектейді, ал нүктеде ол үш өлшемі бойынша шектелген (тордағы сияқты). Электрондардың қозғалысы де Бройль толқын ұзындығымен шамалас арақашықтықпен шектеледі.

де Бройль толқын ұзындығы – бөлшектердің толқындық және корпускулалық қасиеттерінің сандық қатынасының өлшемі. Егер бөлшектің E энергиясы және $p=mv$ импульсі болса, онда онымен жиілігі $\nu = E/h$ және ұзындығы $\lambda = h/p = h/mv$ болатын толқын байланысты.

Бұл шектеу энергия деңгейін және кванттық шығуды (яғни сәулеленудің бір фотонын жұтқан кездегі оқиғалар саны) анықтайды. Кванттық нүктелер квантты компьютерлердің элементі - кубиттердің рөлін атқара алады.

Кванттық нүкте – бұл 10 нм-ден көп емес аймақта және құрамында өткізгіш электрондары бар барлық үш кеңістіктік өлшемдері бойынша шектелген өткізгіш немесе жартылай өткізгіштің фрагменті.

Кванттық нүктелерді, атомдар сияқты тек қазіргі заманғы спектроскопиялық және микроскопиялық әдістердің көмегімен ғана зерттеуге болады. Белгілі өлшемдегі кванттық нүктелердің өзіне сай түсі болады, және өте кішене өлшеміне қарамастан, оларды осы түсі бойынша (әрине, жеке емес, жеткілікті жинақталған күйде) байқауға болады.

Кванттық нүкте үлкен болған сайын, оның сәулелену спектрі электромагниттік сәулеленудің барлық спектрінің көрінетін бөлігінің қызыл аймағына жақын, ал ол неғұрлым кіші болса, оның сәулелену спектрі көк аймағына жақын орналасады. Кейбір ғалымдар кванттық

нүктенің пішіні сол сияқты оның түсіне әсер етеді деп есептейді, бірақ нақты қорытындылау үшін осы тәуелділікте қосымша зерттеулер жүргізу талап етіледі.

Биологиялық маркерлер

Кванттық нүктелердің тағы бір маңызды қолданысы олардың флуорофорлар, яғни флуоресцентті спектроскопия көмегімен, катерлі ісікті анықтау үшін флуоресцентті биологиялық маркерлер ретінде қолданылуымен байланысты.

Жоғарыда айтылып кеткендей, квантты нүктелердің өлшемін реттей отырып, оның сәулеленуінің толқын ұзындығын реттеуге болады. Осындай тетіктің көмегімен дәрігерлер мен ғалымдар кванттық нүктелерді белгілі мақсаттар үшін жөнге келтіруді үйренді. Мысалы, олар жасуша ішіндегі мембраналар арқылы осындай биологиялық маркерлердің өтуін белгілейді (бұл құбылыс 6-тарауда толығырақ сипатталады). Ұқсас маркерлер ешқашан түссізденбейді, яғни олар белгілі бір толқын ұзындығы бар сәулелену қабілеттерін жоғалтпайды. Бұл қасиеті жасуша ішіндегі механизмдерді табуға тырысатын ғалымдардың жұмысын жеңілдетеді.

Қазіргі уақытта биологиялық маркерлер ретінде органикалық бояғыштар қолданылады. Алайда бейнелеудің жаңа технологияларының пайда болуына байланысты органика негізінде жасалған бұрынғы биологиялық маркерлер кванттық нүкте негізіндегі жаңа маркерлермен алмастырылып жатыр. Кванттық нүктелердің негізіндегі биологиялық маркерлер жоғары жарықтылыққа (квант шығымының үлкен мәнінің арқасында) және тұрақтылыққа ие.

Қазіргі кезде ғалымдар кадмий сульфиді мен кадмий селениді негізіндегі сфералық нанокристалдарды зерттеуде. Мұндай нанокристалдар өзінің өлшеміне байланысты әртүрлі түсті жарықты шығаруға қабілетті. Міне нақ осы нанокристалдар флуоросцентті биологиялық маркерлер ретінде қолданылады. Конфокальді микроскопияда нысан биологиялық маркерлердегі флуоросцентті сәулеленуге себепкер болатын фотондармен сәулеленеді.

Нанокристалдарды қан тамырларының бейнеленуі мен *in vivo* режимінде дәрі-дәрмекті тасымалдау үшін пайдалану ыңғайлы. Дәл осы үшін оларды Сан Диегодағы (АҚШ) Калифорния штаты университетіндегі Мария Акерман (Maria Akerman), Уоррен Чан

(Warren Chan) және Эрkki Руослахти (Erkki Ruoslahti) пайдаланған. Олар өкпе пептидтерімен жабылған нанокристалдар тышқандардың өкпе ұлпаларын бейнелеуге көмектесетіндігін көрсетті.

Сонымен қатар, басқа пептидтері бар нанокристалдар қатерлі ісіктің қан және сөл тамырларының жолдарын бейнелеуге мүмкіндік берді.

Бұл нәтижелер нанобөлшектердің тек бейнелеуге ғана емес, сонымен қатар, дәрі-дәрмектерді жоғары дәлдікпен қажетті орнына тасымалдауға қолданылатынын көрсетті.

Дәрігерлерге кейбір жасушалардың көбеюін зерттеу үшін әртүрлі биологиялық маркерлердің комбинациясын қолдануға тура келеді. Кейбір өлшеулер үшін сәулеленудің бірнеше түстерін талдау қажет, бұл қарапайым органикалық бояғыштарды қолданған кезде техникасы жағынан қиын. Жаңа нанотехнологиялар негізіндегі биологиялық маркерлер осы мәселелерді жеңіл және тез шешуге мүмкіндік береді.

Бейнелеудің жаңа әдістері ғалымдар мен дәрігерлерге диагностика мен қатерлі ауруларды емдеудің жаңа тәсілдерін ойлап табуға көмектеседі. Мысалы, ішкі мүшелерінің жарақаттары мен ауруларын бейнелеумен емдеу үшін ультракүлгін жарықтандырғышы бар талшықты-оптикалық зондтарды қолдануға болады. Сонымен қатар, осындай әдістер қиын қолжетерлік орындардан, мысалы, ядролық реакторлардан немесе өндірістің қауіпті қалдықтарынан уытты ластануларды бағдарлауға және шығаруға қажет болады.

НАНОБӨЛШЕКТЕРДІ ТАЛДАУДЫҢ ҚҰРАЛДАРЫ

4 тарауда сипатталған микроскопия әдістерінен басқа, нанобөлшектердің қасиеттерін талдау және зерттеу үшін жаңа әдістер мен құралдар қолданылады.

Электронды микроскопияның Ұлттық орталығының (ЭМҰО) - ғалымдары Майкл О'Кифи (Michael O'Keefe) мен Кристиан Киселовски (Christian Kisielowski) АҚШ энергетика Министрлігінің қолдауымен нанобөлшектерді талдаудың жаңа жоғары сезімтал әдістерін өңдеді. Бір ангстремді микроскоп көмегімен олар наноматериалдарды зерттеу үшін АҚШ-та аса жоғары бөлу қабілетіне қол жеткізді, яғни 0,8 (<0,1нм) шамасында.

ОАМ-тың бөлу қабілеті кристалл материалдардың әртүрлі бөліктерін анық үш өлшемді фокусқа сыйдыра алады. Сонымен қатар, ОАМ қарапайым бөлу қабілеті бар микроскоп арқылы алынған анық

емес көріністерді анық ете алады. Бір үлгінің әртүрлі көріністерін үйлестіру жолының көмегімен қосымша ақпаратты алуға болады. Басқа сөзбен айтқанда, ол тіпті бұлыңғыр бөліктерді фокустай алады.

Бұл микроскоптың бөлу қабілетінің жоғарылығы сонша, оның көмегімен жеке атомдарды қарауға болады. Киселовскидің пайымдауы бойынша, осылай нанокластерлердің өлшемі туралы теориялық болжамдары мен эксперимент нәтижелерін байланыстыруға болады. Эксперименттер атомдар өздерін компьютерлік модельдеу мен теориялық есептеулерде айтылғандай ұстайтындығын көрсетті.

Жаңа технологиялар мен құралдар көмегімен ЭМҰО-ның ғалымдары нанокластердің әрбір атомын зерттей алады. Мысалы, микросызбанұсқаның вентил-элементінде кремний атомдарын 0,1 нм шамасындағы беспрецендентті дәлдікпен орналастыруға болады.

КВАНТТЫҚ ЕСЕПТЕУЛЕР

Кванттық нүктелер қатты денелердің кванттық есептеулері жолында кең технологиялық жетістікті білдіреді. Кванттық нүктеге аздаған кернеуді бере отырып, ол арқылы өтетін электр тоғын басқаруға болады. Осылайша, спин мен электронның басқа қасиеттеріне дәл өлшеулер жүргізуге мүмкіндік туады. Жақын арада кванттық әсерлер негізінде мәліметтер мен есептеулерді сақтау күнделікті шындыққа айналады.

Белгілерді тасымалдау үшін зарядталған электрондардың тоғы пайдаланылатын, стандартты электронды аспаптарға қарағанда, кванттық есептеулерде олардың рөлін электронның спині мен жарық поляризациясы атқарады. Бұл әдіс операцияларды орындау жылдамдығын жоғарылата және есептеу жүйелерінің энергия тұтынуын төмендетеді.

Кристалл цинктің оксидінің қабаты (қалыңдығы ~10 атомдық қабат) цинк/марганец оксиді (қалыңдығы ~500 атомдық қабат) екі пластиналардың арасында қолданылса және екі аса қашықта орналасқан пластиналар тізбек түзе отырып батареяға бекітілсе, онда поляризацияланған зарядтар цинк оксидінің ультра-жұқа пластинасына жіберіледі. Электрондар мен тесіктердің (мысалы, жоғалған электрондар) барлығы бірге ортаңғы қабатта жиналады. Бір типті спиннің тесіктері дәл сондай типтегі электрондармен өзара әсерлесе алады. Сәйкесінше, оптикалық кванттық есептеулерде қолдануға болатын УК жарық бөлінеді.

Өзінің өлшемінен басқа кванттық нүктелердің бірнеше басқа артықшылықтары бар. Өзінің жақсы кинетикалық және оптикалық қасиеттерінің арқасында олар күшейткіштерде, жартылай өткізгіш лазерлерде және биологиялық сенсорларда (яғни, жасуша ішінде) қолдану үшін тамаша үміткер болып табылады.

Кванттық нүктелер қазір электроника мен ойын индустриясында пайда болды. Қазіргі DVD-плеерлер мен ойын приставкаларында көгілдер лазерлер қолданылады. Бұл көк түсті сәулеленуі бар кванттық нүктелер пайдаланылғанға дейін, мүмкін емес нәрсе сияқты көрінген болатын.

Нанотехнологияның есептеулерге, электроникаға, сенсорлар мен байланыстарға әсері 9 және 10 тарауларда толығырақ сипатталды.

Балқымалар

Материалтанушылар мен инженерлер, олардың ішкі құрылысын талдауды бастағанға дейін, мықты балқымаларды жасауды үйренді. Алдымен балқыманың әртүрлі компоненттерін толық ерігенге дейін қыздырды, одан кейін салқындатты. Сонымен қатар, кейбір компоненттер түсіп қалып, берік және қатты балқыма түзілді.

Расында, дисперсиялы қату технологиясы Райт ағайындыларының тұңғыш ұшқан уақытынан бері авиация үшін маңызы зор болған. Талдаулар көрсеткендей, олардың ұшақтарының қозғалтқышы осы технология бойынша даярланған балқымадан жасалған еді. Жеті жылдан соң осы технология авиациялық балқымалар үшін стандартты болды.

Жалпы айтқанда, атомдар арасындағы арақашықтық аз болған сайын, балқыма соғұрлым қатты болады. Күрделі балқымалардың кейбір компоненттері, мысалы, 2219 алюминий балқымасының пайыздық құрамы бойынша аздығы соншалықты, олардың реттеліп орналасуы ылғи нақты белгілі емес.

***Балқыма** – ішінде біреуі металл болып келетін, бірнеше компоненттерден тұратын қоспа. Мысалы, латунь – мыс пен мырыштың балқымасы, ал қалайы – темір мен көміртегінің балқымасы.*

Алайда жарықтандырғыш электронды микроскоп пен талдау әдістерінің көмегімен, тіпті ең кішкентай бөлінген фазалар –

преципитаттардың өлшемдерін, пішіндерін және құрылысын анықтауға болады.

Преципитаттар материалдың кристалдық құрылысын өзгертетіндіктен, бұл оның ығысу беріктігіне әсер етуі мүмкін. Инженерлер практикада қолдану үшін конструкцияның беріктігіне преципитаттардың осындай әсерін ескеруге мәжбүр.

Бастапқы материалды әртүрлі құрылымдық қабатқа қосқанда ығысу өзгеруі мүмкін. Көбінесе, қабат қалың болған сайын мүмкін болатын ығысу соғұрлым қысқа болады.

Балқыманы қосу наномасштапта қосылғандықтан, термиялық қасиеттері де өзгеруі мүмкін. Енді ғана араласқан материалдардың арасындағы энергия, әр материалдың ішкі энергиясына қарағанда жоғары мәнге ие болады. Сондықтан бастапқы материалмен салыстырғанда наноөлшемді материал аса жоғары немесе аса төменгі температуралар кезінде балқи алады.

Преципитаттар материалдың термиялық қасиетіне де осылай әсер етеді, олар балқыманың негізгі материалына қарағанда, аса жоғары немесе төмен балқу температурасына ие бола алады.

АҚШ энергетика Министрлігі қолдауымен электронды микроскопия Ұлттық орталығының ғалымдары авиация және автокөлік өнеркәсібі үшін алюминийдің, мыстың, германийдің және кремнийдің мүлдем жаңа балқымасын жасады. Бұл балқыма 2219-ға қарағанда, аса беріктік пен орнықтылықты қамтамасыз ете отырып, аса кіші преципитаттарды тығыз таралта алады.

Осылайша ғалымдар материалдардағы наноқосымшалардың атомарлық құрылымын зерттей отырып, электронды микроскопияның жаңа әдістерінің көмегімен, материалдардың қасиеттерін наномасштабты деңгейде бақылаудың жаңа тәсілдерін табады.

Нанокөмпозиттер

Пластмассалардағы, металдардағы немесе керамикадағы наномасштабты бөлшектерді басқару үшін қолданылатын материалдар мен үдерістер нанокөмпозитті технологиялардың элементтері болып табылады. Нанокөмпозиттердің сипаттаушы ерекшеліктері, олардың ішкі құрылысы өте ұсақ дәнекті және наномасштабты элементтерден тұратындығы болып табылады. Осы элементтердің үлкен беттік ауданы нанокөмпозитті материалдардың беріктігін қамтамасыз етеді.

Бұл жаңа нанокөпозиттердің ең маңызды қолданысы оларды беттің аса жоғары ауданында беріктігі жоғары ультра-кіші дәнек наноөлшемді құрылымдарды жасау үшін қолдануға болады. Кейбір саздардың нанобөлшектері басқа материалдармен нанокөпозиттерді түзе отырып қосылады. Саздың бұл наноөлшемді бөлшектері монтмориллонитті (жұмсақ силикатты балшық сұйықты жұтқан кезде) құрайды және түсті қағаздар мен косметика өндірісінде қолданылады.

Нанокөпозиттер – негізгі макроскопиялық материалға (матрицаға) нанобөлшектерді енгізу есебінен жасалатын материалдардың жаңа түрі.

Мысалы, кейбір нанокөпозиттер силикатты балшықтың бөлшектерін пластмассаға немесе керамикаға енгізу негізінде жасалады. Бұндай аса қатты нанокөпозиттер қазір панельдер мен баспалдақтар жасау үшін автокөлік өнеркәсібінде қолданылуда.

Жаңа нанотехнологиялар, сонымен қатар, жеке наноқұрылымдарды талдау әдістері мен құралдары және оларды басқару, материалтанушылар алдында кең мүмкіндіктерді ашады. Енді олар бейорганикалық, органикалық және биологиялық жүйелерді бір интеграцияланған асқын құрылымға біріктіре алады.

Сонымен қатар, саздың нанобөлшектерінің нанокөпозиттерін беріктікті арттыру үшін қолданады. Олар өздігінен қозғалатын панельдерде және вагондардың баспалдақтарында қолданылады.

Наноматериалдар және NASCAR автожарысы

NASCAR жарыс автокөліктерінің пилоттары қозғалтқыштардың, трансмиссиялардың және тіпті еденнің қатты қызып кетуінен көбінесе денелерін күйдіріп алады. Бұндай қызудан (150 °F-қа дейін) сақтану үшін олар көліктерінде наноматериалдардан жасалған қорғаушы экрандар қолдана бастады.

Атақты автошабандоз Бобби Эллисон АҚШ-тың Флорида штатындағы Кеннеди атындағы ғарыштық ұшу Орталығында болған кезінде, ғарыштық аппараттарда атмосфераның тығыз қабатымен түсу кезінде туындайтын қызудан қорғайтын қорғаныс қабаты қолданылатынын таңғаларлықтай байқады. Осыдан кейін

ол басқа автошабандоз, Роджер Пенскемен, сондай қорғанысты жарыс автокөліктеріне қолдану мүмкіндігін ақылдасуға шешім қабылдады.

Көп ұзамай Пенске командасы NASA мамандарымен бірге және Rockwell фирмасымен өзінің Ford Thunderbird жарыс автокөлігіне NASA композитті наноматериалын қолданып көрді. Барлық жамылғының салмағы бастапқы салмақты өзгертпеді. Максималды жылдамдықтағы шамамен 300 км/сағ, бірнеше сынақ жүргізгеннен кейін, сол наноматериалдың қызу температурасын 30 °С -қа дейін төмендетуге мүмкіндік береді.

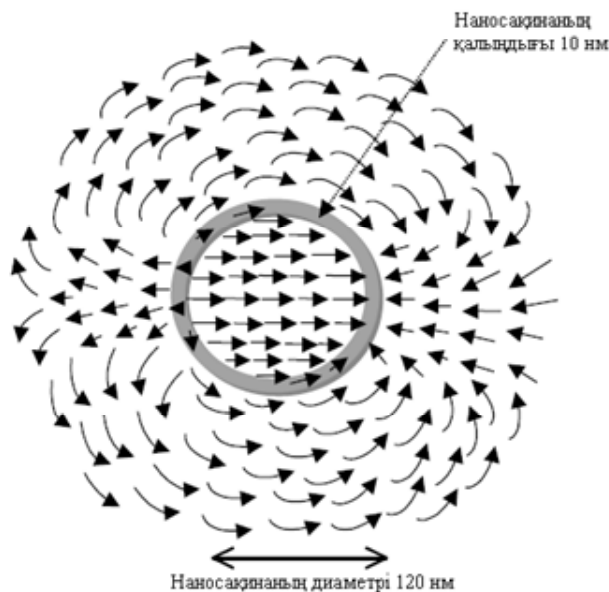
Егер де осындай жеңіл жылуоқшаулағыш наноматериалдар NASCAR, Formula 1 және көптеген басқа жарыстарда қолданылса бұл туынды адамдарды да және олардың көліктерін де қорғайтын еді. Пилоттар ыңғайлы жағдайларда жарысқа түсе алар еді, ал көліктің жұмыс істейтін бөліктері шамадан тыс қызбайтын еді және уақытынан бұрын істен шықпайтын еді. Бұндай наноматериалдар тек қана астронавтар мен пилоттарға ғана емес, сонымен қатар, өрт сөндірушілер мен құтқарушы топ мүшелеріне де қажет болады.

Наносақиналар

АҚШ-тың стандарттар және технология Ұлттық институтының ғалымдары Швеция және Испаниядағы әріптестерімен біріге отырып, радиусы шамамен 60 нм алтын наносақинаның ғажайып оптикалық және электромагниттік қасиеттерге ие екенін көрсетті. Бұл қасиеттерді сақинаның радиусын және қалыңдығын өзгерте отырып қалыпқа келтіруге болады. Жарық әсерінен наносақинаның ішінде және сыртында инфрақызыл аймаққа жақын диапазонда қатты электромагнитті тербелістер түзіледі. Олар қоздырылған және тербеліс толқынын тудыратын электронды сақина мен жарықтың әсерлесуі нәтижесінде туындайды. Бұл тербелістердің өлшемдері сақинаның геометриясына және түскен жарықтың толқын ұзындығына тәуелді. Ғалымдар электрон және жарық тербелістерінің толқын ұзындығы бірдей болу үшін оларды синхронизациялау әдісін ойлап тапты.

8.5-суретте радиусы 60 нм және қалыңдығы 10 нм наносақинаның ішкі және сыртқы электромагниттік өрістің сызбанұсқасы көрсетілген. Бағыттауыштар электрондар тудыратын электромагниттік өріс бағытын көрсетеді.

Сақина ішіндегі электромагниттік өріс электромагниттік спектрдің инфрақызыл бөлігінде жұмыс істейді. Сонда сақинаның ішкі жағын, инфрақызыл белгілерді күшейтетін жарықпен молекулаларды зерттеуге арналған контейнер ретінде қолдануға болады. Мысалы, 6 тарауда талқыланғандай, ғалымдар биожүйелердің протеиндері мен химиялық реакцияларды лазерлермен зерттейді және қанша жарық жұтылған және нақты жиілікте қаншасы қайта шығарылатындығын тіркейді. Наносақина ішінде осындай эксперименттер жүргізе отырып, зерттеулер жақсы инфрақызыл белгілермен толық ақпарат ала алады.



8.5-сурет. Наносақина ішіндегі жарық электромагниттік өріс тудырады

Сақина ішіндегі электр өрісі спектрдің инфрақызыл бөлігіне жақын жиілікке ие, сондықтан бұндай наносақиналарды молекулаларды сынау үшін инфрақызыл белгілердің күшейткіш-контейнер есебінде пайдалануға болады. Мысалы, 6-тарауда айтылып кеткендей, ғалымдар осылайша оларды лазермен сәулелендіріп, жұтылған және қайта шағылған энергияны орнықтыра отырып, ақуыздардың тәртібін зерттей алады. Осындай эксперименттер көмегімен наносақина ішінде күшейтілген инфрақызыл спектрлер мен аса дәл нәтижелер алуға болады.

ӨЗДІГІНЕН ЖИНАҚТАЛУ

Пэрдью университетінде (АҚШ) Ғылым мектебінің профессоры Александр Вэй мен оның әріптестері кобальт нанобөлшектерінен наносақиналар жасады.

Бұл диаметрі 100 нм-ден кіші наносақиналар магниттік ақпаратты сақтауға қабілетті. Сонымен қатар, олар өздігінен жинақталу көмегімен жасалады.

Қарсы ұштарында өздерін әртүрлі белгілердің жолақтарымен кішкентай магниттер сияқты көрсететін кобальтті нанобөлшектер бірігеді және наносақиналар түзеді.

Олар наносақиналардың ішінде өздері магнитті ағынның тұйықталуы туындайтындай етіп бағыттайды. Сақина ішінде күшті магнит өрісі болғанымен, сыртында ол жоқ.

Бұндай магнитті наносақиналарды мәліметтер ұзақ уақыт сақтайтын аспаптар мен шұғыл жадта есте сақтау элементі ретінде қолдануға болады. Алдыңғы зерттеулерден наносақиналардың магнитті күйлерін нық бақылауға болатындығын көрсетті. Мысалы, сыртқы магнит өрісін қосқан кезде наносақинаны бір биттегі жадтың екі күйіне сәйкес келетін наносақинаны 1-ден 0-ге ауыстыруға болады. Бұл наносақина мен наносымдардың негізінде наноөлшемді электронды жадты жасауға болатындығын білдіреді.

Наножамылғылар

Егер теннис добын наномасштабты герметикамен жабатын болсақ, онда оның қолданылысы қарапайым жабындысы бар қарапайым допқа қарағанда, 6 есе ұзақ болады. Наномасштабты жамылғылар тек қана теннис добына ғана емес, сонымен қатар, велосипед пен автокөлік үшін де қолданылады. Олар төзімділікті арттырады және қарапайым жамылғылар сияқты тез сырылады.

АЭРОҒАРЫШТЫҚ САЛА

Авиациялық және ғарыштық өнеркәсіпте жамылғылардың алатын орны орасан зор. Олар:

- әртүрлі компоненттердің төзімділігін, сенімділігін және тиімділігін арттырады;

- эрозия мен тозуға кедергі жасайды;
- беттік қабаттардың сапасын арттырады;
- коррозия, қыртыстану, тотығу және қызуға кедергі келтіреді.

Аэроғарыштық өнеркәсіпте арнайы материалдар көмегімен коррозиялық қорғаныс қамтамасыз етуі қажет бірнеше көпфункционалды наножамылғылар жасалында. Болжамдар бойынша, олар коррозия мен механикалық зақымдалуларды анықтайды және тежейді, химиялық және физикалық әсерлермен әрекеттеседі, адгезиясын жақсартып, металл конструкциялардың төзімділігін арттырады. Сонымен бірге, авиациялық қозғалтқыштарға арналған жеңіл, берік және термотұрақты наноматериалдар да жасалу үстінде.

Коррозиямен үнемі күресіп отыру үшін көптеген қаржы қажет. АҚШ қаруландырылған күштерінде мұндай жұмыстардың құны 10 млрд долларға бағаланса, соның 2 млрд доллары қарапайым ескі бояуды қыру және жаңа бояуды жағу жұмыстарына жұмсалады екен. Ғалымдар коррозиялық зақымдалу мен сызат пайда болған жағдайда өздігінен емделетін ақылды жамылғылар дайындауда. Сонымен қатар, танк және басқа да әскери техниканы әртүрлі жағдайларда түстерін өзгертіп, байқалмайтын етіп жасау үшін наножамылғылар дайындалып жатыр.

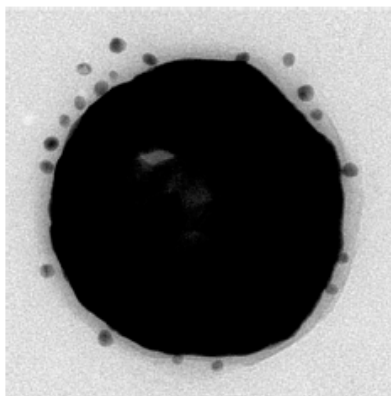
Наноқабықшалар

6-тарауда наноқабықшалар толық сипатталғанымен, олар наномасштаптағы ақылды материалдардың маңызды компоненті болғандықтан, осы бөлімде де еске түсіре кеткен жөн. Наноқабықшалар – икемделетін оптикалық қасиеттері бар жаңа типті нанобөлшектер түріне жатады. Олар әдетте диэлектрлік ядродан (мысалы, кремний) және аса жіңішке металл қабықшадан тұрады (мысалы, алтын). Жарық пен осы металл электрондарының белсенді әрекеттесу қабілеті әсерінен алтын наноқабықшалары алтынның коллоидтық ерітінділері сияқты жоғары оптикалық абсорбциялық қасиеттер көрсетеді. Бұл қасиеттер іс жүзінде кеңінен қолданылады. Мысалы, алтынның қызыл коллоидтық ерітінділері жүктілікті анықтау тестілерінде пайдаланылады.

Белгілі болғандай, алтын наноқабықшалардың қасиеттері ядро өлшемі мен алтын қабықшаның қалыңдығына тәуелді болады. Кванттық нүктелер мен наносақиналардағы сияқты наноқабықшалардың

өлшемін басқара отырып, бұл қасиеттерді өзгертуге болады. Бұл кезде олардың көрінетін аймақтағы түстері ғана емес, сонымен қатар, жұтылған және шағылған жарық қатынасы да өзгереді.

Наноқабықшаларды алғашқы рет Райс Университетінің (АҚШ) профессоры Наоми Халас (Naomi Halas) алған. Оларды жасау үшін әртүрлі ғылым аймақтары: химия, физика, оптика және электроника бойынша білімдер мен технологияларды пайдалану қажет болды. 2001 жылы Наоми Халас өзінің әріптесі Дженнифер Уэстпен (Jennifer West) бірге медициналық мақсаттағы наноқабықшалар жасаумен айналысатын Nanospectra Biosciences, Inc. компаниясын құрады. 8.6-суретте қатерлі ісіктің айрықша орындарына жабыса алатын полиакриламид және антиденелермен қоршалған типтік алтын наноқабықшалар көрсетілген.



8.6-сурет. Полиакриламидті гелі бар «галосы» бар наноқабықша

Қазіргі таңда ғалымдар осындай наноқабықшалардың келесі қолданылу мүмкіндіктерін зерттеуде:

- қанды оптикалық талдау;
- оптикалық көрсету;
- қатерлі ісік және сары дақтың дегенерациялану (көздің жарыққа сезімтал жасушаларының ауыруы) орталықтарын фотометриялық абляциялау («қуыру»);
- ағза ішінде дәріні жеткізу;
- оптикалық бақыланатын микроқұрылымды техника;
- биологиялық сенсорлар.
- Сонымен қатар, наноқабықшаларды полимерлі қабықшалардың

фотототығу үдерістерінде ингибитор ретінде қолдану болжамы да бар.

Катализаторлар

Көптеген жылдар бойы нанотехнология ғылыми - фантастикалық туындылар авторлардың жазуы бойынша жеке атомдарға әрекет жасай алатын өте кішкентай жасанды молекулярлық роботтар ретінде елестейді. Алайда адамдар көптен бері табиғи молекулярлы «монтажшыларды» қолданып келеді және олар катализаторлар деп аталады.

Катализаторлар—бұл химиялық реакциялардың жылдамдығын арттыратын, бірақ нәтижесінде өздері жұмсалмайтын және химиялық өзгермейтін заттар.

Табиғи катализаторлар, энзимдер, реакцияның азырақ активтендіру энергиясымен балама жолмен өтуіне мүмкіндік береді. Өнеркәсіптік катализаторлар табиғи катализаторлар сияқты жақсы сипаттамалармен ерекшеленбейді. Әдетте, катализаторлардың беттік қабатының көлемге қатынасы үлкен болады және инертті тасымалдаушыда таратылады.

1920 жылдан бастап өнеркәсіпте кездейсоқ өлшемде таралған металл бөлшектер түріндегі катализаторлар қолданылады.

Ғалымдар бөлшектердің өлшемі мен олардың арақашықтығы катализатор тиімділігі үшін маңызды рөл атқаратынын дәлелдеді. Тәжірибе жүзінде ауданы $0,5 \text{ см}^2$ болатын кремний оксиді табаншасында биіктігі 15–20 нм нанокристалдар платинасын 100 нм қашықтық сайын орналастыру арқылы дайындалған катализатордың каталитикалық белсенділігі дәл осындай мөлшердегі тегіс катализатормен салыстырғанда 20 есе артық болатыны анықталған. Осы және басқа жаңалықтар ғалымдарға жақында аса тиімді катализаторлар дайындауға мүмкіндік береді.

Нанотехнологиялар химиялық, мұнай өңдеуші, автомобильді, фармацевтикалық және тамақ өнеркәсіптері үшін жаңа катализаторлар дайындауға арналған үлкен потенциалға ие. Биологиялық құрылымдармен әрекеттесе алатын арнайы катализаторлар энзимдермен дәстүрлік жасанды катализаторлар арасындағы маңызды байланыстырушы үзбе ретінде пайдаланыла алады.

Микрокапсулалар

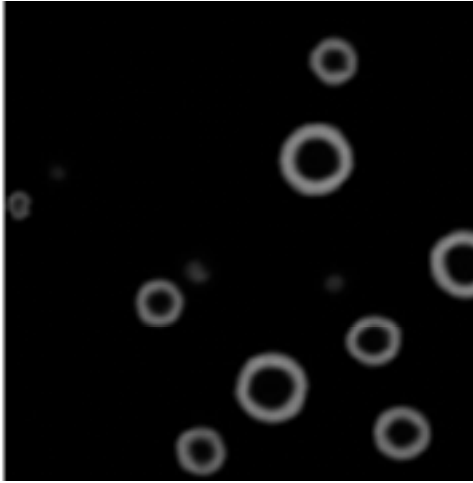
Микрокапсулаларды зерттеу наномасштабты материалтану аумағындағы мамандар үшін басымдылықтардың бірі болып табылады. Көптеген компаниялар дәрі – дәрмектер тасымалдауға, ішкі үдерістерді көруге, күн сәулесінен қорғануға, косметика мен парфюмерияға арналған іші қуыс контейнерлер жасауға тырысады. Заманауи медицина мен өнеркәсіп үшін микрокапсуланың басқа зат молекуласын сақтай отырып тасымалдау қабілетінің мағынасы зор.

Микрокапсулалар – бөлме температурасында кварц нанобөліктер және полимерлер немесе тұздардың сулы ерітіндісі арасындағы реакция нәтижесінде өздігінен жинақталу көмегімен түзілуі мүмкін.

Микрокапсулалар көптеген жасушалық үдерістерді иницирлеп, оларды басқаруға мүмкіндік беретін күрделі биологиялық молекулалар – энзимдерді оңай тасымалдай алады. Райс Университетінің (АҚШ) профессоры Майкл Вонг энзимдердің микрокапсулаларда қабырғалардан шықпай сақталу мүмкіндігін ашатынын, ал басқа ұсақ молекулалардың микрокапсулаға енуін көрсететінін өз тәжірибелерінде көрсеткен. 8.7-суретте микрокапсулалардың сыртқы түрі келтірілген.

Вонгтың айтуы бойынша, микрокапсулалардың дәл осы қасиеті басқа молекулалармен химиялық реакцияларында катализ үшін пайдалануы мүмкін. Осындай микробиореакторларды химиялық және фармацевтикалық өнеркәсіптердің өндірістік үдерістерінде қолдану жақсы нәтиже береді.

Осы тәрізді наноматериалдармен наномасштабты құрылымдардың бірегей қасиеттері материалдар ішінде микрокапсулаларға деген қызығушылықтың тасқын тәрізді артуына алып келді. Кейбір өнеркәсіптік өнімдерде (мысалы, толықтырғыштарда, жамылғыларда және электросызбаларда) наноматериалдардың бірегей қасиеттері қолданыс тауып қойды. Нанотехнологияның болашағы орасан зор, бүгіннің өзінде олар өздерінің артықшылықтарын көрсетіп, өндірістік үдерістерде, өнімнің таңдаулы құрамаларының артуында және қоғам санасына өзгерістер алып келуде.



8.7-сурет. Микрокапсулалар

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Бөлшектердің толқындық және корпускулалық қасиеттері арасындағы сандық қатынас шамасын атаңыз:

- а) ұзындық
- ә) миллилитр
- б) жарықтық жыл
- в) де Бройль толқыны

2. Алтын наноқабықшалардың оптикалық қасиеттері келесі шамаға байланысты болады:

- а) олардың түзілуі кезіндегі жұтылған жылу мөлшері
- ә) алтынның жарықтық бағасы
- б) ядро өлшемі мен оның алтын жамылғысының мөлшері
- в) тәулік уақыты

3. Пластмасса немесе керамикаға силикатты саз балшық нанобөлшектерін енгізу арқылы жасалатын материалдар:

- а) нанокомпозиттер
- ә) наносақиналар
- б) нанотүтікшелер
- в) нанокөпіршікпласт

4. Катализаторлар дегеніміз қандай қосылыстар?

а) жер сілкінісін тудыратын

ә) химиялық реакцияны жылдамдататын, алайда химиялық жұмсалмайтын және өзгермейтін

б) сазды жерлерде өндіріледі

в) қатуға көмектеседі

5. Микрокапсулалар ішінде нені сақтай және тасымалдай алады:

а) күн сәулесін

ә) бөдене жұмыртқасын

б) электр энергиясын

в) энзимдер

6. Композиттік наноматериалды Ford Thunderbird жарыс автомобиліне пайдалану қызу температурасын шамамен қаншаға төмендетті?

а) 10 °C

ә) 20 °C

б) 30 °C

в) 40 °C

7. Наносақиналардың оптикалық және электромагниттік қасиеттерін қалай реттеуге болады?

а) радиус пен қалыңдықтың өзгерісі арқылы

ә) тағылған қол арқылы

б) оның диаметрін 3 мм дейін кішірейту арқылы

в) дайындау барысында қысымды реттеу арқылы

8. Нанокабықшаларды дайындау үшін келесі білімдер мен технологияларды қолдану керек: химия, физика және ...

а) антропология

ә) музыка

б) оптика

в) экология

9. Бөлме температурасында кварц нанобөлшектер және полимерлер немесе тұздардың сулы ерітіндісі арасындағы реакция нәтижесінде өздігінен жинақталу көмегімен түзіле алатын сфералар қалай аталады:

- а) тапиока
- ә) фуллерендер
- б) микрокапсулалар
- в) бильярд

10. Сұйықтыққа қосқаннан кейін, беттік керілудің азаюы нәтижесінде оның өткізуші қабілетін арттыратын зат қалай аталады?

- а) идеалды газ
- ә) беттік активті зат
- б) энзим
- в) мусс

ЭЛЕКТРОНИКА ЖӘНЕ СЕНСОРЛАР

Техастықтар сиыр, шляпа немесе жеке автомобиль үлкейген болған сайын жақсы деп ойлайды. Алайда электроникаға келгенде бәрі керісінше: олар барлық кішкене, жылдам және арзан заттарды жақсы көреді. Электрониканың барлық жаңа құрылғылары әрқашан тұтынушы талаптарына сай болу үшін технологиялар барлық шешімдердің инновациялық потенциалдарын қарастыру керек.

Мур заңы

Гордон Мур (Gordon Moore) Intel компаниясын құрардан 3 жыл бұрын электронды сызбалардың компоненттерінің тығыздығы әр 18 ай сайын екі еселеніп отыратынын байқаған. Егер осындай тенденция жалғасатын болса, онда олардың тығыздығы бір сызда 50 компоненттен 65 мыңға дейін артатынын 1975 ж. айтқан болатын. Бұл тенденция сақталды және Мур заңы деп аталынатын болды. 9.1-суретте соңғы жылдардағы осы тенденция графигі көрсетілген.

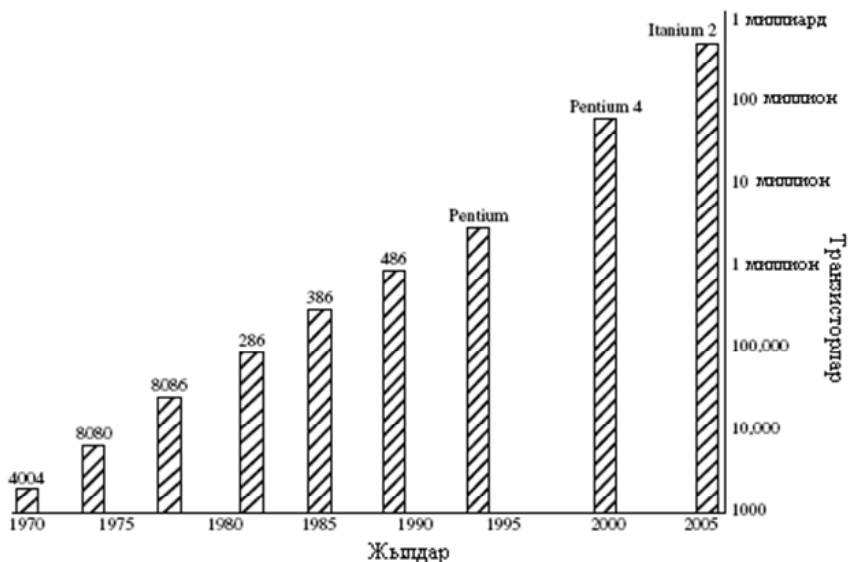
Техникалық өрлеумен қатар экономикалық дамудың да Мур заңына сәйкес тенденциясы байқалады. Себебі, күрделі электрондық сызбаларды өндіру құны жыл сай екі еселенеді. 2005 ж. күрделі электронды сызбаның әдеттегі компоненті микропроцессордың мөлшері 130 нм болған. Intel компаниясы компоненттерінің шамасы шамамен 65 нм болатын, яғни ені 300 атом тізбегінен тұратын микропроцессорлар шығаратын зауыт салуды жоспарлап отыр.

Компоненттердің кішіреюі баяуламайды, алайда, мысалы, компонент мөлшері атом мөлшеріне тең болған кезде шекті мәннің өте жақын уақытта алынатыны анық болып отыр. Егер осы шекті мәнге қол жеткізілсе, онда адамзат баласы кванттық есептеулер жасап үйренеді. Бұл жетістікке мамандар бұған 2010 жылы-ақ қол жеткізіледі десе, басқалары – 2020-2030 жж. бұрын емес деп жорамалдап отыр. Болашақта компьютерлердің ұсақ компоненттері субатомдық бөлшектерден жасалуы мүмкін.

Қалай болғанда да, жетістіктерге қол жеткізу үшін инженер-

лер нанокұрылымдарды, мысалы, нанотүтікшелерді сымдар ретінде қолданып үйрену керек.

Бағдарламалалық қамтамасыз ету жеке бір сұрақ болып отыр. Оның қандай болатыны және аса жылдам компьютерлерге қалай жүктелетіні де белгісіз.



9.1-сурет. Айналмалы компоненттердің Мур заңына сәйкес өсуі

КВАНТТЫҚ СҰРАҚТАР

Нанотехнологияның ғажайыптылығы жүйенің компоненттерінің өлшемдерінің азайтылуында ғана емес. Ғалымдар кішкене өлшемдердің көмегімен жартылай өткізгіштер электроникасының жаңа сандық деңгейіне шығу және процессорлардың мүлдем жаңа буынын жасауға үміттеніп отыр.

Шынымен де, нанотехнологиялар молекулярлық деңгейде таң қаларлықтай нәтижелер алуға жағдай туғызады. 3-тарауда айтылып кеткендей, біртұтас материалды нанобөлшектерге бөлу беттік қабаттың ауданын миллиондаған есе арттыруға мүмкіндік береді. Беттік қабаттың ауданы үлкейген сайын жоғары реакциялық қабілеттілік артады. Наноматериалдар өздерінің біртұтас массивті аналогтарымен салыстырғанда жылдамырақ балқиды, тұтанады және

абсорбциялайды. Мысалы, алтын кесегінің массиві химиялық инертті болып келеді, ал алтынның наносақинасы катализатор сияқты жұмыс істейді.

***Иннерттілік** әлсіз химиялық белсенділікті немесе белсенділіктің мүлдем жоқтығын көрсетеді.*

Кейбір материалдардың өлшемдері (жарықтың толқын ұзындығынан аз) кішірейген сайын мөлдірлене бастайды. Осы әсердің арқасында ғалымдар жарықты кремний сияқты, мөлдір емес материалдар арқылы бере алатын болды. Ал басқа материалдар аса берік бола бастайды. Мысалы, көміртекті нанотүтікшелердің беріктілігі мен серпімділігінің өте жоғары болу себебі, олардың атомарлық құрылысы алмаздың атомарлық құрылысына сәйкес келуіне байланысты.

Алайда наноөлемде әлі де көптеген ашылмаған жұмбақтар бар. Мысалы, наноматериалдар Ньютонның механика заңдарына бағынбайды. Іс жүзінде наноденгейде кванттық механика заңдары үстем болатыны белгілі.

***Кванттық механика** (толқындық механика, матрицалық механика) – қозғалыстың кванттық заңдарын сипаттайтын теориялық физика бөлімі.*

Физиканың бұл бөлімі заттың атомарлық және ядролық деңгейдегі тәртібін сипаттайды. Бұл деңгейлерде энергия, импульс және басқа қасиеттер үздіксіз емес, макроскопиялық деңгейдегі сияқты дискретті, яғни бөлінбейтін бөлік немесе кванттар түрінде өзгеріп отырады.

Ньютонның механика заңдары планеталар қозғалысы мен баскетбол добының ұшу траекторияларын, ал кванттық механика заңдары молекула, атом, және наноөлемнің басқа да объектілерінің тәртібін сипаттайды. Ньютон механикасы атомдардың тұрақтылығы, жоғарыаққыштық және жоғары өткізгішілік сияқты құбылыстарды да толық түсіндіре алмайды.

Кванттық механиканың болжамдары ғасырдан астам уақыттан бері тәжірибе жүзінде дәлелденіп келеді. Кванттық механика классикалық механикамен салыстырғанда, шындығында ғажап құбылыстарды түсіндіре алады. Бәрінен бұрын, бұл корпускулалық-толқындық дуализм (нанообъектілерде толқындар мен бөлшектерге

тән қасиеттердің болуы) және кванттық шырмалу (бір жүйенің шамаларының екінші басқа жүйелерге әсері).

Кванттық механика - заманауи және болашақ электрониканың негізі. Оның заңдарын жаңа нанотехнологияларды жасауға қолданылу болашақтағы сәттілікке кепілдік болады.

Транзисторлар

1948 ж. Bell Telephone Laboratories компаниясында жұмыс істейтін америка физиктері Джон Бардин (John Bardeen), Уолтер Х. Браттэйн (Walter H. Brattain) және Уильям Шокли (William Schokley) транзистор ойлап табылғаны туралы хабарлама жасады. 1956 ж. олар физика бойынша «Жартылай өткізгіштерді зерттегені және транзисторлық эффектін ашқаны үшін» Нобель сыйлығын алды. (Іс жүзінде бір мезетте және бұл авторларға тәуелсіз Париждегі Westinghouse компаниясының лабораториясында жұмыс істейтін неміс ғалымдары Герберт Матар (Herbert Mataré) мен Хайнрих Велькер (Heinrich Welker) транзисторларды ойлап шығарған.) Содан бері транзисторлардың көптеген түрлері жасап шығарылған.

Бардин өз қызметтестері Леон Н. Купер (Leon N Cooper) және Джон Р. Шриффермен (John R. Schieffer) бірге 1972 жылы «Жоғарыөткізгіштік теориясын жасағаны үшін» физика бойынша Нобель сыйлығын алған кезде, осы күрделі ғылым аймағындағы өзінің бірегейлігін көрсетті. Бұл кітапты жазу кезінде Бардин Нобель сыйлығының екі мәрте лауреаты болған жалғыз ғалым.

Наноэлектроника негіздерін түсіну үшін компьютердің жұмыс істеу принципі туралы базалық мәліметтер алу керек. Транзистор электронды дабылдардың реттеушісін электровакуумды шамға алмастырды. Электровакуумды шамдармен салыстырғанда транзисторлардың біраз артықшылығы бар, мысалы, кішкене өлшемімен, төзімділігінің жоғарылығымен, арзандығымен және беріктілігімен ерекшеленеді. Алғашқы транзисторлар металдармен ұштастырылған керамикалық корпустан тұратын кішкене бөлшек түрінде болған. Мұндай транзисторды электрлік сызбаның қажетті орнына дәнекерлеп қондырған. Ұқсас оқшауланған транзисторлар бүгінгі күннің өзінде де қарапайым сызбаларда пайдаланылады және көбінесе күрделі интегралданған микросхемалардың ажырамас бөлігі болып саналады. Транзисторлар барлық дерлік электронды құрылғыларда: компьютерлер,

радиокабылдағыштар, ғаламдық позиционирлеу, космостық және т.б. жүйелерде қолданылады.

Транзисторлар – екі электродты тізбектегі тоқты үшінші электрод электрод басқаратын жартылай өткізгіш электронды құрал.

Транзистор жартылай өткізгіш материалдың үш қабатынан құрылған. Жартылай өткізгіш – бұл шарттарға байланысты электр тоғын әртүрлі өткізетін материалдар. Жартылай өткізгіш жоғары температурада электр тоғын металдар тәрізді өткізеді, мысалы, мыс. Ал, төменгі температурада резина тәрізді оқшаулағыш болып келеді. Жартылай өткізгіштердегі электрондардың қозғалысы оның электрондық құрылысымен анықталады.

Жартылай өткізгіштер – бұл меншікті өткізгіштіктері өткізгіштер мен диэлектриктер арасында орналасқан және өткізгіштерден меншікті өткізгіштік пен қоспа концентрациясы және сыртқы шарттарға (температура, ұсақтау және т.б.) қатты тәуелді болуымен ерекшеленеді.

Қатты денелі электроникада жартылай өткізгіш элемент ретінде кремний мен германий қолданылады. Олардың атомдарының төрт валентті электрондары (басқа атомдармен байланыс түзуге қабілетті электрондар) бар. Температура өзгерген кезде германийде бос электрондар саны артады да, ол өткізгішке айналады. Жоғары температурада да пайдаланыла алатындықтан кремний бұл жағынан әмбебап болып келеді. Жартылай өткізгіштер жарық немесе электр тоғының әсерінен өткізгішке немесе оқшаулағышқа айналады.

Жартылай өткізгіштерді жасау легирлеу, яғни негізгі материалға (кремний, германий және т.б.) кейбір заттарды химиялық қосу операцияларынан тұрады. Легирлеуден кейін негізгі материалда атомдардың біршама мөлшері пайда болады. Олардағы валенттік электрон саны 5 болса, онда n-типті жартылай өткізгіш ('negative' ағылшын сөзі – теріс деген ұғымды білдіреді, себебі артық электрондар және теріс заряд пайда болады), немесе бос электрон саны 3 болса – p-типті жартылай өткізгіш ('positive' ағылшын сөзі – оң деген ұғымды білдіреді, себебі электрондардың жетіспеуіне артық оң заряд пайда болады) түзіледі. Транзистор, әдетте, үш қабатты «бутербродтан» тұрады:

p-типті бір қабат n-типті екі қабаттың арасында орналасады немесе керісінше n-типті бір қабат p-типті екі қабаттың арасында орналасады. Бұл қабатар толығырақ төменде сипатталады.

Мұндай «бутербродтың» ішкі қабатындағы кернеуді аз ғана өзгертсе, барлық транзистордағы электр тоғының шамасы өзгеріске ұшырайды. Сонымен транзистор жылдам электр тоғын аударғыш ретінде жұмыс істейді. Заманауи компьютерлерде металл – оксид – жартылай өткізгіш (МОЖ – құрылым) типті құрылым негізіндегі транзисторлар қолданылады. Осындай микроскопиялық құрылым – транзисторлардың өте көп мөлшері микрочипті құрайды.

ЛИТОГРАФИЯ

Стандартты кремнийлі микропроцессорлы технология жақында өзінің физикалық шегіне жететін болады. Болашақ микропроцессорларды жасаушыларға микрочиптағы транзисторлардың тығыздығын арттырып жаңа күшті микропроцессорлар жасау үшін жаңа технологиялар табуға тура келеді.

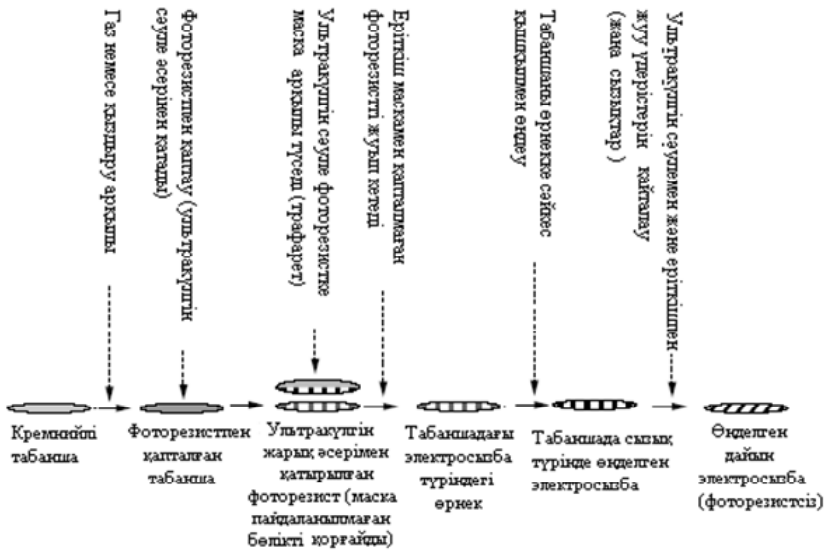
Бүгінгі таңда микропроцессорлар жасау үшін литография қолданылады. Бұл технология фотографияны басып шығару принципіне, яғни жарықтың әсерінен электр сызбасы көрінісінің кремний табақшасына проецирленуіне негізделген. Микропроцессордың интегралды сызбасын жасау үдерісі барысында маска фотоленка рөлін атқарса, кремнийлі табанша – фотоқағаз рөлін атқарады. Жарық маскадан өтеді де, бірнеше линзаның көмегімен оның суреті микроскопиялық мөлшерге дейін кішірейеді және кремнийлі табаншаға түсіріледі.

Табаншада жарықтың әсерінен қататын, аса сезімтал қабат фоторезист орналастырылған. Жарық (мысалы, толқын ұзындығы 248 нм болатын ультракүлгін) маска арқылы өтіп, табаншаға түскенде маскамен қорғалмаған фоторезист бөлігі қатады. Ал қалған бөлігі сумен жылдам жуылып кетеді. 9.2-суретте литография көмегімен микрочипті жасау кезіндегі іс-әрекеттер реті көрсетілген. Үдеріс жіңішке электросызба, яғни уландырылған жолдардан тұратын қажетті өрнек пайда болғанға дейін қайталанады.

Сонымен, толқын ұзындығы 248 нм болатын жарықтың әсерінен ені 200 нм болатын жолақтары бар сызба алуға болады. Заманауи компьютерлерде миллиондаған транзисторлары бар жүздеген микропроцессорлар пайдаланылады. Микропроцессорларды өндіруші ком-

паниялар, мысалы, Intel – микропроцессордағы транзисторлардың тығыздығын арттыру үшін олардың мөлшерін кішірейтуге тырысуда.

Литографияның маңызды факторларының бірі жарықтың толқын ұзындығы болып табылады. Толқын ұзындығы қысқарған сайын, электрасызбаның табаншасында өңделген элементтер (жолақтар) кішілеу болады және транзисторлардың тығыздығы артады. Осы себептен Intel Pentium 4 процессоры 42 млн транзистордан, ал Intel Pentium 3 процессоры 28 млн тұрады.



9.2-сурет. Фоторезисті әдісті қолданып, компьютер чипін жасау

Литография – бұл мағынасы бойынша электрасызбанұсқаның сызуын табаншаға түсіру технологиялық үдерісі. Бұл үдерістің жетістіктері мен кемшіліктері электрасызбаның шығымы мен құны арқылы анықталады. Литографияға масканы жасау, экспозициялау, жағу және фоторезистті жуу, өңдеу және т.б. сатылар кіреді. Осы сатылардың кез келгенін қысқарту немесе өнімділігін арттыру арқылы жасалған сызбалардың құнын төмендетуге болады.

Заманауи кремнийлі чиптар өте қысқа толқын ұзындықтары бар ультракүлгін жарықтың (deep-ultraviolet lithography) әсерінен жасалады. Бүгінгі таңда литографияны толқын ұзындығы 10-15 нм болатын экстремалды ультракүлгін жарықты (extreme - ultraviolet lithography)

пайдалана отырып алу мүмкіншілігі зерттелінуде. Оның көмегімен микропроцессорлардың күштілігі 100 есе жоғарылайтындай транзисторлар тығыздығын арттыруға болады. Кейбір ғалымдар бұл мәселе 2010 ж. шешіледі деп есептеп отыр.

***Фотолитография немесе литография** – бұл микроэлектроника мен полиграфияда кеңінен қолданыс тапқан материалдың жұқа пленкасында сурет алу әдісі. Суретті алу үшін белгілі бір толқын ұзындығы бар жарық пайдаланылады және бұл кездегі сурет бөлшектерінің минималды өлшемі толқын ұзындығының жарты шамасымен шектеледі.*

Иммерсионды литография

Литографияның бұл түрінде барлық операциялар оптикалық жүйе мен табанша батырылған сұйықтық астында жүргізіледі. Мысалы, толқын ұзындығы 193 нм ультракүлгін жарықты иммерсионды литографияда аса таза газсыздандырылған (яғни, көпіршік жоқ) сұйықтық қолданылады. Иммерсионды литография фокус тереңдігін арттырады, соның салдарынан бұдан да күшті микропроцессорларға арналған электросхемалар алуға мүмкіндік туындайды.

ТРАНЗИСТОРЛАРДЫҢ ТҮРЛЕРІ

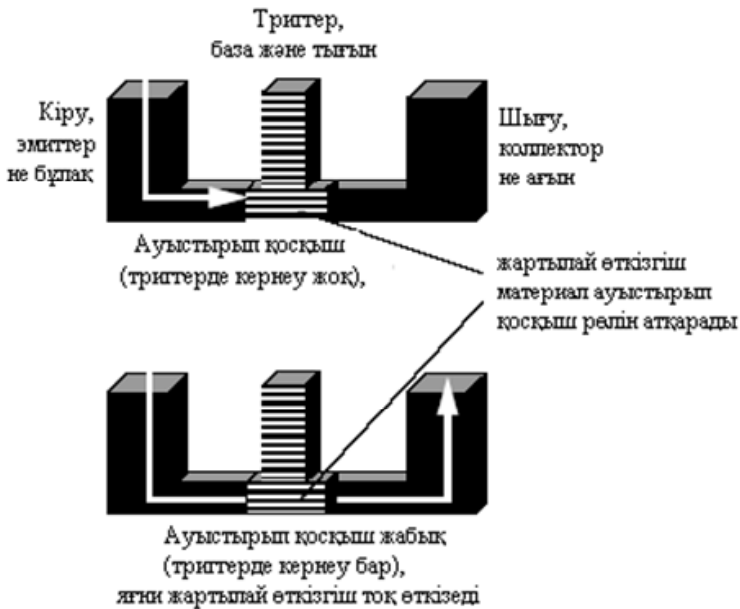
Транзистор бірнеше жартылай өткізгіш, мысалы, легирлеу үдерісінде кремний, галлий арсениді мен германий арсенидінің қоспасы қосылған материалдардан тұрады. n-типті жартылай өткізгіштерде қоспалар (мысалы, күшән) артық электрондарды және теріс зарядты туындатады, ал p-типті жартылай өткізгіштерде қоспалар (мысалы, бор) электрондардың жетіспеуі (тесіктер деп аталатын) мен артық оң зарядтың себепкері болады.

Жазық транзистор

Мұндай n-p-n- транзистор екі n-типті жартылай өткізгіштен (эммитер мен коллектор) және араларында орналасқан p-типті тран-

зистордан (база) тұрады. База мен эмиттер арасындағы аз ғана ток эмиттер мен коллектор арасындағы тоқты біршама ұлғайтады. Транзистор тоқты ұлғайтқышпен қатар, электрасызбаны басқарушы элемент рөлін де атқаруы мүмкін (9.3- сурет).

Шындығында, база мен эмиттер арасындағы кез-келген ток эмиттер мен коллектор арасындағы бөліктің кедергісін біршама төмендетеді. р-п-р- транзисторлар п-р-п- транзисторға сәйкес жасалынған. Алайда мұнда п-типті жартылай өткізгіш екі р-типті транзисторлар арасында орналасқан.



9.3- сурет. Жартылай өткізгіш материалдардың комбинациясын транзисторда электр тоғын қосуға/өшіруге қолдануға болады

Өрістік транзистор

Жазық транзистор ашылғаннан кейін өрістік транзистор жасалып шығарылды. Оның жұмыс істеуіне аз энергиялы кіруші дабыл қажет болғандықтан бұл транзистордың басымдылығы жоғары болып келеді. Өрістік транзисторда п-типті жартылай өткізгіш-канал екі кішкене р-типті транзисторлар арасында орналасады.

n-типтің канал ұштары көзі және ағыны, ал p-типті аймақтың ұштары тығындар деп аталады. Затворларға кернеу (кері кернеу) беріліп, n-типті және p-типті жартылай өткізгіштердің шекарасы арқылы тоқтың өтуіне кедергі болады. Сонымен, кері кернеу көмегімен тоқтың канал бойынша өтуін бақылауға болады. p-типті жартылай өткізгіш – каналы бар жазық транзистор да осылай жұмыс істейді. Алайда бұл жағдайда кері кернеудің таңбасы қарама-қарсы болады.

Нанотранзисторлар

АҚШ Шампэйн-Урбандағы Иллинойс Университетінің ғалымдары 600 МГц жиілікпен жұмыс істей алатын биполярлы транзистор жасап шығарған. Олар жақында терагерцті бөгетті өтіп, жоғары жылдамдықты есептеулерде негіз болатын транзисторлар жасаймыз деп жорамалдап отыр. Мөлшері кішкентай терагерцті микропроцессордың құрамында 25 есе көп транзистор болады, 25 есе жылдамырақ жұмыс істейді және Pentium 4 чипынан азырақ энергия тұтанады. Intel компаниясы осындай чипты нанотранзисторлар негізінде жасауды жоспарлап отыр.

Индий фосфиді мен галий арсениді негізіндегі өрістік транзисторлар коллектор, база және эмиттерден тұрады. Дәл осындай транзисторда ғалымдар 604 МГц жиілікті және әлемдегі ең жылдам транзистор жасаушы атағын алды.

Жоғары жылдамдықта жұмыс істейтін транзисторлар жоғары тығыздықты тоқты тасымалдайды және тез қызып кетеді және бұл кезде кейбір компоненттер балқып кетеді. Жаңа композитті биполярлы транзисторлар біраз төмен тығыздықтағы тоқты ұстап тұрады. Ғалымдар мен инженерлер жаңа материалдар көмегімен жақын болашақта терагерцті транзисторды жасау ықтималдығын арттыруға тырысып жатыр. Жылдамырақ транзисторлар соғұрлым жылдам микропроцессорлар жасауға, яғни мықты компьютерлер мен байланыс, өндіріс және армияға арналған тиімді электронды жүйелер жасауға мүмкіндік береді.

INTEL КОМПАНИЯСЫНЫҢ ЖЕТІСТІКТЕРІ

Сонымен, осы жетістіктердің бәрі қалайша нанотехнологиямен байланысты? Соңғы 35 жылда Intel компаниясының мамандары кішкене чиптар мен олардың компоненттерін жасауды үйренді. Бүгінгі күні осы чиптардың жеке компоненттері нанометрлі диапазоннан шықты, яғни 100 нм-ден кіші. Шындығында да бұл кітап жазылған кезде Intel компаниясының ғалымдары мен инженерлері 20 нм аралыққа көшуді жоспарлап отырған болатын. Бұл жетістік Intel компаниясының әлемдегі ең үлкен нанотехнология компаниясы болуына мүмкіндік береді.

35 жыл бұрын кремний негізіндегі жады магнитті жүрекшелер негізіндегі жадылардан 100 еседей қымбат болған. Intel компаниясының негізін қалаушылар алғашқы рет ауданында 2300 транзисторы бар, тырнақтан кішкене Intel 4004 транзисторын жасаған. Бұл процессордың құны шамамен 100 АҚШ доллары болған және секундына 60 мың нұсқаманы өңдеп отырған. Салыстырып көріңіз: орташа заманауи компьютердің өнімділігін арттыру үшін осындай 250 мың микропроцессор қажет болар еді. Прогреске коммерциялық сәттіліктен басқа ешнәрсе көмектеспейді. Intel компаниясының мамандары жыл сайын мықты, әрі кішкене микропроцессорлар жасап келді және бүгінде жасау үстінде.

Электрондық жарыс

Мамандар 2010-2016 жж. жартылай өткізгіштер индустриясы заманауи стандартты технологиялармен электрондық компоненттерді кішірейтудің физикалық шегіне жетеді деп болжап отыр. Бұдан кейін инженерлер кремнийлі микропроцессорлардың элементтерінің мөлшерін кішірейте алмайды.

Бұл уақыттың жақындауымен микропроцессорларды өндіруші-компаниялар нарықтағы өздерінің көш бастаушы орындарын сақтап қалуға тырысуда. Олар болашақ табысты нанотехнологиямен байланыстыруда.

2005 ж. жартылай өткізгіш өндіруші компаниялар жалпы 214 млрд АҚШ долл. кіріс көрген. Нанотехнологиялық компаниялар біраз уақыттан кейін осындай кіріс табатын дәрежеге жетеді. Мур заңы бойынша, компьютерлердің есептеуіш жылдамдығын екі еселеп

отыру үшін компьютерлік өнеркәсіп үнемі жаңа технологиялар мен архитектуралар, материалдар тауып отыру керек. Бұған қол жеткізу мүмкін емес деуге болмайды, себебі кейбір микропроцессорларды өндіруші компаниялар 90 нм шектен өтіп кетті. Іс жүзінде бүгіннің өзінде олар нанотехнологияны қолдануда.

XXI ғасырдың екінші онжылдығына дейін нанотехнологияға көп ақша бөліп отырған, микропроцессорларды өндіруші компаниялар перспективті, өзінің нанотехнологиясын жасайтын және бар материалдар мен әдістерді қолдана алатын болады.

ДНҚ НЕГІЗІНДЕГІ МОЛЕКУЛЯРЛЫҚ ЕСЕПТЕУЛЕР

Біздің генетикалық кодтарымыз жазылған ДНҚ молекулалары болашақта компьютерлердің негізі болуы мүмкін. Биочиптер, немесе микромассивтер (microarrays) деп те аталатын ДНҚ-чиптер генетикалық зерттеулердегі биологиялық технологияның бөлігі болып табылады. ДНҚ-чиптер қатты табаншада (мысалы, кремний, әйнек, пластика және т.б.) орналасқан ДНҚ молекулалардан тұрады. ДНҚ-чиптар технологиясы наноөндірісті жүзеге асыруда маңызды рол атқаруы мүмкін.

ДНҚ-чиптер көмегімен ғалымдар бірмезетте мыңдаған анализдер жүргізе алады. Мұның себебі, табаншада өте көп жеке ДНҚ бөліктері орналасқандығында болып отыр. Белгісіз үлгі сәйкес бөлікке жабысады. ДНҚ-чиптер құрамында 100-ден 100 мыңға дейінгі ДНҚ бөліктер, немесе ДНҚ-чиптердің пиксельдері болады. ДНҚ-чиптердің типтеріне байланысты бір бөлік ДНҚ өлшемі 10-нан 100 мкм-ге дейінгі аралықта өзгеруі мүмкін. Әрбір осындай тілім құрамында 10^6 - 10^9 нуклеотид болуы мүмкін.

ДНҚ-чиптер өндіру жұмыстарымен біраз ірі компаниялар айналысады, олардың ішінде: Aftymetrix, PE Applied Systems, HySeq, Nanogen, Incyte. Molecular Dynamics және Geometrix атап кетуге болады. Заманауи ДНҚ-чиптер генетикалық зерттеулер жүргізген кезде, жаңа медикаменттерді зерттегенде, сонымен қатар фармацевтикалық генетикада, сот медицинасында, қатерлі ісікті диагностикалауда және басқа да ауруларда қолданылады.

Әрбір пиксельдегі бақыланып отырған электр өрісін тудыратын электрлік белсенді ДНҚ-чиптер (Nanogen компаниясының өндірісі) наноөндіріс үшін басым потенциалды шама бола алатын еді. Олар, сонымен қатар, ДНҚ молекулаларын күрделі үшөлшемді құрылымға

жинақтайтын «аналық плата» жинақтауда маңызды рөл атқарады. ДНҚ молекулаларының бағдарламаланатын және өздігінен ұйымдасатын қасиеттері бар, сондықтан оларды молекулярлық электроника мен фотоника функцияларын орындау үшін бағыттап, реттеуге болады.

ДНҚ молекулаларын біршама күрделі құрылымдарға (мысалы, металл немесе органикалық бөлшектер, нанотүтікшелер, микроқұрылымдар және кремнийлі қабаттар) байланыстыруға болады. Болашақта микроэлектронды массивтер мен ДНҚ-компоненттер ғалымдар мен инженерлерге екіөлшемді және үшөлшемді электронды тізбектердің өздігінен құрастырылуын және ірі жартылай өткізгіш құрылымдардың ішіндегі құрылғыны реттеуге мүмкіндік береді. Бұл жағдайда электрлік басқарылатын ДНҚ молекулаларының өздігінен жинақталуын өте көптеген басым аймақтарда қолдануға болады.

Мысалы, Израиль зертеушілері транзисторларды ДНҚ жіптерімен байланыстырып қойған. Технион Израиль технологиялық университетінің Эреза Браун (Erez Braun) бастаған физиктері осындай байланыстың екі сатылы үдерісін жасаған. Біріншіден, олар ДНҚ молекулаларының ерекше орындарына нанотүтікшелерді байланыстыра алатын ақуыздарды зерттеген. Одан кейін ДНҚ молекуласының басқа бөлігін электр өткізгіш сымға айналдыру керек болды. ДНҚ электр тоғын өткізбейтін болғандықтан, ДНҚ жіпшелеріне металл сымдарды жалғастыру қажеттілігі туындады. Ол үшін ДНҚ молекулаларын E. coli бактериясының белоктарымен қаптаған, сосын көміртекті нанотүтікшелерді (антиденелермен жамылған) белокқа қондырып, күміс иондары ДНҚ фосфат топтарымен байланыса бастаған ерітіндіге батырған. Альдегид (электр заряды бар группамен байланысқан көміртекті) күміс иондарын атомдарға айналдырып, өткізгіш сымдар негізін жасаған.

Бұдан кейін құрылғыны алтынмен қаптап толық өткізгіш сым алған. Соңында көміртекті нанотүтікшенің екі ұшы да алтын және күміс жалғанып, айнаымалы тоқ жіберген кезде транзистор тәрізді жұмыс істеген. Түсірілген тоққа байланысты нанотүтікшелер сымдар (тізбекті толық алған кезде де) арасындағы саңылауды тұйықтаған немесе ажыратып отырған. Осылайша биологиялық үдерістер көмегімен ғалымдар екі құрылғыны байланыстыруды үйренген.

Дәлосыәдісті ДНҚ негізіндегі өздігінен жинақталатын құрылымдар мен тізбектер жасау үшін қолдануға болады. Бұл ДНҚ негізінде өздігінен жинақталатын молекулярлы есептеуіш құрылғыларға қарай жасалған құртақандай ғана наносекіру болғанмен де, болашақта осы

әдіспен ірі өздігінен жинақталатын электронды құрылғылар (мысалы, компьютер) жасауға болады деген үміт пайда болды.

Атомарлы деңгейде жұмыс істей отырып ғалымдар мен инженерлер мәліметтерді өңдеу және жіберуді кішкене молекулярлы құрылғы көмегімен жүзеге асыра алады.

Басты үміт

Микропроцессорларды жасаушылар болашақ интегралды микросызбаларға арналған жаңа материалдар іздеу барысында нанотүтікшелерге ерекше көңіл аударған. Алайда олармен жұмыс істеу өте ыңғайсыз болып шықты.

Олардың диаметрлері 1-ден бастап 5 нм (адам баласының шашынан 50 мың есе жіңішке), бірақ 100 есе берік, 6 есе жеңілірек және болаттан 20% майысқақ болады. Материал емес, инженер арманы. Бірқабатты нанотүтікшелердің де жылусыйымдылығы өте үлкен, сондықтан олар кремний негізіндегі тізбектермен салыстырғанда электр зарядын екі еске жылдам тасымалдай алады. Бұл артықшылықтар ғалымдардың өте кішкене, жылдам және қызбайтын чиптер жасауға деген құлшынысын тудырып отыр. Көміртекті нанотүтікшелер негізінде кремний негізіндегі сызбаларда мүмкін емес болып отырған іргелескен транзисторлары бар үшөлшемді интегралды микросызбалар жасауға мүмкіндік туындайды деп жорамалдануда.

Біркелкілік

Барлық ғалымдар «нанотүтікшелердің» соңына түсіп кеткен сияқты болып көрінгенмен, көптеген компаниялар жаңа материалдар туралы мәліметтерді реттеуге және құрылымдауға тырысуда. Құрамына микропроцессорлар өндіруші компаниялар кіретін жартылай өткізгіштер өнеркәсібі бірлестігі (Semiconductor Industry Association - SIA) АҚШ өкіметі органдарымен бірге жаңа нанотехнологиялық үдерістердің мүмкіндіктері мен өкіметтік және жекеменшік ұйымдармен қаржылануын бағалайтын бағдарлама жасап шығарды.

SIA ресурстар мен қаржыны максималды түрде шоғырландырып, жаңа екі-үш нанотехнологиялық аймақтарға назар аударады. Ғалымдар

мен инженерлер өз жұмыстарын бұрынғыдан да ұйымдасқан және үйлескен түрде жүргізе алады.

2005 жылға дейін ғалымдар нанотүтікшелерді өндірістік масштабта қалай өндіру керек екендігін білмеген. Себебі, өсірілген нанотүтікшелердің диаметрлері, ұзындықтары әртүрлі болады және өткізгіш пен жартылай өткізгіштер қасиеттерін көрсетеді. Шын мәнінде, миллиондаған нанотүтікшелер қарапайым күйе дақтары сияқты көрінеді. Ал тапсырылған типті және өлшемді нанотүтікшелер алу үшін біраз еңбектену керек болады.

DuPont компаниясымен Райс Университеті (АҚШ) ғалымдарының тобы нанотүтікшелерді жабыстырмай ұстайтын арнайы қоспалардың көмегімен бөлуге қол жеткізді. Нобель сыйлығының лауреаты Ричард Смолли бұл жайтты былай сипаттап берді: «Нанотүтікшелерді кеспе деп елестетіңіздерші, ал біз тек майды ғана ойлап шығардық».

2005 ж. біркелкі нанотүтікшелерді алу мәселесі өзектілігін жоғалтты. Southwest Nanotechnologies (АҚШ) компаниясының ғалымдары тұрақты диаметрлері бар нанотүтікшелерді өсіруді ұсынған, ал олардың Дюк және Лос-Аламосадағы (АҚШ) Ұлттық зертханадағы қызметтестері ұзындығы 4 см болатын ең ұзын нанотүтікшелер өсірген. Осы ғалымдардың арқасында біркелкі өлшемді нанотүтікшелердің қажетті мөлшерін алуға болады, яғни олардың пайдаланылуы да жеңілдейді.

НАНОСЫМДАР

Нанотүтікшелерді тазалау, жазу, түзеу және сорттау кремний табаншасын өсіру әдістемесінен күрделі болып келеді. Ал олардың негізіндегі электр тізбектерін жасау ғалымдар мен инженерлер үшін тіпті күрделі техникалық мәселе болып отыр.

***Наносымдар** – бұл диаметрлері бірнеше ғана нанометр (яғни 10^{-9} м) болатын сым. Мұндай масштабты деңгейде кванттық механика заңдары маңызды рөл атқаратын болғандықтан, осы іспеттес сымдар кванттық сымдар деп аталады.*

Кремнийлі электрониканың дамуының келесі сатысы болып табылатын кремнийлі наносымдармен (наноөзектер немесе кванттық сымдар) жұмыс істеу әлдеқайда жеңіл. Нанотүтікшелер сияқты нано-

сымдар өте кішкене тринзисторлардан күрделі конфигурациялар түзе алады, бірақ олар нанотүтікшелер сияқты аса берік болмайды.

Наносымдар басқа материалдармен күрделі жүйелер түзе алады. Кремнийлі наносымдарды алуға заманауи электрондық технологияның жетістіктері нәтижесінде қол жеткізілді. Ғалымдар мен инженерлер олардың құрылымы мен қасиеттерін, көп жылдар бойы бақылап келгендей жасай алады.

Алайда кремний наносымдар жасауға арналған жалғыз материал емес. Әртүрлі мақсаттар үшін металл немесе алтын, мыс немесе марганецтен жасалған көпқабатты наносымдар пайдаланыла алады.

Диаметрі 12 нм наносымдар оптикалық және электромагниттік жүйелер үшін сенсорлар мен күн батареясында да қолданыла алады.

9.4-суретте наносымдар алуға болатын материалдар тізімі келтірілген.

Ілінген наносымдар

Наносымдарды зертханаларда ілу немесе тозандандыру арқылы алады. Кәдімгі сымды вакуумды камерада іліп, қалыңдығын өңдеу немесе жоғары энергетикалық бөлшектермен атқылау арқылы немесе балқымадан созу (моцарелла балқытылған ірімшігінен ашаның көмегімен өте жіңішке сымдар созылып алынады) арқылы алуға болады.



9.4-сурет. Наносымдарды әртүрлі материалдардан алуға болады

Тозандандырылған наносымдар

Тозандандырылған наносымдар басқа материал табаншасында түзіледі, мысал ретінде тоқ өткізбейтін табаншадағы металл атомдарының қатары ретінде. Бұл әдетте бу-сұйық-қатты дене күйіндегі наносым көзі атомдарын лазерлік абляциялау («өшіру») көмегімен жүзеге асырылады.

Алдымен шикізат көзі катализатормен (мысалы, алтын нанокластерлері) әрекеттеседі. Шикізат көзінің атомдары катализаторға енеді және оны қанықтырады. Аса қанығу кезінде олар қатты күйге ауысады және наносымның кристалдарына айнала бастайды. Наносымның ұзындығы шикізат атомдарын беру арқылы реттеліп отырады. Бір материалдан наносым ғана алып қоюға болмайды, сонымен қатар тозандандыру кезінде әртүрлі материалдардан түзілетін аралық материалдардың кристалдарын да алуға болады. Дәл осы жолмен электрлік сызбалардың жартылай өткізгіштеріне арналған наносымдар алады.

Наносымдар негізіндегі электрлік сызбалардың компоненттерін алу үшін жеке наносымдарды легирлейді (яғни басқа химиялық заттардың қоспаларын қосады) және р-типті және n-типті жартылай өткізгіштер алынады. Содан кейін р-n типті ауысуды р-типті сымды n-типті сыммен қарапайым физикалық байланыстыру немесе әртүрлі материалдармен легирлеу арқылы тіркейді. Мысалы, р-n-типті ауысуды бір ғана сымның көмегімен алуға болады. Ауысулар жасалғаннан кейін бірнеше р-n-типті ауысулар көмегімен логикалық затворлар жасауға кірісуге болады.

Нанотехнологияның көптеген артықшылықтарын іске қосу арқылы өткізгіш және жартылай өткізгіш наносымдар көмегімен болашақ компьютерлер үшін өте маңызды бөлшектер жасалынады.

Наносымдардың қасиеттері мен қолданылуы

Наносымдар өздерінің өте кішкене өлшемдерінің арқасында бірегей электрлік қасиеттер көрсетеді. Түйісулер арасындағы еркін қозғалатын электрондары бар көміртекті нанотүтікшелермен салыстырғанда наносымдардың өткізгіштігі шектік әсерлерге қатты тәуелді болады, себебі наносымның ішкі және сыртқы қабаттарында орналасқан атомдар көрші атомдармен әртүрлі байланысқан. Беттік

қабатта жартылай байланысқан атомдар наносымның электр өткізгіштігі төмендететін ақауларды тудыруы мүмкін. Наносым кішірейген сайын оның беткі қабатындағы атомдар саны артып шектік әсерлер күштірек болады.

Наномасштабты электроникадағы кванттық әсерлер

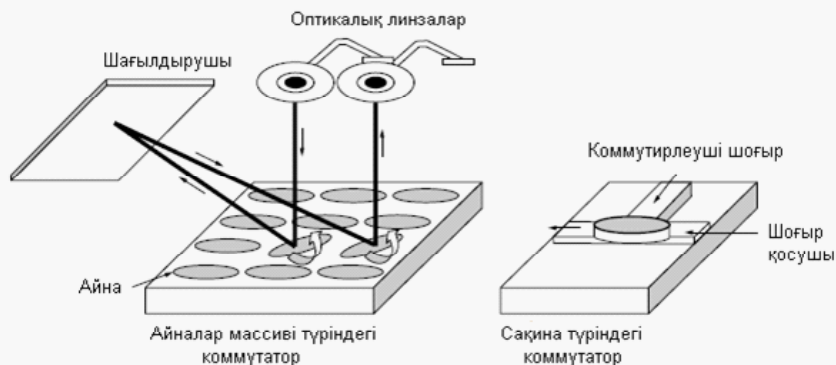
Молекулярлық деңгейде күрделі электроника мен электрлік компоненттерді жасау қажеттілігі жаңа наномасштабтық әдістердің жылдам пайда болуына және дамуына жол ашты. Бұл деңгейде нақты өлшеулердің маңызы зор. Кинетикалық және кванттық әсерлер материалдар мен құрылғылардың электрлік және жылулық қасиеттерін біршама өзгертеді.

Электр өткізгіш наноқұрылымдар наномасштабты өлшеулер үшін қолданыла алады. Кейбір зертханалар жеке электрондардың қозғалысын электр тоғын және сыйымдылығын өлшеуіш стандартты құрал ретінде белсенді қолдануда. Сонымен қатар, ғалымдар атомарлы сымдар мен басқа да электромагнитті наноқұрылымдардың қасиеттерін жетістіктермен зерттеуде. Болашақ наноқұрылымдар өте кең аймақта – кванттық есептеулерден бастап жеке бөлшектердің сенсорлары мен атомарлық әрекеттесуге дейін қолданылуы ықтимал. Кванттық әсерлер макромасштаб тұрғысынан қарағанда өте әлсіз, сондықтан оларды өлшеу үшін дәлділігі жоғарырақ құрылғылар қажет.

Кейбір микроскопиялық жүйелер, өздерінің наножүйелермен салыстырғанда үлкен өлшемдеріне қарамастан соларға тән қасиеттер көрсетеді. Көп жағдайда мұндай наноқасиеттер материалдар мен олардың әрекеттесуін туындатқан кезде пайда болады. Мысалы, наноқасиеттер гендерді секвенирлеу және басқа да биологиялық үдерістерді жүргізуге арналған биочиптер жасау кезінде туындайды. Әдетте макроскопиялық ыдыстардың қабырғалары сұйықтықтың аққыштығына әлсіз ғана әсер етеді, алайда макроскопиялық және наноскопиялық ыдыстарда олардың әсері зор болып, болжанбаған нәтижелерге алып келуі мүмкін.

Наноэлектрониканың дамуымен орасан зор өрлеу байқалды – ол оптоталшықты тізбектердегі оптикалық ауыстырғыштардың ашылуы. Жарық толқындары (бірнеше жүздеген нанометрлі

толқын ұзындықтары бар) гигабайт мәліметтерді тасымалдай алады, алайда бұл ағын оларды электрондармен өңдеу кезінде азаяды. Электрондық коммутаторлар өте қымбат тұратындықтан оптикалық коммутатор жасаушылардың жұмысында зор мағына бар. Оптикалық коммутатордың сыртқы келбеті массив тәрізді немесе мәліметтерді тасымалдайтын фотондар ағынын қайта топтайтын немесе ажырататын линза мен айналардан құралған сақина тәрізді болуы мүмкін (9.5-сурет).



9.5-сурет. Сақиналы бағыттауыштар және микроайналар шоғыры оптикалық айырып-қосқыш рөлін атқарады

Биологиялық наносенсорлар

5 тарауда айтып кеткендей, биологиялық сенсорлар – өндірістік өнімдердің, химиялық қосылыстардың және қоршаған ортаның (су, ауа, топырақ) құрамында болуы мүмкін улы химикаттарды және қауіпті биологиялық жүйелерді (мысалы, бактериялар, вирустар және т.б.) анықтауға арналған өте маңызды құралдар.

Биологиялық зондтардың экстремалды мамандануы, сонымен қатар лазерлер негізіндегі оптикалық детекторлардың аса сезімталдылығы биологиялық сенсорларға химиялық компоненттерді анықтауға және күрделі жүйелердің құрамын бөлуге мүмкіндік береді. Олардың аса нәзік икемделген сызбаларының арқасында зерттеліп отырған үлгіні дәл нақты анықтауға және өлшеуге болады.

Антиденелер мен ДНҚ-зондтарды қолдана отырып жасалған биологиялық наносенсорлардың жаңа тобы бүгінде белгілі

сенсорлардың қатарын арттыруда. Мысалы, канцерогендерді талдау үшін антиденелер негізіндегі флуориммуносенсорлар (fluoroimmunosensors-FIS) пайдаланылады. In vivo немесе in vitro режимінде анализдеу үшін антиденелер оптоалшықты зондтың немесе сенсордың (FIS ішінде) ұштарында орналастырылады.

FIS талшық бойынша үлгіге көбейтілген энергиямен дабыл жібереді де, зонд аяғында ақуыз шығаратын флуоросцентті сәулені жинай бастайды. Лазерлік сәулеленуден кейін зонд оптоалшықты зонд ұштарындағы антиденелермен байланысқан үлгіні қоздырады. Осы әдіс көмегімен сезімталдығы біршама төмен химиялық және биологиялық агенттерді қарапайым және жылдам өлшеуге болады.

Биологиялық чиптер

Жасушалар дифференциациясы, жасушалардың бөлінуі, фагосинтез (яғни басқа тұқымды клеткаларды жою) және некроз (жасушалар өлімі) сияқты биологиялық үдерістер жасушалардың құрам бөліктерінің орын ауыстыруымен байланысты. Осы маңызды үдерістерді зерттеу үшін бүгінде жаңа әдістер жасалуда. Химиялық және биологиялық әдістер көмегімен молекулярлы таңбалау флуоросцентті микроскопия үдерісінде жеке молекулаларды бақылауға мүмкіндік береді.

Жаңа нанотехнологиялар мен наноматериалдар көмегімен атомдар мен молекулаларды анықтап табуға болады және оларды медициналық мақсатта жасушалық деңгейде басқару мүмкіндігі бар. Биологиялық сенсорлардың мөлшерлері наномасштабты өлшемді болуы жасушалар ішіндегі ең ұсақ орындарында локальді өлшеудің жоғары деңгейлілігін көрсетеді. Биологиялық наносенсорлардың дамуы мен антиденелер негізіндегі нанозондтар көмегімен in situ режимінде ішкіжасушалық өлшеулер жүргізу мүмкіндігі – заманауи ғылым мен технологияның орасан зор жетістігі.

Биологиялық наносенсорлар көмегімен ғалымдар жеке молекулаларды және жасушаның арнайы орындарындағы молекулалар арасында берілетін дабылдарды бақылай алады. Биологиялық сенсордың жасуша ішінде орналасуы жасушалық мембранаға немесе бүкілжасушалық қызметке әсер етпейді. Бұл мұндай мүмкіндікті армандап жүрген медиктер үшін аса қуанышты жаңалық. Үдерістерді in vivo режимінде тірі жасушалар ішінде бақылау жүргізу мүмкіндігі

біздің жасушалық функциялар туралы түсінігімізді толықтырады. Нанотехнологияның осы бір ғана жетістігі жасушалық биологияны толығымен тағы да өзгертуге мүмкіндік береді.

Бүгінгі таңда ДНҚ зондтары бар биологиялық сенсорларды (биочиптер) зерттеуге көп назар аударылып отыр. V бөлімде айтылып кеткендей, ақуыздарды анықтау ДНҚ бөлігінің комплементарлы (яғни, толықтырушы) нуклеотидтер тізбегімен дәл сәйкес келуіне негізделген. ДНҚ зондтардың нуклеин қышқылдарының осы қасиеттерін қолдануға болатын аймақта пайдасы тиюі мүмкін. Осындай типті биологиялық сенсорлар кейбір ауруларды генетикалық қабылдау мүмкіндігін болжауда, мысалы, гемофилияның тұқымқуалауын анықтауда пайдаланылуы мүмкін.

Глюкоза сенсорлары ең кең таралған биосенсорларға жатады. Өлемдегі қант диабетіне шалдыққан мыңдаған аурулар күн сайын қан құрамындағы қантты анықтау үшін оны қажет етеді. Сенсордың жұмыс істеу принципі глюкоза мен оттегі арасындағы реакцияны жылдамдатып, глюкон қышқылы мен сутек пероксидінің түзілуін жылдамдататын - энзимді (глюкозооксидаза) қолдануға негізделген. Сенсор глюкозооксидаза деңгейін және ол туындатқан электр тоғының өзгерісін анықтай алады.

Биологиялық наносенсорлар зерттеушілердің биологиялық молекулаларды қолдануына және оларды бақылауға мүмкіншілік береді. Медиктер жеке биологиялық молекула немесе жасуша жасайтын жасушалық үдерістерді анализдей алатын наноқұрал жасағысы келеді. Кейбір мамандар мұндай зерттеулерді жасушалық инженерия, ал екіншілері – болашақтағы денсаулық сақтау деп атайды.

Микро – және наноэлектрониканың жетістіктері жақын болашақта бұрынғыдан да кішкентай, ықшамды, жылдам, дәл және арзан наноқұралдар жасауға мүмкіндік береді. Біздің компьютерленген қоғамда өндірістің барлық салалары оның артықшылығын сезініп, тиімді жақтарын қолданады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Электронды дабылдар үшін ток/кернеу қатынасын қалай реттейді және электрондық дабылға ауыстырғыш немесе вентиль қалайша әсер етеді?

а) шлюз

- ә) транзистор
- б) қозғалтқыш
- в) есептеуіш

2. Кремний, галий арсениді мен германий не жасау үшін қолданылады?

- а) тыңайтқыш
- ә) пластмасса
- б) инголятор
- в) жартылай өткізгіш материал

3. Заттың атомарлық немесе молекулярлық деңгейдегі тәртібі немен сипатталады:

- а) кванттық механикамен;
- ә) ядроның бөлінуімен;
- б) геофизикалық тектоникамен;
- в) Эдвард физикасымен.

4. Интегралды микросызбалар жасауға үлгілердің қолданылуы қалай аталады?

- а) химиотерапия;
- ә) фотосинтез;
- б) трансдукция;
- в) литография.

5. Наносымның өткізгіштігі қандай шамаға тәуелді?

- а) шектік әсерлер;
- ә) нарық жағдайы;
- б) күннің жарқырауы;
- в) материал құны.

6. n-типті жартылай өткізгіштер қалай сипатталады:

- а) кварктардың артық болуымен
- ә) электрондардың артық мөлшерімен
- б) барлық зарядтардың бейтараптануы
- в) электрон жетіспеушілікпен

7. Аса қысқа толқын ұзындықтары бар ультракүлгін сәуле көмегімен жақын болашақта кремнийлі табаншадағы транзисторлар жасалынады. Оладың күші бүгінгіден неше есе артық болады:

- а) 10 есе
- ә) 25 есе
- б) 50 есе
- в) 100 есе

8. Әр бір жарым жыл сайын микропроцессор тығыздығының екі еселенуі қалай аталады?

- а) Кулиновский теориясы
- ә) Паули жорамалы
- б) Мур заңы
- в) Бурдин гипотезасы

9. Жартылай өткізгіш материалға қоспалар қосу қалай аталады?

- а) шолу
- ә) пластификация
- б) легирлеу
- в) маскалау

10. Антиденелер негізіндегі флюороиммуносенсорлар нені анықтау үшін қолданылады?

- а) москиттерді
- ә) канцерогендерді
- б) глюкоза деңгейін
- в) ядролық қалдықтарды

10-ТАРАУ

КОММУНИКАЦИЯЛАР

Коммуникация технологиясының соңғы 40 жылда қарқынды дамуын «мәліметтік ғасыр» деп атайтын болды. Жыл өткен сайын достар, туыскандар және қызметтестер арасындағы тілдесу жеңілдеп келеді. Интернеттің дамуы адамдарға алыстағы мәліметке шапшаң рұқсат алып, алмасуға мүмкіндік беріп отыр. Ертеректе бұл тек қана арман сияқты көрінген болатын, қазір оны тышқанды бір басу арқылы-ақ жүзеге асыруға болады.

Мәліметтерге рұқсат алу және оларды жіберу әдістері наноматериалдар мен наноқұрылғылар көмегімен жаңа кенеттен көтерілуден өтуі мүмкін. 9-тарауда қарастырылып кеткендей, компьютерлердің компоненттерін наномасштабты деңгейде «жоғарыдан төменге» және «төменнен жоғарыға» жасалуы мүмкін. Бұл әдістер коммуникациялық құрылғы компоненттерін жасау үшін, мысалы, мобильді телефондар мен радарлы жүйелер жасау үшін де қолданылуы мүмкін.

Іс жүзінде, компьютерлер мен сенсорлардың өндірісі үшін нанобөлшектердің көптеген қасиеттері коммуникация үшін де маңызды болуы мүмкін. Кейбір наножүйелерді, мысалы, кванттық нүктелерді барлық аймақтарда қолдану мүмкіншілігі жоғары. Коммуникацияда дабылдарды беру маңызды рөл атқарады және оны наноматериалдардың жаңа қасиеттерін қолдану арқылы одан ары дамытуға болады.

Кванттық шырмалу әртүрлі фотондардың жеке сипаттамасын алу мүмкін емес болған, себебі біреуінің сипаттамасын өлшеу екіншісіне әсер етеді.

Ғалымдар жеке молекула немесе молекула топтарының қасиеттерінің өзгеруі көмегімен есептеу әдістерін белсенді түрде зерттеуде. Логикалық немесе арифметикалық жұмысты орындау үшін белгілі бір қасиетін қолдану көмегімен молекула негізіндегі функционалды элементтерді жасау молекулярлы электроника аймағындағы мамандардың үлкен әрі күрделі міндеті болып отыр.

Молекулярлық электроника көптеген концептуалдық, тәжірибелік және модельді аспектілерді қамтиды. Сұрақтарға жауап іздеген

кезде молекулалардың орналасуы мен әрекеттесулерін, химиялық қасиеттерін, наножинақталу және нанобуу әдістерін ескеру керек. Молекулалардың сәулеті олардың әсерлесуі мен рөлі: ауыстырып-қосқыш, транзистор немесе одан да күрделі құрылғыларды, мысалы, логикалық және арифметикалық элементтерге байланысты. Егер қандай да бір (мысалы, транзистор) электрондық құрылғыны молекула деңгейіне дейін кішірейту мүмкін болса, онда микроәлемнен наноэлектроникаға ауысу жүзеге асады.

Бір молекулада жеткілікті мөлшерде бірнеше функцияны біріктіретін «кванттық қор» бар екендігі көптен белгілі болған. Осы идеяларды іс жүзінде қолдану үшін ғалымдар сәйкес келетін молекулаларды табуға және олардың параметрлерін оптималды сәулетке келтіруге тырысуда.

Кванттық коммуникациялар

9-тарауда қарастырылып кеткендей, жаңа коммуникациялық жүйелерді жасау үшін ғалымдар кванттық шырмалуды қолдануға тырысқан. Бір ғана жоғары энергиялы фотон негізінде кванттық шырмалған энергиялары төмен екі фотон алуға болады екен.

Мұндай квантты шырмалған фотондардың тәртібі бір-бірімен байланысты және дәл осы ерекшелік арқасында екі алыс орналасқан орындар арасындағы мәлімет тасымалдауды, яғни кванттық телепортацияны жүзеге асыруға болады. Тәжірибелік әдістер мен құралдардың мүлтіксіз жетілуі ғалымдардың ғылым, өндіріс және бизнеске арналған кванттық зерттеулерді таң қаларлық деңгейде орындауға мүмкіндік берді.

Кванттық шырмалу мүмкіндігі жақын уақыттан бері ғана бағалана бастаған, себебі ертеректе оны бақылау, анализдеу және қолдану мүмкін емес еді. Шындығында, кванттық шырмалу қауіпсіз (кванттық) криптография, есептеуіш алгоритм және кванттық телепортацияның негізі болуы мүмкін.

Кванттық жүйелерді өлшеу жасырын мәліметтерді дабылдық түйін көмегімен жіберуге мүмкіндік береді, ал жолданым иесі оны басқа кванттық шырмалған қабылдауыш түйін көмегімен түсіне алады.

Мұндай жолдаманың көшіріп алынатын әлсіз жері мүлдем болмайды, себебі оны тек жіберуші және алушы түйіндері бар қабылдағыштар ғана түсіне алады. Егер тіпті оны ұрлауға тырысқан

жағдайда хат алушы жылдам түсініп қояды, себебі кез келген кедергі дабылдық түйіннің өзгерісін туындатады.

Мұндай керемет мәлімет беру тәсілі және компьютерлік компоненттерді кіп-кішкентай ету дәрежесін жоғарылатудың аса биік деңгейі базалық есептеулерді сипаттау үшін кванттық механика заңдарын қолдану керек нүктеге келіп жетті. Наномасштабты деңгейдің өзінде компьютерлік есептеулердің теориялық негіздерін қайта жазуға тура келеді.

СПИН

Заманауи компьютерлермен салыстырғанда кванттық компьютерлер үлкен мәліметтерді сақтай және өңдей алады. Себебі кванттық компьютерлер мәліметтерді параллельді режимде өңдей алады. Заманауи компьютерлер кезектесіп жұмыс істейтін микрочиптерден құралған және компьютерлік модельдеу, шифрлеу немесе мәліметтерді тасымалдауды белгілі бір ретпен жүргізеді. Параллельділіктің арқасында кванттық есептеулер заманауи жүйелі суперкомпьютерлермен салыстырғанда миллион, тіпті миллиард есе жылдам орындалуы мүмкін.

Кванттық есептеулерді зерттеушілер кванттық механикалық есептеулердің мүлдем жаңа аймағына басып кіруде. Кванттық шатасу негізінде кездейсоқ және абсолютті қорғалған коммуникацияларды іздестіру, «аса күрделі» цифрларды талдау сияқты ертеректе мүмкін емес болған есептеу тапсырмаларын шешу мүмкін болып отыр.

Кванттық есептеулерде кванттық қасиеттер, мысалы, спин электрон пайдаланылады. Спин – бұл элементарлы бөлшектің төтенше жұмбақ сипаттамасы және ол $-1/2$ мен $+1/2$ мәндерін қабылдай алады. Компьютерлік есептеулер тұрғысынан қарағанда бұл мәндер 0 мен 1-ге тең болуы мүмкін. Сонымен электронның спині мәлімет бірлігінің негізі болуы мүмкін. Оларды кванттық есептеулерде кубит (qubit) терминімен атайды.

Спиннің мәні оны өлшегенге дейін белгісіз болатындықтан, электрон спині негізінде мәліметті сақтау және тасымалдау әдістері төтенше күрделі болып келеді.

8-тарауда айтылып кеткендей электрон спині жарықпен әрекеттеседі де, әрекеттесу сипаты жарық толқынының ұзындығына және оның полярлануына тәуелді болады. Электрон спинінің өлшеуге дейін белгісіз болуын 0 және 1 күйлерге арналған операцияларды бір

мезетте жүргізуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, кубиттерді бір-бірімен байланыстыру арқылы біреуінің күй өзгерісі келесі кубиттердің тізбекті өзгерісіне алып келетіндей етіп жасауға мүмкіндік береді.

Қарапайым жағдайда екі кубит төрт түрлі конфигурация көрсете алады: (00), (01), (10), (11). Кубиттерге жүргізілетін математикалық операцияларды бірден төрт түрлі күйлерге қолдануға болады. Бұл қасиет бізді қайтадан кванттық шырмалу тақырыбына алып келеді.

Кубиттер мен спиндерді сәйкес жолмен басқару компьютерлер мен коммуникацияларды тек жылдамдатып қана қоймай, сонымен қатар бұрындары мүмкін емес болған операцияларды жүргізуді мүмкін етіп отыр, себебі ол кездегі ең мықты компьютерлер есептеуді жүргізу үшін миллиард жыл қажет еткен. Кванттық есептеулер арқасында шифрланған мәліметтердің қауіпсіздігі мен мәліметтер базасымен жұмыс істеу барысында фантастикалық жетістіктерге жетуге болады.

Кванттық шырмалған электрондар мен олардың қасиеттері өте нәзік екендігін айта кету керек. Кез келген қоршаған ортамен (мысалы, фотон немесе шайқалу) әрекеттесуі олардың шырмалуын жазуы мүмкін, бұл құбылыс декогеренция деп аталады. Декогеренция болған жағдайда кванттық есептеулерде қате туындайды.

Жақында ғалымдар осы қателіктерді түзеу әдістерін зерттей бастады және олардың кейбір варианттары Bell компаниясы, Оксфорд университеті (Ұлыбритания), Торонто университеті (Канада), Лос-Аламос ұлттық зертханасы (АҚШ) және Принстон университеті ғалымдарымен ұсынылды. Олардың негізгі тапсырмасы кванттық жүйені когерентті күйде сақтау, яғни оларды қоршаған ортадан оқшаулау болып табылады. Кванттық компьютерді жасаудың қиыншылығы күшті ішкі әрекеттесу мен сыртқы әсерді болдырмауды қамтамасыз ету болып отыр.

Кубиттердің тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін әлі де көп масштабты жұмыстар жүргізу керек. Бүгінгі таңда декогеренция шамамен 1000 операция жасағаннан кейін ғана жүзеге асады. Мәліметтер тасымалдау үшін қателердің жоғарғы жиілігі қолайсыз, алайда жаңа наноматериалдар мен наножүйелерді (мысалы, 8-тарауда қарастырылған кванттық нүктелерді) пайдалану арқылы бұл мәселені шешуге болады.

Атомарлық жайғастыру

Молекулалар көмегімен мәліметтерді беру және өңдеу үшін атомдар, молекулалар мен наносымдарды орналастыру және жинақтау дәлділігінің жоғары дәрежесіне жету керек, яғни 0,1 нм-ден дәлірек болу керек.

Наномасштабты деңгейдегі жинақтаушы егжей-тегжейлі санап есептеуді және макроскопиялық деңгеймен байланысты стандарттау және өте дәл икемдеу үшін әрбір қадамның әдістемесі мен нұсқамасын жасау керек. Бұл мақсатқа жету үшін қозғалыстың жоғары дәлдігіне қол жеткізу қажет. Шын мәнінде, атомарлық жайғастыру мүлдем жана және өте жылдам дамып келе жатқан зерттеу аймағы болып табылады. Бұл аймақ мәліметті беруді металдың беткі қабатында орналасқан молекула арқылы жартылай өткізуші қабат молекуласына тасымалдау арқылы одан да үлкен масштабты сыртқы ұштастырылған қабатқа беру әдістемелерін қамтиды. Көптеген аймақтардың мамандары (физика, химия, механика және материалтану) осы сияқты компьютерлік молекулярлық инженерия есептерін шешу үшін бірлесе қызмет етуде.

Молекулярлы электрлік немесе логикалық сызбаларды жасау – наномасштабты коммуникациялар үшін ғана емес, сонымен бірге наномасштабты химия үшін үлкен мәселе. Ғалымдарға кванттық есептеулерге кедергі болмайтын, сызбаның сенімді элементтері бола алатын молекулаларды таңдап алу қажет.

Мысалы, сканирлеуші электрондық микроскоп көмегімен молекулярлық сызбаны зерттеу сызбаның өзін күйретуі мүмкін. Молекулярлық сызбаның құрылымдық тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін химиктерге сызбаның молекулярлық компоненттері арасындағы сенімді әрекеттесуді қамтамасыз ететін химиялық қосылыс табу қажет. Бүгінгі таңда бұл рөлге құрамында күкірті бар органикалық қосылыстар, тиолдар сияқты қосылыстардың ақырғы топтары ұсынылып отыр. Бұл үдерісті өте қарапайым деп айтуға болмайды, сондықтан ғалымдар тиімдірек әдістер табуға тырысуда.

Наномасштабты дәлдікпен молекулярлық сызбаларды жинақтау өзінің дамуының бастапқы сатысында тұр. Ғалымдар элементарлы құрылымдар мен олардың қосылыстарының өздігінен жинақталу әдісін жасауға қол жеткізуге болады деп үміттеніп отыр. Осыдан кейін ғана алынған объектілерді іс жүзінде қолдануға және зертханадан өндіріске көшіруге болады.

Келе жатқан «нанотехнология ғасыры» жана заттардың қасиеттерін наномасштабты деңгейде зерттеуге және оларды ірілеу өнімдерге қолдануға мүмкіндік береді. Олардан жасалған құралдар атомарлы және электронды құрылымдарды бақылауға, наномасштабты материалдар, құрылымдар мен қасиеттерді сипаттауға, сонымен қатар нанодан макроға дейін бірнеше масштабтық деңгейлерде байқауға және талдауға көмектеседі.

Қазіргі таңда химиктер жартылай өткізгіштер негізіндегі нанокұрылымды материалдарды алу, талдау және модельдеуге қол жеткізді. Алайда басқа материалдар қосылыстарының шексіз көптілігі жақында наноматериалдардың бұдан да көп мөлшерін өндіруге негіз болуы мүмкін.

Өлшемдердің әсері

Бірнеше рет айтылып кеткендей, материал өлшемінің өзгерісі оның қасиеттерінің сапалық өзгерісіне алып келеді. Мысалы, бөлшектің өлшемі фононның (тербелмелі энергияның кванты) толқын ұзындығына ұқсас болған кезде оларда жанаша электр тоғын және жылуды беру режимдері пайда болуы мүмкін. Мұндай байқаулар 1980 жылдардың басында металл сақиналар мен өткізгіштігі жоғары көміртекті нанотүтікшелерді зерттеу кезінде жасалған. Материалдардың жана қасиеттерін кванттық нүктелерді жарықпен сәулелендірген кезде де байқауға болады.

Құрылымдардың өлшемдерін наномасштабты деңгейге дейін кішірейткен кезде олардың термодинамикалық және электромагниттік қасиеттері де өзгереді. Ондық үлес пен бірнеше ондаған өлшемдері бар жүйелер кванттық және кәдімгі әлемнің байқалмайтын шекарасында орналасқан.

Бүгінгі таңда мәліметтерді сақтау аймағындағы жетістіктер наномасштабты магнетизм саласындағы ғылыми зерттеулердің қарқынды дамуын тудырды. Күрделі молекулалар кейде магниттік қасиеттер көрсетеді. Мысалы, IBM компаниясының ғалымдары магнитті-резонансты көрсету әдістерін жетілдіріп, жалғыз электронның әлсіз дабылдарын өлшеуге қол жеткізген. Бұл нәтиженің молекуланың үшөлшемді құрылымын атомарлы рұқсатпен көрсете алатын микроскоп жасау үшін маңызы орасан зор. Мұндай құралдың көмегімен ең күрделі материалдарды, мысалы, ақуыздар, катализаторлар, молекулярлық сыз-

баларды және т.б. жоғарырақ дәлдікпен зерттеуге болады.

Наноэлектронды сызбалардағы атомдардың нақты орналасу орнын анықтау молекулярлық сызбаларды жасаушалардың және жобалаушылардың жұмыстарын жеңілдетеді, сонымен қатар олардың тиімділігі мен өнімділігін де арттырады. Сонымен бірге, зарядтар негізіндегі емес спиндер негізіндегі сызбалар жасау магнитті құрылымдар негізіндегі электрониканың (дәлірек айтқанда, спинтрониканың) жаңа жолының дамуына жол ашады.

Наномасштабты элементтердің құрылымдық беріктілігін, адгезиялық және гидродинамикалық қасиеттерінің өзгерісі нанокұрылғыларды жобалау мен жасаудың жаңа әдістерін жасауға да мүмкіндік ашып отыр. Себебі бұл масштабтағы жұмыстар біраз қиындықтар туындатып отыр. Мысалы, механикалық әсерлер, беттік керілу, диффузия және коррозия көбінесе беттік аудан/көлем қатынасының жоғары болуынан біршама артады. Ірі аналогтармен салыстырғанда наномасштабты құрылғыда қыздыру мәселелерінің де мағынасы зор болады.

УАҚЫТША МАСШТАБТЫҢ ӘСЕРІ

Материалдардың қасиеттері олардың өлшемдері кішірейген сайын өзгеріп отырады. Наноскопиялық үдерістердегі уақытша масштабтарда не болады? Ұзындық масштабының өзгерісі үдерістердің уақыт масштабының өзгерісімен тікелей байланысты. Барлық адамға да, бес тағамнан тұратын кешкі ас бес печеньедең тұратын түстіктен ұзағырақ болатыны түсінікті.

Ғылыми тұрғыдан қарағанда бұл түсінікті. Объектіні жақын қашықтыққа жылдамдық сақтай отырып (мысалы, фотондар үшін жарық жылдамдығымен) ауыстыру үшін азырақ уақыт қажет болады. Алайда бәрі біз ойлағандай жеңіл емес, сондықтан ғалымдар басқа да көптеген факторларды, мысалы, беттік қабаттың үлкеюіне байланысты ықпалды ескеруі керек.

Кішкентай материалдардың бірегей қасиеттерін зерттеу үшін көптеген жаңа құралдар (мысалы, атомды күштік микроскоп) жасауға тура келді. Жылдам өтетін кванттық үдерістерді зерттеу үшін, әлі де, мүлдем жаңа құралдарды жасау қажет болады.

Нанооптика

Нанооптика жарықтың өзінің толқын ұзындығынан да кіші бөлшектермен әрекеттесу үдерістерін қамтиды. Ғалымдар жарықтың әсерінен нанобөлшектер оптикалық жиілікпен тербелетіні және электромагниттік толқындар тәрізді әрекеттесетінін анықтай алған.

Плазмон – бос электрон газының бірлескен тербелістері түріндегі, плазмалық тербеліс кванттануына сәйкес келетін квазибөлшек.

Атомдар мен молекулаларда жарық шашыраған кезде фотондардың көбі олардан серпімді шағылады. Дәл осы құбылыс Раман шашырауы (Raman scattering) деп аталып кетті. Шашыраған фотондардың энергиялары (жиілігі) мен толқын ұзындығы қоршаған фотондардікіне тең болады.

Раман шашырауы – бұл жарықтың газда, сұйықта және кристалдарда жиілігін біршама өзгерту арқылы таралуы.

Алайда жарықтың біраз бөлігі (шамамен 1%) қоршаған фотондардың жиілігінен аз оптикалық жиілікпен шашырайды. Газдардағы раман шашырауы тербелмелі және айналмалы энергияның өзгерісіне алып келеді.

Күшейтілген беттік раман шашырауы эффектісін алтын немесе күміс табаншада пайдаланады. Алтын мен күміс лазердің көмегімен жылдам қоздырылады және соның нәтижесінде қорытқы электр өрістері қоршаған молекулаларда раман шашырауын тудырады. Ғалымдар бұл құбылысты қолдана отырып молекула ішіндегі байланыстарды талдай және зерттей алады.

КВАЗИБӨЛШЕК

Кванттық механикада жүйенің қоздырылған күйі (мысалы, атом, молекула және ядро) негізгі ең минималды энергиясы бар күйден энергиясы көп өзгеше кез-келген кванттық күй дегенді білдіреді. Мысалы, сутектің негізгі күйі деп оның жалғыз электронының энергиясы ең аз болатын күйді айтады. Қосымша энергияны алғаннан кейін

электрон қоздырылған күйге өтеді. Егер электрон жеткілікті көп энергия алатын болса, атомды тастап кетуі мүмкін, мұндай атом иондалған деп аталады.

Элементарлы қоздыру – квазибөлшектең энергиясы ең аз болатын қоздырылған күй.

Төмен температурада квазибөлшектердің әрекеттесуі аз болады, алайда дәл осы температурада олардың тәртібі мен қасиеттерін, мысалы, жылулық қасиетін зерттеу жеңіл. Көпбөлшекті жүйелер элементарлы қоздырудың екі типімен сипатталады: басқа объектілермен әрекеттесу нәтижесінде квазибөлшектердің қозғалысының өзгеруімен және бүкіл жүйенің біріктірілген қозғалысымен. Мұндай қоздырулар ұжымдық мода деп аталады және плазмоналарды кірістіреді.

Плазмоналар металдардың оптикалық қасиеттерінде маңызды рөл атқарады. Плазмоналардың оптикалық қасиеттерге әсері 1989 ж. кенеттен табылған болатын. Нью-Джерси штатының Пристон қаласындағы NEC компаниясының ғылыми-зерттеу институтының қызметкері Томас Эббесен (Thomas Ebbesen) диаметрі шамамен 300 нм болатын 100 млн тесіктері бар алтын пластина арқылы көрінетін жарықтың өтуін зерттеу жұмыстарын жасап жатқан. Тесіктер жарықтың толқын ұзындығынан (300 нм) кіші шамамен - 400 нм болған. Волейбол доптарын лақтыратын торды елестетіңізші. Кванттық теорияға сүйенсек, жарық ағынының мұндай пластина арқылы 1/1000 бөлігінің ғана өту ықтималдығы бар. Тор мысалы бойынша қарастырсақ, мың доптың біреуі ғана оны жарып өте алады. Алайда Эббесеннің тәжірибесінде түсірілген жарықтың 100%-дан астамы пластинадан өтіп кеткен. Пластинаның артқы бөлігінде алдыңғы бөлікпен салыстырғанда көп жарық болған. Ғалым тәжірибе мәліметтерін толық тексеріп, оны бірнеше рет қайталаған. Алайда нәтиже ешқандай өзгермеген. Тәжірибе нәтижесі ерекше болғаны сонша, Эббесен тәжірибенің белгісіз бір қателігі бар шығар деп болжаған және алынған нәтижелерді еш баспада жарыққа шығармаған.

1998 ж. NEC компаниясында физик-теоретик Петер Вольф (Peter Wolff) қызмет атқарады. Ол Эббесеннің жарық пен наноөлшемді тесіктерге қатысты төтендік тәжірибелерінің нәтижелерін оқып білген. Вольф электрондардың металл бетіндегі іс-әрекетін білгендіктен (олар толқын тәрізді «шымырланулар» түзеді), бұл тәжірибені қайталауға тырысқан. Шын мәнінде, Вольф электрондардың бөлшек тәрізді

емес, ал толқындар тәрізді қасиет көрсеткенін және белгілі бір шарттарда Эббесен байқаған эффектін көруге болатынын көреді.

Бүгінгі таңда плазмондар белсенді түрде зерттеліп келеді және жақында компьютерлік мәліметтерді тасымалдау үшін қолданылуы мүмкін, өйткені олар мәліметтерді электрондардан біршама жылдамырақ береді және қалыпты компьютерлік чиптарда қолданыла алады.

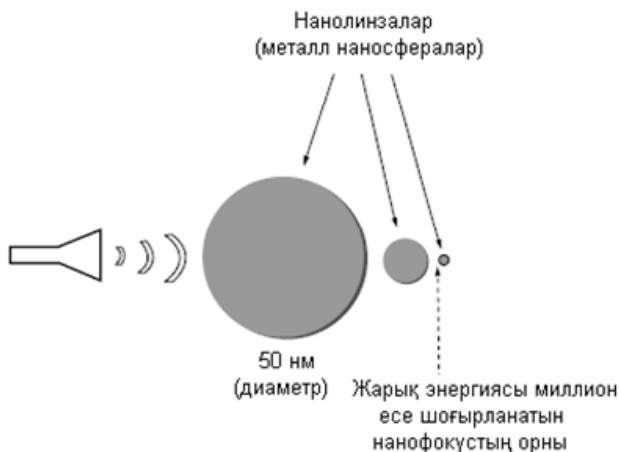
Нанолинза

Джорджи (АҚШ) Техникалық университеті мен Тель-Авива университетінің бір топ зерттеушілері бірнеше атом төңірегінде ғана жарықты шоғырландыру әдісі мен оптикалық үлкейтуді миллион рет арттыруға қол жеткізуге арналған жұмыстарды жасауда. Өлшемдері мен ара-қашықтықтары біртіндеп қысқаратын бірнеше металл наносфераларынан құралған қатар көмегімен жарықты өте кішкене аймақта шоғырландыруға болады. Мұндай талпыныс балалық шақтағы лупа көмегімен қағазды тұтандыруға тырысқан әдетке ұқсас. Наносфераларды пайдалануға негізделген әдісті нанобөлшектер мен молекулаларды табуға және оларды басқаруға қолдануға болады.

10.1-суретте өлшемдері 50 мен 5 нм аралығындағы наносфераларды пайдаланып жасалған нанолинза моделі көрсетілген. Ең үлкен наносфераны жарықтандырған кезде наносфера маңында таралатын тербелмелі электрондар толқындары пайда болады (плазмондар) да соның нәтижесінде электромагниттік өріс (Эббесен мен Вольф тәжірибелеріндегі сияқты) туады. Бұл өріс бірізді кішірейіп отыратын наносфералар арқылы өтіп, қоюланады және нүктеге айналады. Осылайша жарықтың қарқындылығы миллион есе артады.

Мұндай ұлғайтудың кейбір спектроскопия түрлері үшін маңызы зор. Беттік плазмондарды құрылғыда лазерге ұқсас етіп жинақтауға болады, ол спазер (латыншадан spaser – surface plasmon amplification by stimulated emission of radiation, беттік плазмондар көмегімен себепші сәулелерді күшейту) деп аталады. Спазер жұмысында металл нанобөлшектер мен жартылай өткізгіш кванттық нүктелердің белсенді орталықтары қатысады.

Жалпылама талшықтық ұлғайтуды еске түсіріңіз. Нанооптика, оптоалшықты кабельдер ашылған кездегідей технологиялық секіруге алып келуі мүмкін. Нанооптика көмегімен ғалымдар мен инженерлер мәліметтерді тасымалдау және өңдеуді елеулі жетістіктерге қол жеткізуі мүмкін.



10.1-сурет. Нанолинзалар электр өрісін тудырады. Ол бөлшектерді миллион есе ұлғайта алады

КОМПЬЮТЕРЛІК МОДЕЛЬДЕУ

4-тарауда айтылып кеткендей, ірі масштабты компьютерлік модельдеудің наноәлем қасиеттері мен үдерістерін түсіндіру үшін маңызы зор. Өйткені наноматериалдардың электрондық, оптикалық, механикалық және магниттік қасиеттері олардың өлшемдері, пішіні, топологиясы және химиялық құрамымен тығыз байланысты. Осы байланыстарды толық түсіну үшін ғалымдарға көптеген варианттардың компьютерлік модельдеулерін жүргізуге тура келеді, себебі қазір тек қана қарапайым көміртекті нанотүтікшелер мен жартылай өткізгіштердің қасиеттері белгілі.

Наноәлемде жылулық флуктуациялар көптеген үдерістердің белсенділендіру энергияларына ұқсас болып келеді. Наножүйелердің статистикалық және компьютерлік модельдері оларды нәтижелерінің жоғарғы дәлділігін қамтамасыз ету үшін ескеруі қажет. Сонымен бірге, наномасштабты жүйелерді компьютерлік модельдеу үшін кванттық механика заңдарын пайдалану керек. Компьютерлік модельдеу наноматериалдардың қасиеттерін сипаттау және наноқұрылымдарды жобалау үшін маңызды рөл атқарады.

ДАБЫЛДАРДЫ ЖІБЕРУ

Технологиялық инновациялар коммуникациялық саланың (мысалы, DVD, сымсыз және жалпақжолақтар технологиясын енгізу) және жаңа стандарттардың дамуына себепші болады. Коммуникациялық стандарттар әртүрлі орталар мен әртүрлі құралдар арасындағы дабылдарды тұрақты жіберуді ұйымдастыру үшін маңызды рөл атқарады. Жалпылама стандарттар болмаған жағдайда олардың арасындағы байланыс мүмкін болмас еді.

Қарапайым тілмен айтқанда, байланыс деген ұғым сұхбаттасушылар бір линияда тұр дегенді білдіреді. Тұрмыста адамдар арасында түсіністік жоғалған кезде инженерлер кейде бейнелі түрде «жоғалған үйлесімділік» туралы айтады. Бұл сөздер коммуникациялық құрылғылардың жұмысының ерекшеліктері мен қиындықтарын дәл сипаттайды. Дабылдарды сәтті алмастырып отыру үшін сенімді құралдар көмегімен жоғары дәлдікпен уақыт пен жиілікті өлшеп отыру керек.

Стандарттар нанотехнологияның ары қарай дамуына және олардың коммуникацияға әсерін зерттеуге нақты бағыттар беріп отырады: радио, теледидар, интернет, ғарышты зерттеу және т.б. Сәтті әрекеттесу үшін оптоалшықты техника мен телекоммуникация стандарттары жаңа нанотехнология мен наножүйелерге арнап жасалған стандарттарға сәйкес болуы керек.

Желілер

Электрондық коммерция, денсаулық сақтау, білім беру ғылым және көңіл көтеру ғаламдық компьютерлік жүйелерге байланысты. Нанотехнология негізіндегі компьютерлік жүйелерді жасау үшін ғалымдар мен инженерлерге жүйелер мен компоненттерді тексеруге арналған әдістемелер мен жаңа желілік хаттамалар жасау қажет болады. Жаңа желілерде, мультимедиақосымшаларда және сымсыз желілерде кванттық масштабтар мен жылдамдықтарды қолдану үшін жетілдірілген стандарттар керек болады.

Сымсыз технологиялар

Сымсыз технологиялар жақында нанотехнологиялық моданың «соңғы шиқылы» болды. Сымсыз байланысты құрылғылар эволюциясы жылдам дамып пейджерлер сатысынан мобильді телефондар мен жеке оргайзерлерге ауысты. «Бар болу керек пе, керек емес пе» деген өмір мен өлім сұрағы енді «байланыста болу керек пе, керек емес пе» дегенді білдіреді. Бізге ұнаса да, ұнамаса да бұл заманауи бизнестің, кейде жалпы өмірдің қатал шындығы!

Пейджерлер, мобильді телефондар мен кіп-кішкене байланыс құралдарының ішіндегі ұсақ электрондық компоненттер заманауи өмірдің стилін толығымен өзгертті. Телефон рингтоны көркем фильм, мектеп концерті, жиналыс немесе шіркеу қызметі болса да, кез келген ортаның ажырамас элементіне айналды.

Тұрақты жұмыс пен сенімді байланыс үшін байланыстырушы құрылғылардың негізгі бөліктері температураның кең аймағында жұмыс істеуі қажет. Сымсыз технология индустриясын нанотехнологиялар фильтрлер жасауға арналған керамикалық материалдарды, резонаторларды және осцилляторларды, сонымен бірге керамикалық жұқа пленкаларды дамыту арқылы алға жылжитты. 2003 ж. Larta Institute (АҚШ) коммерциялық емес жекеменшік ұйымы, Hybrid Plastics және Shea Technology group Inc. компаниялары нанотехнологияның ең көп уәде беруші пайдалануы үшін сыйақы алған. Олар байланыстырушы құрылғыларға арналған наноқұрылымдық гибрид (бейорганикалық және органикалық заттарды бірге қолдану технологиясы) ойлап шығарған. Shea Technology group Inc. компаниясы телебайланыс аумағында көптен бері белсенді жұмыс істеп келе жатқанын айта кету керек.

Компьютерлік және қоғамдық қауіпсіздік

АҚШ-тың көптеген қалаларында жергілікті тұрғындардың ішінде есікті кілтпен жаппайды, олар ұрылар автомобилді айдап кетуі мүмкін деп уайымдамайды. Біз де сондай бақытты, әрі қамсыз болсақ қой! Урбанизация мен өмір екпінінің жылдамдауы бізге электрондық поштадағы спамнан бастап, мәліметтерді ұрлауға дейінгі жаңа қауіп пен қатер әкелуде.

Криминалистер мен эксперттерге компьютерлік ұрлау, авторлық құқықтың бұзылуы, балалардың порнографиясын тарату сияқты қылмысты істерді тексеру және ашу үшін күшті құралдар қажет. Бұл құралдар ішінде, әсіресе, бет келбеті мен саусақ іздерін анықтау және талдау жүйелерінің өте маңызды екенін айта кету керек.

Полиция, өрт сөндірушілер мен жедел жәрдем дәрігерлері үшін өмір үшін маңызды мәліметтермен (мысалы, өрт, дауыл немесе электр энергияға байланысты мәселелердің орны туралы шапшаң хабарлап тұру үшін) алмасуға көмектесетін жоғары жылдамдықты сенімді байланыстырушы жүйелер қажет. Қастық ойлаушылардың шабуылының нысанасы болмау үшін төтенше маңызды байланыс жүйелерінде мәліметтерді өңдеу және шифрлаудың сенімді жүйелері болу керек. Кванттық байланыстың соңғы жетістіктерінің арқысында оптикалық нанотехнологиялар жақында бұл талаптарды қанағаттандыра алады.

Бейнетехнологияның дамуы

Бір сурет мың сөзден тұрады деп айтады. Егер бұл рас болса, онда цифрлы бейнеодиск ондаған бейнетаспалардан немесе жүздеген кино пленка шарғысынан тұрады. Компьютерлік технологияның дамуына байланысты ғалымдар мен инженерлер жоғары сапалы толық түсті бейнероликтерді жеке қалта компьютерлерінде және стадиондардағы үлкен экрандарда ойнатуды ойлап тапты.

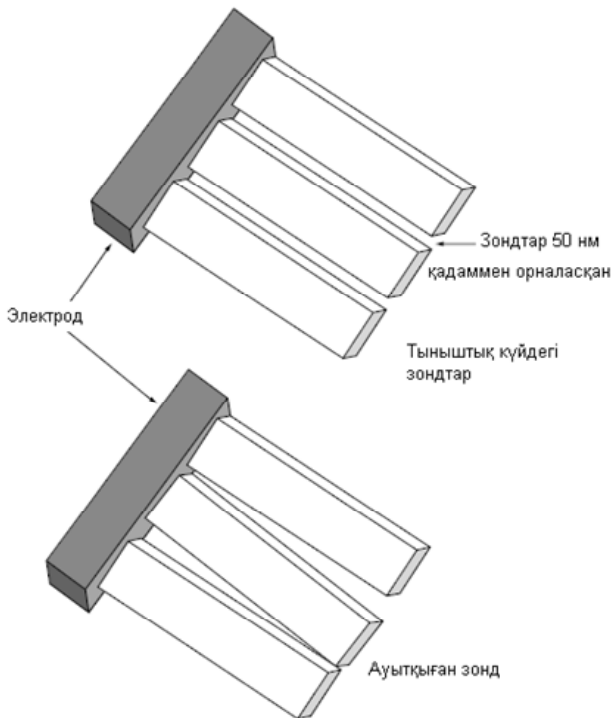
Жақында ғана, бірнеше жыл бұрын, алғаш рет жалпақ панельді мониторлар пайда болған еді, ал қазір олар әрбір дерлік жұмыс столдарында тұр. Нанооптикалық технологиялар өте аз уақыттан кейін қол жеткізілген жетістіктерді нанобөлшектер көмегімен өте нәзік икемді наноөлшемді калориметрлерді қолдану арқылы кеңейте түседі деп есептеліп отыр.

Мәліметтерді сақтау

Мәліметтерді сақтау құрылғылары компьютерлік индустрия тәрізді масштабтың наноденгейге дейін кішіреюіне қарай бағытталып, дамып келеді. Енді ғалымдар мен инженерлер шаштан 10 мың есе кіші элементтер негізінде жылдам компьютерлік чиптермен қатар, мәліметтерді сақтауға арналған сыйымдылығы жоғары құрылғылар да жасай алады. Алайда, наномасштабты компонент кіші болған сайын, оны өндіру құны да қымбаттай түседі.

Электрондық құрылғыларды өндірушілердің көбі оларды жасау кезінде мәлімет сақтаудың мүмкіндігінше кішкене компоненттерін қолдануға тырысады. Бұрында инженерлер магнитті тасымалдағыштарға сүйенуге тура келетін. Олар мәліметтерді сақтау тығыздығын және оқылу жылдамдығын арттыруға тырысқан. Бүгінде де зерттеушілер магниттік қасиеттерді пайдалануға ұмтылып отыр, бірақ тек наноматериалдар деңгейінде.

2004 жылы IBM компаниясы мәліметтерді сақтауға арналған атомды күштік микроскоптың (атомды күштік микроскоп толығымен 4-тарауда қарастырылған) 1024 зондынан тұратын, 32x32 массивті, полимер бетінде 50 нм қадам сайын тереңдеу жасай алатын Millipede құрылғысының жасалғаны туралы хабарлады. Millipede микромеханикалық құрылғысының зондтары осындай тереңдіктердегі мәліметтерді оқи және жаза алады. 10.2-суретте осы іспеттес құрылғының жұмыс сызбасы көрсетілген. Мұнда зонд электр тоғының әсерінен ауытқиды.



10.2-сурет. Кантилевер беткі қабаттағы наноөлшемді ойықтарды оқиды және жазады

Зондтар полимердің жазық беттерінде шұңқырлар туындатады немесе қоршаған беттік қабатты балқыта отырып, оларды жояды. Сонымен, бір квадрат дюймға тығыздығы 1 терабит болатын жазба немесе мәлімет сақтау жүйесін алуға болады. Яғни, бұл заманауи технологиядан 40 есе озық болып отыр және жаңа әдіс ескімен салыстырғанда, аз энергия қажет етеді.

NIST мамандары аса жоғары магнитті ауысулар кезінде пикосекундты өлшеулерді жүргізуге арналған солқылдауыш индуктивті микротолқынды магнетометр (pulsed inductive microwave magnetometer - PIMM) жасап шығарған. Бұл құрал төтенше кіші аймақтардағы (бір битке 160 нм^2 -тан кіші аудан) жоғары жылдамдықтағы жазушы бастарға арналған аса магнитті материалдардың қасиеттерін зерттеуге мүмкіндік береді. Осы жаңа магнетрон көмегімен ғалымдар жаңа наноматериалдардың қасиеттерін оларды алу және өсіру кезінде зерттей алады. Бұл оқылу жылдамдығы секундына 1 млрд бит болатын аса жылдам магнитті жадыны жасауға, яғни бүкіл Британ энциклопедиясын бар болғаны бір минут ішінде жазып шығуға мүмкіндік береді!

КВАНТТЫҚ ПОТЕНЦИАЛ

Кванттық есептеулер және қатынастар заманауи электрониканың дамуында төңкеріс жасауға қабілетті. IBM компаниясы, Массачусеттік технологиялық институт (АҚШ), Оксфордтық университет (Ұлыбритания), Лос Амос Ұлттық зертханасы (АҚШ) ғылым мен техника саласының басшылары болып табылады. Кванттық физиканың сипаттауымен, олардың жетістіктері молекулярлық және атомдық өзара әрекеттесуді терең талдауында болып отыр.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Бір фотонды өлшеу екіншісіне әсер ететін болғандықтан, әр түрлі фотонды жеке сипаттауға болмайды, бұл құбылыс:

- а) кванттық спагетти;
- ә) кванттық шатасу;
- б) фототропизм;
- в) күннің жарқ етілуі.

2. Егер нанобөлшектің өлшемі фононның толқын ұзындығымен салыстырмалы болса (тербелткішті энергия кванты), бұл қандай жаңа режимге әкелуі мүмкін?

- а) ойын жабдықтары;
- ә) ұйымның зерттеулері;
- б) жылу мен электр беру;
- в) булы қозғалыс.

3. Ең ірі наносфераны жарықтандыруда нанолинзада тербелетін электрондардың толқыны (плазмондар) пайда болып, нені туғызады?

- а) аккордеонның дыбыстық эффектісін;
- ә) күшейтілген жылулық толқынын;
- б) күшейтілген көздің өткірлігін;
- в) электромагниттік өрісін.

4. Қастық ойлаушылардың шабуылына нысана болмау үшін, сынаудың маңызды коммуникациялық жүйесінде не болу керек?

- а) салқындату жүйесі;
- ә) мысты жүргізу;
- б) шартты белгілеу жүйесі және мәліметті өңдеу;
- в) мерейлі көз қабықшасы жүйесінің идентификациясы.

ЭНЕРГЕТИКА

2050 жылы біздің өміріміз энергия көздерінің жаңартылуынсыз қандай болатынын елестетіңізші. Іс жүзінде планетадағы барлық мұнай қоры автомобиль қозғалтқыштарында жанып кетеді. Барлық газ қорлары электр тоғын өндіруге жұмсалады немесе сұйытылған күйінде автомобильдермен ұшақтардың қозғалысы үшін қолданылады. Адам баласына жану өнімдерінің құрамында көптеген металдар мен басқа да ластағыш заттары көп қалдық көмір қорын қолдануға тура келеді. Көмір қышқыл газының атмосферадағы мөлшері миллионға 750 бөлік белгісінен артып кетеді. Дүниежүзілік мұхитта судың деңгейі көтерілуінен континенттік бөліктегі жағалау сызығы 80 км-ге дейін көтеріледі. Судың жағалауындағы көптеген қалалар мен елді мекендердің суға жақын орналасқан бөліктерін су басады. Электр желісі аса жоғары жүктемелерде сенімді жұмыс істеуден қалады және соның әсерінен көптеген адамдар бар болғаны аптасына бірнеше сағаттық энергиямен ғана қамтамасыз етіледі. Адам төзгісіз ыстықтан миллиардтаған адамдардың бір жерден екінші жерге көшуіне тура келеді.

Арзан және экологиялық таза энергияның болмауынан аурулар мен кедейшілік арта бастайды. Энергия салтанатты элемент болып, тек қана байларға ғана мүмкін болады, яғни олар өзінің қаражатының көптеген бөлігін энергетикалық аш топтардан қорғауға жұмсауына тура келеді.

Мұндай сұмдық сценарийдің болуына дүниежүзілік басшылардың рұқсат етуін көз алдыңызға елестету қиын. Балама энергия көздерін іздеу үшін бүгінгі күні жаңа технологиялы шешімдерді табу өте маңызды, себебі энергия көзінің қазба көздері сарқылып жатыр. Бұл тарауда энергетикалық мәселе шешімдерін іздеудің бірнеше жолдары көрсетілген, бұлармен адам баласы 2050 жылдарда шарасыз соқтығысады.

Нанотехнология аймағындағы ашылулар іс жүзінде ғылым мен техниканың барлық салаларында домино эффектісін туғызуда. Жаңа технологиялардың ашылуы және наноөмірдің негізгі қасиеттерін анықтау ғалымдар мен инженерлер үшін олардың жаңа қолданылу аймақтарын табуға мүмкіндік беруде.

Нанотехнологияның энергетикада қолданылуы ең маңызды салалардың бірі болуы мүмкін. Адамзат баласының әрі қарай дамуы, энергияның қол жетімділігі мен қоршаған ортаның сапасы, көбінесе, нанотехнологияның пайдалануының жетістіктеріне байланысты болады.

Балама технологияны қолдануды жақтаушылардың ең белсенді жақтастарының бірі - Ричард Смолли жаңа наноматериалдар болашақта адамзаттың энергетикалық қажеттілігін қанағаттандыруда шекті маңызды рөлді атқаратынына сенімді. Ол нанотехнологиялар энергияның бүкіл әлемге таралуын қамтамасыз ететін әдісті табуға көмектеседі және адамзат барлық энергетика мәселелерін шешу үшін керекті нанотехнологияны табады және қолданады деп сенеді.

Энергетикадағы жаңа нанотехнологиялар адамзаттың жалпы игілігі үшін қажет. Энергия қазба көздері таусылғаннан кейін экономикалық тиімді баламалар табу керек болады, олай болмаған жағдайда, біз өзіміздің тіршілік етуімізді тоқтатамыз.

Энергия

Нанотехнология көмегімен энергетикалық қиындықтардың шешімін іздеу алдында энергетикалық қиындықтар неліктен туындайтынына тоқтай кетейік.

Жақын 50 жылда адамзат қандай қиындықтармен көбірек кездеседі? Қиындықтардың ең көп тізімі энергияға қатысты. 11.1-кестеде адамзат баласының заманауи қиындықтарының 10 ең маңызды тізімі келтірілген.

11.1-кесте. Адамзат баласының заманауи қиындықтарының 10 ең маңызды тізімі

Орны	Қиындықтар
1	Энергияның жетіспеушілігі
2	Судың ластануы
3	Тамақтың жетіспеуі
4	Қоршаған ортаның ластануы
5	Тұрғын санының артуы

6	Аурулар
7	Соғыстар/терроризм
8	Кедейшілік
9	Сауатсыздық
10	Топырақтың тозуы

Қоршаған ортаның ластану мәселелерінің көбі қолданылып отырған энергиялармен байланысты. Олар қазба ресурстары (көмір, мұнай және газ), ағаш отын немесе азамат баласы мен үй жануарларының тіршілік әрекетінің өнімдерін жандыру арқылы алынады. Бұл жандыру атмосферада көмірқышқыл газы, күйе және басқа ластаушы заттардың концентрацияларын арттырып, атмосфераның улануын және жаһандық жылынуды тудырады.

Кедейшілік, оның анықтамасына жуықтағанда, энергия тапшылығы дегенді білдіреді. Жер шарында өмір сүретін 6,5 млрд адамдардың 2 млрд жуығының электр тоғына қолы жетпейді, ал тағы 2 млрд жуығы отынның қазба түрлерінің және үй жануарларының өмір сүру тағамдарының шекті мөлшерлерін ғана қолдана алған. Қалған 2 млрд адамдар басқа қол жетімді энергия көздерін пайдаланады (мысалы, американдықтар Жер шары тұрғындарының 5%-ын құрайды, алайда, жұмсалатын энергияның 25%-ын пайдаланады). Жеткілікті мөлшерде энергия қолдана алмайтын адамдар энергиясы жеткілікті адамдармен қалыңдығы туындайды, ал бұл әлеуметтік және саяси ахуалдың қиындауын туындатады. Бай және кедей елдер мен халықтар арасындағы үлкен айырмашылық олардың арасындағы қауыртылықтың артуын туындатады.

Ал соғыс пен терроризмдерге не істейміз? Адамдар бұрында энергия үшін соғысқан ба? Алдымен, Парсы шығанағындағы және ыстық мұнай ұңғымасындағы соғыстар еске түседі.

Көптеген аурулардың себебі ауыз сулардың ластануы болып табылады. Егер адам баласында суды тазартуға қажетті мөлшерде энергия мөлшері болса, онда аурулардың деңгейін біршама төмендетуге болар еді.

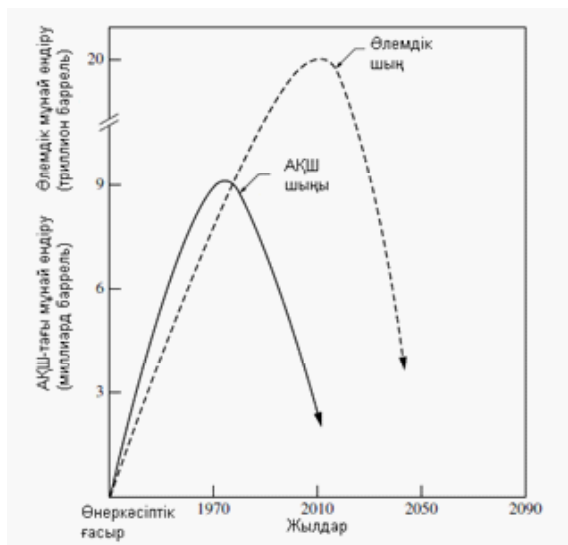
Білім беру де ресурстар мен энергияларға тәуелді. Аш қарында, ыстықта немесе суықта сабақ оқу өте қиын. Сенбейсіз бе? Кез келген студенттен сұраңыз. Жер шарындағы адамдар саны 2050 жылы 8-10 млрд жетуі мүмкін. Энергияның жетіспеуі мен халықтың тығыздығы

демократия мен бостандықпен салыстырғанда оңайырақ мәселе болып көрінуі мүмкін. Себебі энергетикалық мәселелердің шешілуі адамзаттың барлық басқа мәселелерін жеңілдететін еді.

Энергиядан басқа қандай факторлар бұл мәселердің шешілуіне әсер ете алады? Толық талдау нәтижелері бойынша Жер шары тұрғындары санының азаюы ғана бұл мәселені шешуге көмектесуі мүмкін болып көрінеді. Алайда, ең қорқынышты соғыстар мен эпидемиялардан кейін де тұрғындар саны елеулі азайған емес. Бұл мәселені жер шарындағы адамдар саны 1 млрд болса шешуге бола ма? Иә, болатын шығар, алайда, қалған 5,5 млрд халықты не істейміз?

Сіз кітап магазиндерінің сөрелерінен «Газсыз», «Мұнай факторы», Мұнайдың соңы», «Соңғы энергетикалық дағдарыс», «Мұнайсыз өмір: Хаббард шыңынан қарағандағы кескін» және т.б. атты қорқынышты кітаптардың көптігін көрген шығарсыз. Олардың көпшілігінде: әлемдік мұнай өндіру өзінің шыңына жетті ме? - деген сұрақ талданады. Барлығы дерлік ол шың 2010 жылы болады деген пікірмен келіседі.

Shell Oil компаниясының геофизигі М. Кинг Хаббард (M. King Hubbard) 1957 жылы мұнай өндіру екпінін зерттей келе, АҚШ мұнай өндіру шыңына 1970 жылы жетеді деп болжаған болатын. 11.1-суретте Хаббардтың болжамы графика арқылы көрсетілген.



11.1-сурет. Хаббардтың болжамы бойынша АҚШ мұнай өндіру қарқыны көрсетілген.

Қол жетімділік

Жер шарындағы адамдардың бәріне бірдей энергия қол жетімді емес. Жоғарыда айтып кеткендей, 2 млрд шамасындағы адамдардың электр тоғына қолы жетпейді, ал 2 млрд адам биомассаны (яғни ағаш отын мен үй жануарларының қалдықтарын) пайдалануға мәжбүр.

11.2-суретте мұнай, ағаш отыны мен газға сұраныс пен ағымдағы тұтыну қисықтары берілген. Адамзат баласы оның өте көп мөлшерін пайдалануда. 2050 ж. жақындаған сайын бұл отындарға деген сұраныс арта түседі. Егер бұл болжаулар төтенше төмендетілгендігін және кейбір факторлар есептелмегенін ескерсек, онда жағдай бұдан да ауыр болуы мүмкін.

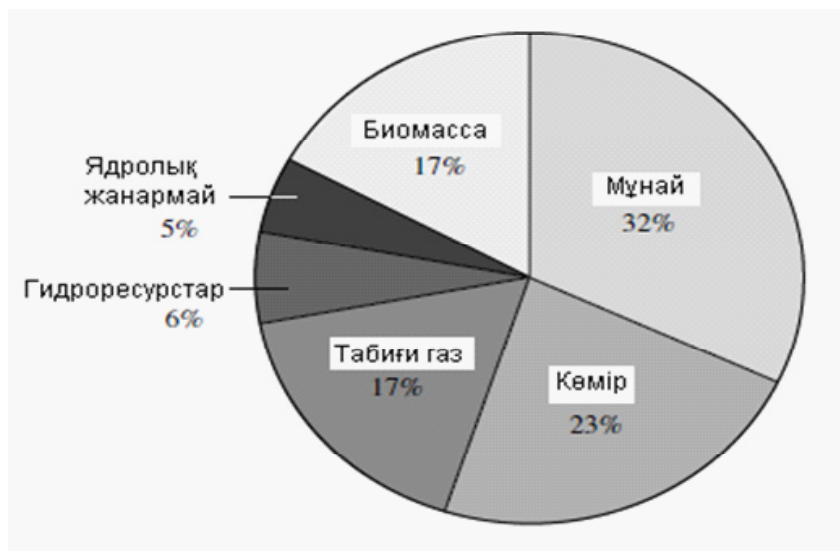
Мысалы, энергияны жыл сайын бүкіләлемдік тұтынудың өсу қарқыны 2% құрайды, ал Қытайдағы энергия тұтынудың өсу қарқыны 20% құрайды. Қытай тұрғындарының ғана саны 1 млрд асатындықтан, бүкіләлемдік энергия тұтыну қарқыны бұрынғы деңгейде қалмайтыны анық. Энергияны тұтыну халық саны көп елдерде өмір сүру деңгейі жақсарған сайын артып келеді: адамдар автомобильдер сатып алуға және саяхаттауға тырысады. 11.3- суретте бүгінгі таңда қолданылып отырған отындардың негізгі түрлері көрсетілген.



11.2-сурет. Қазба энергия көздеріне деген сұраныс пен оларды тұтыну

ТЕРАВАТТА МӘСЕЛЕСІ

Бұл ұғым заманауи энергетика мәселелерін бейнеләк түрде сипаттайды. Мұнайға шағып есептегенде адамзат баласы жылына 210 млн астам баррель мұнай тұтынады. Оның үштен бірі мұнайға, ал қалғаны көмір, газ, ядролық отын, биомасса мен гидрокорларға сәйкес келеді. Гидрокорлардан басқа қорлар қалпына келтірілмейтін энергия көздеріне жатады. XX ғасырдағы тұрмыстың жақсаруы мұнайды қолданумен байланысты болды. XXI ғасырда энергетика көзі не болады?



11.3-сурет. Қолданылып отырған отындардың жартысы – бұл қазба қорлары

Ең қарапайым бағалаулар бойынша 2050 ж. адамзат баласына энергияның бүгінмен салыстырғанда екі есе артық мөлшері қажет болады (егер кейбір қосымша факторларды ескерсек төрт есе көп). Бұл жыл сайын 10-15 тераватт жұмсалатындығын көрсетеді.

Тераватт – бұл миллионның миллион ваты (яғни 10^{12} ватт), бұл мұнайдың миллино барреліне сәйкес келеді.

Бүгінгі таңда адамзаттың осындай көп қажеттілігін

қанағаттандыратын мүмкіншілік жоқ. Мұнай, газ және көмір тұтыну жалпы тұтынылатын энергияның өте аз бөлігін құрайды. Көтеріңкі сұранысты қанағаттандыру үшін ядролық ыдырау және алу, гидро-энергетика мен жаңа қайта қалпына келтірілетін энергия көздері негізіндегі жаңа энергия көздерін пайдалану қажет болады. Жақын он жылда адамзат бұл жаңа энергетика көздерін меңгере алады ма?

Тиімділік

Роки Маунтэйн (АҚШ) институтының қызметкері Эймори Ловинстың (Amory Lovins) ойы бойынша энергетикалық мәселелерді жаңа наноматериалдарды өндіру және пайдалану тиімділігін арттыру арқылы жүзеге асыруға болады. Мысалы, автомобильдерді композиттерден жасайтын болсақ, онда олардың массасы азаяды және энергия тұтынуы да төмендейді. Мұндай автомобильдер тұтанылатын энергияны 69%-ға дейін үнемдеуі мүмкін. Беріктілігі жоғары композиттерді пайдалану конструктивті өзгеше жүк тасымалдаушы машиналар мен микроавтобустар жасауға және отынды 65 % үнемдеуге мүмкіндік беретін еді.

Boeing мен Airbus компаниялары жаңа материалдарды қолдануда біршама жаңа дамуға қол жеткізді. Мысалы, жаңа Boeing 787 Dreamliner тікұшағы отындарды тиімді қолдануға негізделген жаңа берік композиттер негізінде жобаланған.

Энергияның өсу қарқынын тоқтатып, ағымдағы тұтыныспен қанағаттануға болмай ма? Көптеген сарапшылар қазба қорларын пайдаланудың бүгінгі деңгейінің өзінде адам баласын тамақтандыруға және тұрғын үйлерді жылытуға биомасса қорлары ұзақ уақытқа жетпейді деп есептеп отыр.

Энергияның баламалы түрлері

АҚШ үкіметі сутекті жанар май ретінде пайдалануға назарын көп аударып отыр. Алайда, сутекті пайдалану үшін оны алдымен алу қажет.

Ринодағы (АҚШ) Невада штаты университетінің Манораньян Мисра (Manoranjan Misra) профессоры жетекшілігімен зерттеушілер тобы титан диоксиді негізіндегі нанотүтікшелер массивін суды күн

сәулесі көмегімен ыдырату арқылы сутекті генерациялау үшін пайдаланады. Егер осы әдісті ірі өндірістік масштабқа ауыстыра алатын болсақ, онда ол судан сутек алудың негізі болуы мүмкін.

Жаңа әдісті пайдаланған кезде су молекулалары тиімдірек ыдырайды. Бүгінгі таңда көміртекті нанотүтікше негізінде алынған әртүрлі материалдардың суды тегін күн сәулесі көмегімен ыдырату үдерістерінің тиімділігін арттыруда қолдану жолдары зерттелуде.

Мисра әдісінде шамамен 1 трлн нанотүтікшелер титан диоксидінен жасалған тырнақтай шамадағы ауданда орналастырылады. Алынған сутекті титан наносаңылаулары мен көміртекті нанотүтікшелерде сақтауға болады. Мұндай наноматериал сутекті кезекті автомобиль қозғалтқыштарында қолданғанға дейін сақтай алады.

Physical Review Letters журналының мамырдағы нөмерінде Лос-Аламос (АҚШ) Ұлттық зертханасының бір топ ғалымдары өздерінің жаңалықтарын жариялады. Олар бір фотон кванттық нүктеде үш бос электронды туындата алатынын ашқан. Заманауи күн фотоэлементтерінде бір фотон тек бір ғана электронды туындатады да, қалған энергия жылу түрінде таралып кетеді. Сонымен, жаңа әдіс күн фотоэлементтерінің эффективтілігін 20-30 -дан 65%-ға дейін арттыруға мүмкіндік береді.

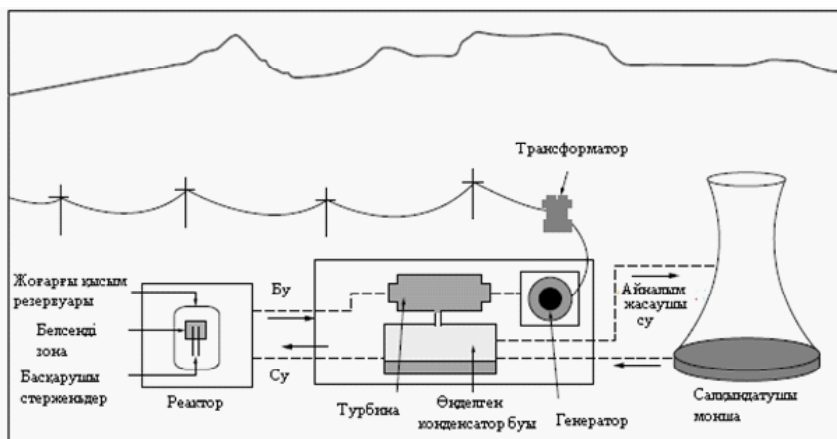
ЯДРОЛЫҚ ЭНЕРГИЯ

Ядролық ыдырау негізінде алынатын энергия туралы не айтасыз? «Тераватт мәселесін» шешу үшін өте көп атомдық электростанциялар тұрғызу керек болады. Және олар электростанциялар-бридерлер болу керек, себебі қол жетімді уран мөлшері тераватт мөлшерде энергия алуға жеткіліксіз болады. 10 тераватт алу үшін 2050 ж. қанша бридерлер тұрғызу керек болады? Таңғалмаңыз, алайда, ол үшін өнімділігі 1 гигаватт 10 мың атом электрстанцияларын тұрғызу керек болады. Бұл 27 жыл бойы күн сайын жаңа атомдық электростанция іске қосылып отыруы керектігін білдіреді. Адамзат баласының жақын 50 немесе 100 жылда бұған шамасы жетер ме екен?

Ядролық алу негізіндегі реакторларды жасау болашақта перспективті болуы ықтимал. Егер олар жасалса, еш күмәнсіз пайдаланыла бастайды. Алайда, заманауи бағалаулар бойынша олардың құны төтенше қымбат болады.

Сонымен бірге, ядролық реакторлардың барлық түрлерін пайдалану радиобелсенді қалдықтардың болуынан қоршаған ортаға орасан зор қауіп тудырады.

Наноматериалдардың әмбебап қасиеттері атом электрстанциясы өндірген энергияны тарату және тасымалдау кезінде пайдаға асуы мүмкін. 11.4-суретте типтік атомдық электрстанциясының және оның нанотехнологиялар қолданыла алатын компоненттерінің сызбалары келтірілген.



11.4-сурет. Атомдық электрстанция тиімділігін оның компоненттерінде наноматериалдар қолдану арқылы арттыруға болады

ГЕОТЕРМАЛЬДІ ЭНЕРГИЯ

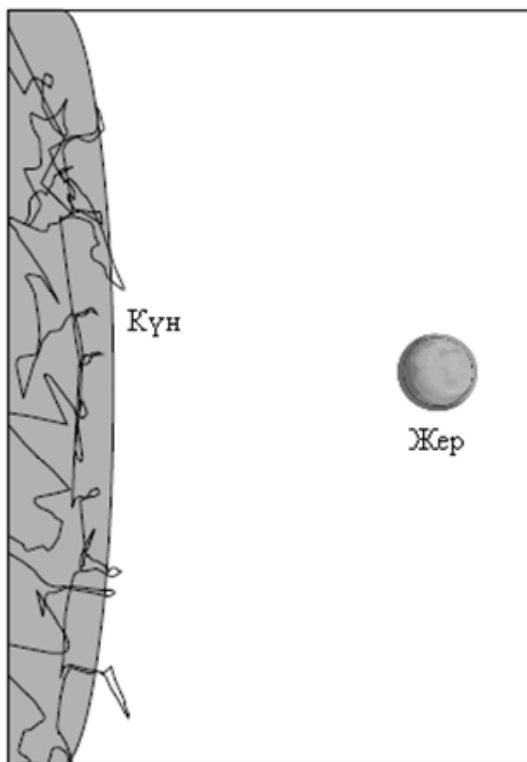
Геотермальді энергия су мен бу арқылы жер бетіне көтерілетін жер астының жылулық ағындарын қолдану арқылы өндіріледі. Үстінен су құятын ыстық тастары бар буландырғышты елестетіңіздерші.

Бұл энергияны пайдалану үшін жерасты термальді сулары бар зоналарда ысытылған топырақ суын беткі қабатқа шығаратын ұңғымалар салады. Бұл энергияны өнеркәсіптік масштабта өндіру үшін мүмкіндігінше көп ұңғымалар салу қазу керек болады, соның нәтижесінде мұндай энергияның бағасы біршама артады.

Бүкіләлемдік геотермальді конгресс мәліметі бойынша 2005 жылы жағдай бойынша 72 ел тұрғын үйлерді жылыту, қарды еріту, емханалар мен буландырғыштарды ысыту үшін шамамен, 16 гига-ватт геотермальді суды қолданған, ал 24 ел электрэнергиясын өндіру

үшін шамамен, 9 гигаватт пайдаланған. Исландияның астанасы – Рейкьявик толығымен Исландияны кесіп өтетін Ортаатлантикалық жотаның жанартаулық жынысының геотермальді суы есебінен жылытылады. Ол үшін жылыту жүйелері температуралары 80-100 °C болатын ыстық сулары бар жерасты резервуарларына жалғанған. Ал электр энергиясын өндіру үшін температурасы шамамен 180 °C болатын резервуарлар пайдаланылады. Мұндай резервуарлар әдетте, жанартау маңдарында орналасады және қыздырылған тау жыныстары ішінде ыстық бу болады. Наноматериалдар көмегімен ғалымдар мен инженерлер геотермальді электр энергиясын беру тиімділігін арттыра алады.

11.5-суретте көрсетілген Күнге қараңыз және оның зор мөлшері мен Жердің мөлшерін салыстырып көріңіз.



11.5-сурет. Күн тәулігіне адамзат пайдалана алатын мөлшерден өте көп энергияны өндіреді

Тәулігіне жерге қанша тераватт күн энергиясы түседі? Шамамен 165 мың тераватт, бұл адамға қажетті 10 тераваттан әлдеқайда көп. Онда осы энергия қорларын мұнай, газ және көмірдің орнына қолдануға болатын жолдарын іздестіру ғана қалады.

Алайда, бұл мүмкін бе? Иә да, жоқ та. 2006 жылы АҚШ шамамен 3 тераватт пайдаланған. Адамзаттың барлық энергетикалық қажеттілігін қамтамасыз ету үшін Техас, Оклахом, Канзас, Колорадо мен Нью-Мексико штаттарының территориясын толығымен күн батареясымен қамту керек болатын еді, бірақ бұл іс жүзінде мүмкін емес.

Күн энергиясын пайдалану және алу кезіндегі басты қиындық қандай? Себебі, Күн сәулесі Жердің бетін әрқашан бірқалыпты жарықтандырып тұрмайды. Күн энергиясын қараңғы кезде және бұлтты күндері пайдалану әдістерін табу керек.

Күн энергиясы – АҚШ-тың оңтүстік штаттары үшін болашағы бар балама көзі. Оның көмегімен электр энергиясына деген қажеттілікті бүкіл ел деңгейінде жүргізуге болатын еді. Алайда, АҚШ өкіметі жыл сайын күн энергиясы алуды зерттеу жұмыстарына шамамен, 100 млн доллардан аз ақша бөледі. Артып келе жатқан энергетикалық қажеттілікті қамтамасыз ету үшін өкімет осы және басқа да жаңарып отыратын энергия көздеріне көп қаражат салуы қажет.

ТАБИҒИ ГАЗ

Басқа да химиялық отындарды, мысалы, табиғи газдарды пайдалануға болады ма? Өкінішке орай, бұл көмірқышқыл газының мөлшерінің және оларды өндіру, тасымалдау, тарату құнының артуымен байланысты. 2005 жылдың шілдесіндегі *Scientific American* журналында басылып шыққан *Can We Bury Global Warming?* («Әлемдік жылынуды тоқтатуға бола ма?») атты мақалада Роберт Х. Соколов (Robert H. Sokolow) өз бағалауын ұсынған, ол бойынша У. Шекспир әрбір тыныс алғанда жұтқан миллион молекуланың ішінде 280 молекула көмірқышқыл газы болған, ал біз 380 молекула жұтамыз.

Қазір көміртек секвестрациясы туралы сұрақ (carbon sequestration), яғни көмірқышқылды атмосфераға лақтырудың орнына жерастында немесе мұхит түбінде сақтау туралы мәселе маңызды болып отыр. Энергия алудың балама жолдары қазба отындарды қолданумен салыстырғанда тиімділігі жоғары және оларды қайта

қалпына келтірілетін энергия көздерімен алмастыруға негізделу қажет.

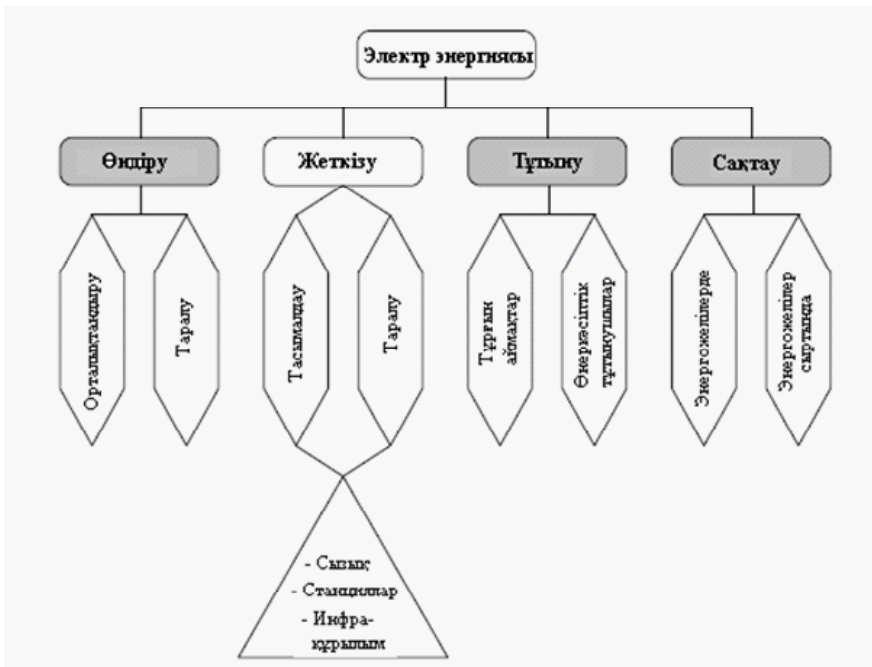
Көмірді экологиялық таза пайдалану – келешекті бағыттардың бірі болып саналады, алайда, бұл үшін нанотехнология көмегімен көміртек секвестрациясы мен көмірді пайдалану құнын төмендету мәселелерін шешу керек болады.

«АҚЫЛДЫ» ЭНЕРГОЖЕЛІЛЕР

Шындығында «ақылды» энергожелілер жасау үшін АҚШ және басқа өнеркәсіптік дамыған елдер электр кабельдерінің сапасын жақсартуға тырысуда. Олар өткізгіштігі жоғары, іс жүзінде энергия жоғалтпайтын кабельдер көмегімен энергия сақтау және тасымалдау әдістерін түбінен өзгертуге тырысуда. Смолли мұндай жүйені электроэнергияны сақтау және өндірудің тартылған желісі (distributed storage and generation grid) деп атайды. Бүкіләлемдік энергетикалық желі дәстүрлік массивті отындарды (көмір, мұнай, газ және т.б.) тасымалдаудан салмағы жоқ энергияны (электр тоғын сымдар бойынша) тасымалдауға өтуі қажет. 11.6-суретте энергия жеткізу жүйелерін жақсартуы мүмкін сызбалар келтірілген.

Наноматериалдар, мысалы, көміртекті нанотүтікшелер электр энергиясын тасымалдау жүйелерінің тиімділігін арттыратын нұсқалардың бірі болып табылады. Көміртекті нанотүтікшелердің өткізгіштігі мыстың өткізгіштігінен 6 есе жоғары. Сонымен қатар олардың өлшемдерінің өте кіші болуы жерасты коммуникацияларында толып тұрған мыс сымдарын алмастыруда өте маңызды рөл атқарады. Мысалы, Нью Йорк жерасты коммуникацияларын қазірдің өзінде қалжыңдап, әлемдегі ең үлкен мыс қоймасы деп те атайды. Көміртекті нанотүтікшелер негізіндегі кабельдер жерасты коммуникацияларында әзірдің өзінде пайдаланыла алады және олар үшін жаңа туннельдерді қазу қажет емес.

Заманауи энергожелілер кәдімгідей ескірді. Олардың негізгі компоненттері 15-тен 20-ға дейінгі жаста. Энергожелілердің Интернет үшін жақсы сапасы болуы, яғни сенімді, жаман ойлы адамдардан қорғайтын және энергияны сақтай алатын (мысаалы, батареяларда, механикалық аккумуляторларда, сутектік элементтерде және т.б.) болуы керек.



11.6-сурет. Энергия жеткізу жүйелерін әдістер мен материалдарды дамыту арқылы әжептәуір тиімдірек етіп жетілдіруге болады.

«Қараңғылану» уақыты кезінде (Солтүстік-шығыс АҚШ мен Канадада 2003 жылдың 14 тамызында болған энергожүйелердің авариясы) апта бойы электрэнергиясы көзінсіз қалды. Тиімді балама линиялар болмағандықтан энергияны тарату және тасымалдау толығымен жойылды. Өндірістік дамыған елдердегі «қарағыланудың» үнемі қайталанып тұруын (Ұлыбритания, Италия, Канада және Скандинавия елдерінде байқалған) болдырмау үшін электр энергиясының таралуын және тасымалдау жүйелерін өзгерту керек.

«Қараңғылану» – бұл тепе-теңдікке келтірілмеген электрэнергиясына деген сұраныс пен оны тұтыну нәтижесінде туындайтын энергия жүйесінің масштабты авариясы.

«Қараңғылануды» болдырмау үшін электрэнергиясын локальді өндірудің маңызы өте зор. Оның энергияны қалай өндіретіні маңызды болмаса да (Күн, ядролық, геотермальді немесе басқа да энергия түрлері), барлық жергілікті энергия көздерін түгел пайдаланудың маңызы өте зор.

Энергожелілердің сенімділігін наноматериалдар мен нанотехнологияларды пайдалану арқылы жоғарылатуға болады. «Ақылды» энергожелінің құндылығы олардың әрбір элементінің белсенді рөл атқаруында болып отыр.

11.2-кестеде заманауи энергожелілер мен болашақтың «ақылды» энергожелісінің салыстырмалы сипаттамалары көрсетілген.

11.2-кесте. Заманауи энергожелілердің «ақылды» энергожелілермен салыстырғанда өзгерістерге қабілеттілігі төмен

XX ғ. энергожелісі	«Ақылды» энергожелі
Электромеханикалық	Цифрлы
Бірбағыттағы	Екібағытты
Орталық өндірілетін	Таратылған өндіру
Радикалды топография	Желілік топография
Бірнеше сенсорлар	Жалғанған мониторлар мен сенсорлар
«Соқыр» (өзін басқарусыз)	Өздігінен бақыланатын
Қолмен қалпына келтіру	Өздігінен қалпына келетін
«Қараңғылану» мен ақауларға әлсіз	Үйретілген қорғану мен оқшаулану
Құрылғыны қолмен тексеру	Құрылғыны алыстан басқару
Аварияға телефонмен жауап беру мен ұжымдық шешім қабылдау	Автоматты шешім қабылдау жүйелері мен болжамдардың сенімділігі
Энергияны тасымалдаудың әлсіз бақылануы	Жалпыкөлемдік энергия тасымалдауды бақылау
Ағымдағы шығындарды әлсіз бақылау	Жалпыкөлемдік ағымдағы шығындарды бақылау
Тұтынушылардың шектеулі таңдауы	Тұтынушыға арналған кең таңдаулар

САҚТАУ

Адамзат баласы электр тоғын тиімді сақтау жолдарын да қамтамасыз ету керек. Егер үй иелері тек қана Күн энергиясын тұтынамыз деп ойласа, онда оларға Күн сәулесін жоқ дегенде бір апта сақтай алатын сенімді қойма жасауға тура келеді. Бұлтты күндері

мұндай жүйелер үйдің қалыпты жұмыс істеуіне қажетті мөлшердегі энергиямен қамтамасыз етуі керек. Бүгінгі таңда ол үшін литийлі батареялар пайдаланылады, алайда, олар өте үлкен орын (шамамен, үй сияқты) алады және шамамен, 50-60 мың доллар тұрады. Мұндай батареялар үй шаруашылығында кеңінен пайдаланылу үшін олардың мөлшерлері кір жуғыш машинадан үлкен, ал бағасы 1000 доллардан қымбат болмауы тиіс.

Энергияны сақтау жолдарын қалайша жетілдіруге болады? Оның жауабы тағы да «ақылды» энергожеліге келіп тіреледі. АҚШ Ұлттық энергетикалық технология зертханасы мамандарының ойы бойынша сәйкес «ақылды» энергожелі 11.3-кестеде көрсетілген негізгі жеті қасиетке ие болуы қажет.

11.3-кесте. «Ақылды» энергожелінің негізгі сипаттамалары

№	Сипаттамасы	Сапасын сипаттау
1	Өздігінен қалпына келуі	Істен шығуды жылдам анықтау, талдау және оларға жылдам жауап беру, істен шығу мен авариядан кейін қалпына келтіру.
2	Тұтынушының қатысуы	Энергожелінің құрылысы мен жұмысында тұтынушының іс әрекеті мен құрылғыларды пайдалану
3	Шабуылға тұрақтылық	Физикалық және компьютерлік шабуылдарды әлсірету және оларға қарсы тұру қабілеті
4	Энергияның көтерілген сапасы	Энергия сапасына тұтынушылар қоятын талаптарды қанағаттандыру
5	Энергияны өндіру жолдары	Энергияның әртүрлі локальді көздерін пайдалану қабілеттілігі (мысалы, қайтадан қалпына келтірілетін)
6	Бәсекеге қабілеттілік	Нарықтық бәсекелестікке төтеп беру қабілеттілігі
7	Оптимизация	Негізгі құралдарды оптимизациялау мен шығындарды азайту үшін энергожелілерді басқаруды жүзеге асыру қабілеті

Көміртекті нанотүтікшелер

Инженерлер сонымен қатар, көміртекті нанотүтікшелерге қызығушылық танытуда, себебі бұл нанотүтікшелер Әлемдегі ең берік материалдар болып табылады. Периодтық жүйедегі ешбір элемент мұндай беріктілік көрсетпейді. мүмкін бұл шешімдерді ғалымдардың жаңа ашылуларымен алмастырылуы да мүмкін.

Егер профессор Смоллидің тұжырымы дұрыс болса, көміртекті нанотүтікшелер негізіндегі материалдарды қолданудың мыңдаған жаңа әдістері бар. Көміртекті нанотүтікшелер өздерінің өте жақсы электрлік қасиеттерінің мыстан да жақсы болуының арқасында электр сызбаларында металл материалдарын алмастыра алады. Көміртекті нанотүтікшелердің жартылайөткізгіштік қасиеттері негізінде жаңа компьютерлер жасалуы мүмкін. Көміртекті нанотүтікшелерде алмаздың жылуөткізгіштігі, көміртектің химиялық қасиеттері және ДНК-ның мүлтіксіз құрылымы бар. Дәл осы себептен оларды ең әмбебап инженерлік материал деп атайды.

Жұқа графит нано пленканы оңай нанотүтікшеге орауға болады. Бұл кезде атомдарды өте дәл байланыстырып, абсолютті идеалды цилиндр алуға болады (1-тарауда көрсетілген). Нанотүтікше электр тоғын мыстан жақсы өткізеді және олардың диаметрлері нанометрлі өлшемді, ал ұзындығы 12 см дейін болады. Мұндай талшықтар болат талшықтан, кевлар немесе кез келген басқа белгілі материалдан 10-100 есе берік болады.

Массасы 1 г мұндай бір шөкім талшықтар кәдімгі күйе дақтарына ұқсайды. 2004 ж. бұл «дақ» шамамен 1000 доллар тұрды, ал Хьюстондағы (АҚШ) Carbon Nanotechnologies Inc. компаниясы көміртекті нанотүтікшелердің грамын 375 доллар бағамен сатады. Болжамдар бойынша бұл баға ондаған мыңға арзандайды деп болданауда.

Ғалымдар көміртекті нанотүтікшелер көмегімен электр өткізгіштігі мыстан 10 есе артық, болаттан 6 есе жеңіл және беріктілігі жоғары және жылулық кеңеюі төмен кванттық сымдар жасауға тырысуда.

Профессор Смоллидің пікірі бойынша көміртекті нанотүтікшелерді бір-бірімен қатар орналастырып, параллельді түрде заманауи электротасымалдау линияларымен салыстырғанда жоғары тығыздықта тоқ өткізуге болады. Жаңа линиялар мыс пен алюминий негізіндегі линиялармен салыстырғанда біршама жеңіл болып келеді.

Көміртекті нанотүтікшелердің керемет электрлік және жылулық қасиеттері электрэнергияны тасымалдау барысындағы жоғалуларды болдырмайды. Бұл энергожабдықтау жүйелерін түбегейлі түрде жетілдіруге мүмкіндік береді.

Ұсынылған технологияны дамытудың негізгі факторы болып көміртекті нанотүтікшелердің ұзындықтарының артуы болып табылады және ғалымдар жаңа талшықтың ұзындығын максималды ұзарту әдістерін іздестіру үстінде жүр.

Сонымен, шикізат материалын алудың жаңа әдістерін іздестіру мәселесі шешілді. Ғалымдар мен инженерлер көміртекті нанотүтікшелерді өте көп мөлшерде алуды үйренді және енді олардың алдында жаңа матераилдардың параметрлерін жақсарту әдістерін табу жұмыстары тұр.

Болашақ зерттеулер

Болашақ онжылдықта ең үлкен мәселе – планетаның 1010 адамына жеткілікті энергияны өндіру және тарату болмақшы. 2050 жылға дейін адамзат баласына жыл сайын қосымша 10 тераватт экологиялық таза энергия табу қажет болады. Жалпыәлемдік көркею үшін энергия арзан, кең тараған және қол жетімді болуы керек, алайда, бүгінгі технологиямен бұл мүмкін емес болып отыр.

Бұл жолда адамзатқа әлі де көптеген тосқауылдардан өту керек. Жаңа энергия көздерін зерттеу көп қаржыны талап етеді. Ол үшін профессор Смолли АҚШ тұтынылатын әрбір галлон мұнайөнімдері үшін 10% салық алып тұруды ұсынған еді. Алайда, бұл жаңа энергия түрлерін зерттеуге арналған қосымша 10 млрд доллар жинақтауға ғана жетер еді. АҚШ энергияны өндіруге және таратуға, импортқа өте көп ақша бөледі, алайда, олардың жаңа көздеріне көп ақша салынбайды. Көп мөлшердегі инвестиция жаңа технологиялар табуға және оларды дамытуға, сонымен қатар 2020 жылдың өзінде көптеген энергетикалық қиындықтарды шешуге мүмкіндік берер еді.

Жақын 50 жылда планетаның энергетикалық ландшафты ең драмалық түрде дамиды. Жаңа технологиялар жаңа мүмкіндіктер ашады. Көш басшылық жаңа энергия көздерін меңгеру дәрежесімен анықталады. Бүгінгі таңда АҚШ негізі мұнай, газ және сутекті пайдалануға күш салуда, алайда, 2005 жылы АҚШ президенті Джордж У. Буш энергетикалық биллге қол қойған соң түбегейлі түрде өзгеруі мүмкін. Әлемдегі ең ірі мұнайгаздық энергетикалық

сала пайыздық қатынаспен алғанда басқа салалармен салыстырсақ ғылыми-зерттеулерге аз ақша бөледі. Мәселенің мағынасын ескерсек, бұл көзқарастың төтенше болжамсыз екендігі анық.

Инвестициялар

Интеллектуалды меншік қайдан шығады? Болашақ энергетикалық мәселелердің шешімі қайдан пайда болуы мүмкін? Болашақта энергетикалық технологиялар кімнің еншісінде болады? Кімнен энергия сатып аламыз? Жақында адамзат баласы барлық осы сұрақтарға жауап таба алады.

Энергетика министрлігі жыл сайын шамамен, 10 млн доллар ақшаны нанотехнология аймағындағы зерттеулерге жұмсайды. Алайда, бұл қаржыландыруды біршама арттыру қажет. Кейбір энергетикалық компаниялар мұндай зерттеулерге қызығушылық танытуда. Мысалы, Halliburton компаниясы бірнеше жылдан бері бұл бағытта белсенді зерттеулер жүргізіп жатыр.

Алайда, АҚШ-тың көптеген энергетикалық компаниялары нанотехнологияны белсенді зерттеуге әлі көшкен жоқ. Олар нанотехнологияны өздерінің болашақтағы ұзақмерзімді көркеюінің шарты деп есептемейді. Кейбір күн батареяларын жасайтын энергетикалық бірлестіктер келешектегі өзгерістерге дайындалу үшін кішігірім компаниялар сатып алуда. Қазіргі таңда көтеріңкі экологиялық талаптарға жауап беретін тиімділігі жоғары және төзімді гибриді күн батареялары жасалынауда.

Күн батареяларын алу әдістерін зерттеу жұмыстары әсіресе, Еуропада қарқынды жүргізіліп отыр. Себебі Еуропа елдері балама энергия көздерін зерттеуге үлкен қаражат бөліп отырады. 2003 жылы Жапония үкіметі нанотехнология аумағындағы ғылыми-зерттеулер мен олардың энергетикада пайдалануын зерттеу бағдарламасына 50 млн доллар қаржы бөлгендігі туралы хабарлады. АҚШ және басқа да көптеген елдердің, әсіресе, Азия елдері үкіметтері бұл бастаманы іліп әкетіп, келешек энергетикада көш басшы болуға тырысып жатыр.

Келешектің энергетикасы

Келешек 50-100 жылда мұнай энергия көздерінің негізгі көзі болып қала береді. Көптеген мұнай қорлары әлі барланған жоқ, алайда,

барлау мен шығару өте көп қаражат талап етеді. Нанотехнологияның ашылуы іс жүзінде техника мен ғылымның барлық аймақтарына әсер етуі мүмкін. Наномасштабты қасиеттердің ашылуымен жаңа зерттеу аймақтары пайда болады, ал ең маңызды аймақ - энергетика болуы ықтимал.

АҚШ өкіметі жыл сайын нанотехнология аймағындағы қаржыландыруды арттырып келеді. Алайда, жалпы 1 млрд қаржыландырудың тек қана 10 млн соммасы энергетика аймағына тиесілі. АҚШ Энергетика министрлігі мұндай зерттеулерді болашақта инвестицияларды арттыру жоспарланып отырса да, жеткіліксіз жомарттықпен қаржыландырады.

Жоғарыда айтып кеткендей, Нобель сыйлығының лауреаты Ричард Смолли бейнелі түрде айтсақ, балама энергия көздерін іздестірудің қозғаушысы болып табылады. Ол жаңа материалдардың болашақ энергетикалық мәселелерді шешуде шекті маңызға ие болатынына сенімді болған. 2005 жылы қайтыс боларының алдында Смолли 2050 жылы адамның энергетикалық талаптарын қанағаттандыру үшін бүгінгімен салыстырғанда 2 есе көп энергия өндіру керек болатынын айтқан. Смолли Жер шары Күн, ядро және геотермальді энергияларға шомылып тұр деп есептеген. Сонымен қатар ол адамзат баласы энергияны өндіру, тарату және сақтау үшін жеткілікті мөлшерде технологияларды меңгерген жоқ деп есептеген.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Геотермальді деректер температурасы 180°C-тан жоғары барлық төменде атап өтілген орындарда қолданылады, әсіресе:

- а) едендерді жылытуда;
- ә) үйлерді қыздыруда;
- б) автомобильдерді жууда және кептіруде;
- в) қалалардың локальды энергияларын жабықтауда.

2. 2003 жылы энергетикалық ғылыми-зерттеу бағдарламасына, нанотехнологиялар және олардың қолданылулары аймағына 50 млн. доллар қаржыландыру жарияланған болатын, ол қай елдің Үкімет:

- а) Оңтүстік Африка Республикасының;
- ә) Канаданың;
- б) Германияның;

в) Жапонияның.

3. Болашақта адам баласы үшін ненің жеткіліксіздігі ірі мәселе болады?

- а) мұздың;
- ә) энергияның;
- б) мұхиттың;
- в) салықтың.

4. Төменде аталып өткендердің ішінде адам баласының ең маңызды мәселелеріне кірмейтіні:

- а) энергияның жеткіліксіздігі;
- ә) судың жеткіліксіздігі;
- б) халық санының артуы;
- в) корылдың болуы.

5. Адам баласына 2050 жылға дейін қосымша экологиялық таза энергияны өндіру тәсілдерінің қанша өлшемін табуға тура келеді:

- а) 3 тераватт;
- ә) 6 тераватт;
- б) 10 тераватт;
- в) 15 тераватт.

6. Мұнай дағдарысын болжағанда көптеген жариялымдар оның дүниежүзілік шыңы қай жылы болады деген?

- а) 2006 жылы;
- ә) 2010 жылы;
- б) 2100 жылы;
- в) 2400 жылы.

7. Әр күні Жерге қайдан 165 мыңдай тераватт энергия түседі:

- (а) Күннен;
- (б) Айдан;
- (в) философиялық тастан;
- (г) табиғи газдан.

8. Қандай материал мысқа қарағанда 10 есе көп, ал болаттан 6 есе аз электр өткізгіштікке және де көбірек беріктілікке ие?

- а) кванттық өткізгіштер;
- ә) нанокристалдар;

- б) фуллерендер;
- в) ғарыштық нүктелер.

9. Ричард Смоллидің пікірінше, 2050 жылға адам баласының энергетикалық қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін неше энергияны өндіру қажет болады?

- а) қазіргідей;
- ә) 2 есе көп;
- б) 3 есе көп;
- в) 4 есе көп.

10. Тераватт (10^{12} ватт) шамамен төмендегілердің қайсысына эквивалентті:

- а) мұнайдың 1 жүздік барреліне;
- ә) мұнайдың 1 мыңдық барреліне;
- б) мұнайдың 10 мыңдық барреліне;
- в) мұнайдың 1 миллион барреліне.

III бөлімге арналған тест сұрақтары

1. Биологиялық сенсорлар көмегімен нені анықтау мүмкіндік емес:

- а) уландырғыш химикаттар;
- ә) минералдар;
- б) биологиялық объект;
- в) қоршаған ортаның ластануы.

2. Кремнийлі табаншада жарықтың әсерінен қататын жарық сезгіш қабат қалай аталады?

- а) жабысқақ;
- ә) балшық;
- б) фоторезист;
- в) фотодезист.

3. Егер де автомобильдерді композиттерден жасаса, онда олардың массасы кеміп және де энергияны тұтынуы неше пайыз төмендейді?

- а) 27%;
- ә) 52%;
- б) 69%;
- в) 81%.

4. Күннің энергиясын өндіруде негізгі мәселе не болып табылады?

- а) тәуліктің түнгі уақыты;
- ә) тәуліктің күндізгі уақыты;
- б) сенбі;
- в) жексенбі.

5. Атмосфераға таралуының орнына көмірқышқыл газының жерастында немесе мұхиттың түбінде сақталуы қалай аталады?

- а) қағазды қайта өңдеу;
- ә) көшірме;
- б) қарайту;
- в) секвестрация.

6. Көміртекті нанотүтікше неден берігірек:

- а) болаттан;
- ә) мыстан;
- б) кевлардан;
- в) барлық жоғарыда аталып өткен материалдардан.

7. Теннистің доптарын наножамылғылармен қаптау:

- а) секіруін жақсартады;
- ә) соққыдан сақтандырады;
- б) герметикалалығын жоғарылатады;
- в) жоғалған жағдайда іздеуді оңайлатады.

8. Экстремальды ультрафиолетті жарықтың толқын ұзындығы қандай?

- а) 1-5 нм;
- ә) 10-15 нм;
- б) 50-100 нм;
- в) 193-248 нм.

9. Титан диоксиді негізіндегі нанотүтікшелердің массиві судың ыдырауы кезінде күннің жарығы көмегімен нені өндіру үшін қолданылады?

- а) неонды;
- ә) палладийді;
- б) сутекті;
- в) күкіртті.

10. Глюкозаның Күні бойғы деңгейін анықтау үшін қандай сенсор қолданылады?

- а) бензолдың;
- ә) оксидаз глюкозаның энзимасының;
- б) алюминийдің;
- в) азот оксидінің.

11. Кванттық нүктелер электрондарды қай жерде шектейді?

- а) суда;
- ә) дөңгелек бүйректерде;
- б) өткізгіштің немесе жартылай өткізгіштің нанойамағында;
- в) нөл-кеңістікте.

12. ЭМҰО қысқартылған сөзі нені білдіреді?

- а) жаңа орталықтандырылған электронды мониторингті;
- ә) жаңа электрофизикалық әдісті;
- б) электрлік қызмет көрсетудің Ұлттық орталығын;
- в) электрондық микроскопияның Ұлттық орталығын.

13. Инфрақызыл дабылдардың күшейткіш-контейнері ретінде қолданылатын наносақиналардың көмегімен нені бақылауға болады?

- а) молекулаларды;
- ә) плиталардың тектоникасын;
- б) неке жүзіктерін;
- в) гимнастикалық сақиналарды.

14. Бүкіл әлемдік энергетика желісі дәстүрлі отындарды (көмір, мұнай, газ және т.б.) тасымалдаудан неге өту керек?

- а) криогенді тасымалдаушыға;
- ә) желге;
- б) қол еңбегіне;
- в) энергияға.

15. n- типті каналдың соңы қалай деп аталады?

- а) көзі және тасымалдаушысы;
- ә) маска көзі;
- б) фоторезист көзі;
- в) ағын көзі.

16. Төменде аталып өткендердің ішінде адам баласының ең маңызды мәселелеріне кірмейтіні:

- а) халық санының артуы;
- ә) энергияның жеткіліксіздігі;
- б) тамақтың жеткіліксіздігі;
- в) сәннің соңғы бағытын бақылау.

17. Уильям Шекспир әрбір дем алғанда жұтатын миллион молекуланың ішінде 280 молекула көмірқышқыл газын жұтқан, ал біз шамамен қанша молекула жұтамыз?

- а) 220;
- ә) 310;
- б) 380;
- в) 460.

18. Де Бройль толқын ұзындығы дегеніміз – ненің өлшемі?

- а) құйылған толқын ұзындығы;
- ә) бөлшектің толқындық және корпускулалық қасиеттерінің сандық қатынасы;
- б) жаңа сәнді шаш қою;
- в) футбол алаңының ұзындығы.

19. Тераватт - бұл:

- а) 10^6 ватт;
- ә) 10^9 ватт;
- б) 10^{10} ватт;
- в) 10^{12} ватт.

20. Көміртек секвестрациясы – дегеніміз:

- а) алмазды бедерлеу;
- ә) жерасты мен мұхит астында көмірқышқыл газын сақтау;
- б) қысқа арналған көмірді сақтау;
- в) көміртекті атмосфераға шығару.

21. Жеке жасуша мен молекулада өтетін жасушалық үдерістерді талдауға мүмкіндік беретін нанокұралдардың зерттеулері қалай аталады?

- а) фантастика;
- ә) литография;
- б) жасушалық инженерия;
- в) кванттық оптика.

22. Энергожүйелердің «қараңғылануы» немесе авариясы ненің нәтижесі?

- а) студенттердің алаңғасар кешінің;
- ә) электр энергиясына деген сұраныс пен ұсыныстың тепе-теңдігінің жоқтығынан;
- б) қосылған күйде қалған электртехниканың;
- в) лампалардың сапсының нашар болуы.

23. Силикатты саз балшықты пластмасса немесе керамикаға енгізу негізінде қандай материалдар жасалады?

- а) нанопленкалар;
- ә) наносақиналар;
- б) нанотүтікшелер;
- в) нанокөмбіріктер.

24. Микроскопиялық транзисторлардың үлкен саны нені түзеді?

- а) микрочип;
- ә) ағын;
- б) аналық плата;
- в) дерек.

25. 2006 жылы АҚШ-та шамамен қанша энергия қолданылды?

- а) 400 киловатт;
- ә) 850 киловатт;
- б) 3 тераватт;
- в) 10 тераватт.

26. Ринодағы (АҚШ) Невада штатының университетінен бір топ зерттеушілері титан диоксиді негізінде нанотүтікшелердің массивін не үшін қолданады?

- а) күннің сәулесінің көмегімен судың ыдырауы негізінде сутекті өндіру үшін;
- ә) мәңгілік жас косметиканы шығару үшін;
- б) өндірістік ұсақтағыштарға;
- в) берік доңғалақтарға.

27. Нанотехнологиялар күннің фотоэлементтерінің тиімділігін 20- 30%-дан қаншаға дейін көтере алады?

- а) 40%;
- ә) 55%;

- б) 65%;
- в) 70%.

28. Қай қаланың жерасты коммуникациясы мыс өткізгіштерімен толтырылғаны соншалық, оны қалжыңдап дүниежүзіндегі ең үлкен мыс кеніші деп те атайды:

- а) Атлантаның;
- ә) Хьюстонның;
- б) Нью-Йорктың;
- в) Сан-Францисконың.

29. Оптикалық жүйе мен табанша жүктелген барлық операциялар сұйықтықтарда орындалатын литография нұсқасын қалай атайды?

- а) биомиметика;
- ә) кванттық механика;
- б) нанобақылау;
- в) иммерсионды литография.

30. Алтынның қызыл коллоидты ерітінділері металл электрондары мен жарықтың әрекеттесуінен туындайтын жоғары оптикалық абсорбцияға ие, және ол қайда қолданылады?

- а) қызанақтарды бояу үшін;
- ә) шамдарда;
- б) жүктілікті анықтау тестілерінде;
- в) кілемдерді бояу үшін.

31. Шампэйн-Урбанда (АҚШ) Иллинойс штаты университетінің ғалымдарымен жасалған 600 ГГц жиілікте жұмыс атқара алатын жабдық қалай аталады?

- а) атқыш;
- ә) биполярлы транзистор;
- б) ноутбук;
- в) тау-таста жүретін мотоцикл.

32. 2050 жылға қарай Жердегі халық саны қаншаға жетуі мүмкін?

- а) қазіргідей;
- ә) 6-7 млрд адам;
- б) 8-10 млрд адам;
- в) 11-12 млрд адам.

33. Қазіргі заманғы күн фотоэлементтерінің бір фотоны тек қана бір электронды өндіре алады, ал қалған энергия қандай түрде шашырайды?

- а) түс;
- ә) көпіршік;
- б) тұз;
- в) жылу.

34. Егер автомобильдерді композиттерден жасаса, онда олардың массасы төмендейді сонда энергияны қолдануы қаншалықты азаюы мүмкін?

- а) 20%;
- ә) 40%;
- б) 50%;
- в) 70%.

35. Американдықтар дүниежүзі халқының 5%-ын құрайды, осы тұрғыда адам баласы жұмсайтын барлық энергияның қанша пайызын қолданады?

- а) 5%;
- ә) 15%;
- б) 25%;
- в) 40%.

36. Наноматериалды жасау үшін барлық төменде аталып өткен қарапайым тәсілдердің барлығы қолданылады, қайсысын қоспағанда:

- (а) инертті газ атмосферасындағы конденсацияны;
- (б) электролиттік тұндыруды;
- (в) литификацияны (қатуды);
- (г) золь-гель ауысу негізіндегі синтезді.

37. Жарықтың әсерінен қататын кремний табаншасындағы жарықсезімтал қабат қалай аталады?

- а) фоторезист;
- ә) алдау;
- б) еріткіш;
- в) жоғары өнімді элемент.

38. Алтын наноқабықшалардың оптикалық қасиеттерін ненің көмегімен өзгертуге болады?

- а) кіп-кішкентай айырып-қосқыш;
- ә) ядроның өлшемі мен оның алтындалған жабынының қалыңдығы;
- б) кішкентай техниктер;
- в) алтынды пенопластпен алмастыру.

39. Күн сайын Жер бетіне Күннен шамамен қаншалықты энергиясы түседі?

- а) 10 мың тераватт;
- ә) 50 мың тераватт;
- б) 138 мың тераватт;
- в) 165 мың тераватт.

40. Бөлме температурасында судағы полимерлердің және тұздардың ерітінділерінде кварц нанобөлшектерінің бір-бірімен әрекеттесуі нәтижесінде не түзілуі мүмкін?

- а) өздігінен жинақталу көмегімен микрокапсулалар;
- ә) мұз бөлшектері;
- б) теңіз жұлдыздары;
- в) желатин секілді сылағыш.

IV БӨЛІМ

БОЛАШАҚ

12-ТАРАУ

БИЗНЕС ПЕН ИНВЕСТИЦИЯЛАР

Нанотехнологиялар – бұл заманауи маркетингтердің арманы. Қазір олар айналаның бәрін «нано» сөзімен байланыстыруға тырысуда. Мысалы, тіпті, Apple компаниясының күйтабақ ойнатқышы iPod nano деп аталады. Ол - қалыңдығы қарындаштай, ал ұзындығы 9 см-ден аз ғана кіші болса да, дыбыстық файлдарды ойнатушы портативті жүйесі, түсті дисплей 14 сағатқа дейін жұмыс істейтін батареясы, 1000-нан аса ән сақтауға арналған жадысы, аудиокітап және подкасті бар. Бұл плеердің мүмкіншілігі өте жоғары, бірақ оның құрамында нанобөлшек жоқ, ал оның ұсақ компоненттерінің мөлшері 100 нм-ден үлкен.

Шынымен де, бүгінде көптеген компаниялар өз өнімдерінің атауларында бекерге «нано» деген қосымшаны пайдаланады. Сондықтан дәндерді (шын нанотехнологиялық өнімдер мен технологияларды) үйбидайықтардан (жаңа сәндегі атпен аталған кәдімгі өнімдер) ажырату өте қиын. Кейбір компаниялар «нано» терминін бұл атауға ешқандай мағына бермей-ақ конфеттер сияқты қолданып жүр.

Өз уақытында көп уәде берген биотехнологиялар тез дамып келе жатқан биотехнологиялық компаниялардың акцияларын сатып алуға асыққан көптеген инвестициялық компаниялар үшін зор игілік болды. Аяғынан тік тұрып үлгермеген нанотехнологиялар мен наноматериалдар инвесторларға дәл осындай пайда бере алады ма? Солай болады деп сенеміз. Осындай жобалардың негізінде акционерлер ортасын кеңейту жатыр, ал шын пайда мен компанияның өсуі патенттер мен лицензияларды сату арқылы жүзеге асырылады.

Биотехнологияға қаржы салған көптеген тәуекелшіл фирмалар, мысалы Genentech және MedImmune сияқты монстр компаниялар алысқа көп өрлеп кетті. Енді нанотехнология сферасында олар жаңа өнімдер іздеп жатыр, мысалы, ақуыздар мен вирустарды анықтап, танытын наноматериалдар және жаңа пайдалар алуға тырысуда (инвестицияларды қайтаруды ескергенде). Шын нанотехнологиялар өнімдер, қызмет көрсету және өндірістің барлық аймағындағы үдерістерді жақсарту алатын көптеген алдыңғы қатарлы технологияларға енгізіліп жатыр.

Ойыншылар

Dow Jones тіркеу-индексінде АҚШ-тың 30 ірі компаниялары кіретін компаниялардың шамамен 50%-ы наноөнімдер алады және пайдаланады. Олардың ішінде Intel, IBM, Hewlett-Packard, DuPont, General Electric, Motorola, Sony, Siemens, Xerox және басқа көптеген компаниялар бар.

Нанотехнология (наноэлектроника, наноматериалдар мен биотехнология) аймағында жұмыс істеп жатқан көптеген компаниялар шығарылатын өнім мен көршілес аймақтарға маңызды өзгерістер алып келетін нәтижелерге қол жеткізуі мүмкін.

АҚШ мен басқа да көптеген елдердегі (олардың саны 350-ден асқан) ірі компаниялардың өте көп саны енгізу жұмыстарына терең арналып отырғанын ескерсек, олар алған нанотехнологиялар біздің өмірімізге әсер етеді деп болжауға болады. Мөлшері вирустармен салыстыруға келетін жаңа материалдар мүлдем жаңа мүмкіндіктер ашып отыр. Тікұшақтар, поездер, автомобильдер, биологиялық сенсорлар, медициналар, компьютерлер, бояулар мен жамылғылар – бұлардың бәрі біз өлшемдерін тек қана болжауға болатын технологиялық цунамидің басында орналасқан. Көптеген ірі компаниялар (өз өкіметтерімен бірлесе отырып) нанотехнологиялық зерттеулер жарысының соңында қалмау үшін осы аймаққа көптеген қаражат жұмсап жатыр.

Кейбір бағалаулар бойынша 2004 жылы нанотехнологияларды зерттеу үшін әртүрлі елдердің өкіметтері 1 млрд -тан көп АҚШ доллары жұмсаған. 2006 жылы бұл сан 2 млрд АҚШ долларынан артқан және жеке меншік компаниялар да осындай ақша жұмсаған. 2006 ж. Джордж У. Буш өзінің халыққа үндеуінде АҚШ бюджетіндегі нанотехнологияның орнының өте басым екендігін атап кеткен. 2007 жылы Ұлттық нанотехнологиялық бастау бойынша (National Nanotechnology Initiative - NNI) АҚШ-та шамамен, 1,275 млрд доллар бөлінді және 10 өкімет агенттіктеріне таратылды.

Бүгінгі таңда әртүрлі қызмет көрсету аймақтарында тұрақты нанотехнологиялық байланыстар байқалынып отыр.

Dow chemical, Chevron Texaco, NEC, DuPont, ExxonMobil және Mitsubishi Electric сияқты компаниялар нанотехнологияның бастапқы қадамдарына (яғни көбінесе, университеттердің оқытушылары негізін қалаған, жақында құрылған және тасқында дамып келе жатқан фирмалар) молынан қаржы салып және өз күштерін басқа компаниялармен

біріктіріп жатыр. Мысалы, Dow chemical компаниясы (жыл сайынғы сатылым мөлшері 33 млрд АҚШ долларын құрайтын және 180 астам елдерде тапсырыс берушілері бар) Starpharma (Мельбурн, Австралия) және Dendritic NanoTecnologies, Inc. (DNT) компанияларымен наномасштабты полимерлер көмегімен наноөнімдер жасау үшін өз күш қуатын біріктірді. Осының әсерінен дәрі-дәрмектерді ағзаның қажетті орнына тасымалдаушы, ағаш тәрізді физикалық құрылысы бар, тармақталған наноқұрылым түрі - дендримерлерге патенттер алу жұмыстарын жандандырды.

DNT компаниясы дендримерлерге 30-дан аса патент алған және дендримерлерге арналған 200-ден астам лицензияларын басқа фармацевтикалық, диагностикалық және биотехнологиялық компанияларға сатқан. Бүгінгі таңда DNT ақуыз және антиденелермен жұмыс істеуге арналған өнімдер, қабынуға қарсы құралдар, ақуыздар көмегімен дәріні бүтіндей жеткізетін өнімдер жасау және магниттірезонансты бейнелеу көмегімен болжау әдістерін жақсартумен айналысып жатыр.

2004 жылы Starpharma дендримерлер негізіндегі имунножетіспеушілік вирусымен күресу үшін медикаменттерді сынау жұмыстарын алғаш болып бастаған компания болды (human immunodeficiency virus – HIV). Бұл сынаулар АҚШ Денсаулық сақтау және Әлеуметтік қызмет көрсету министрлігінің азық-түлік пен дәрі-дәрмектерді бақылау әкімшілігінің басқаруымен жүргізілген (Food and Drug Administration – FDA). Нәтижесінде HIV вирусының таралуын тежейтін төтенше белсенді бактерицидті гель алынды. Dow Chemical компаниясы да өзінің коммерциялық қызығушылықтарын дендримерлер негізіндегі дәрі-дәрмектер дайындау аймағына ауыстырды.

БАСТАПҚЫ ҚАДАМДАР

Нанотехнология нарығы қалыптасу сатысында жүр, алайда, кейбір күшейіп алған компаниялар дайын технологиялар мен өнімдер ұсынып отыр. Осындай көптеген компаниялардың негізін ғалымдар өздерінің ғылыми жұмыстарының нәтижесінде қалаған болатын.

Бұл ғалымдар бұрында бизнес-жоспарлар құрмаған болатын. Кейбір компаниялар сенімді бизнес-модель жасау үшін бизнес басқару аймағындағы мамандардың көмегіне жүгінуде. Ақырында компанияның тұрақты дамуына көмектесетін жедел басқаруды жүзеге асырды. Ең сәтті бастапқы қадамдар жүзеге асырылмай тұрған

кезде олардың бизнес-жоспарлары болып, жұмыс барысында қатал ұсталынып отырған. Олар өздерінің дамуын тексеруден өткен, асыра бағаламайтын және қол жетпейтін үміттерсіз әдістер көмегімен жоспарлап отырған.

2007 жылы АҚШ бюджетінде шамамен, 1,2 млрд доллар Ұлттық нанотехнологиялық бастамасы (National Nanotechnology Initiative - NNI) шеңберіндегі нанотехнология зерттеулеріне есептеліп бөлінген болатын. Толығымен алғанда, 2001 жылы АҚШ нанотехнология зерттеулеріне бөлінетін жыл сайынғы қаржыландыруды шамамен, 3 есе көбейткен және бұл мақсатқа 6,5 млрд доллар жұмсаған. Алайда, Nano Mat (Карлсруэ, Германия) компаниясының бағалауы бойынша 2004 жылы ғана наноматериалдар мен нанобөлшектер негізінде шығарылған өнімдердің құны 26,5 млрд доллардан асқан.

Қазіргі таңда нанотехнология негізіндегі өнімдерге - нанокатализаторлар, бояуларды араластыруға арналған нанокөпөнімдер, цинк оксиді нанобөлшектерінен жасалған күннен қорғаушы кремдер, көзілдіріктерге арналған тозуға төзімді жамылғылар, терезелер мен алдыңғы әйнектерге арналған антиадгезиялық жамылғылар, өндірістік құралдар мен механизмдерге арналған антифрикционды майлар жатады. 12.1-кестеде кейбір заманауи нанотехнологиялық компаниялар мен олар шығаратын өнімдер көрсетілген.

12.1-кесте. Заманауи нанотехнологиялық компаниялар шығаратын наноөнімдер

Компания	Өнім
Acadia Research Corp.	Гендерді сәйкестендіру, аурулардың молекулярлық сипаттамасы
Altair Nanotechnologies Inc.	Ферромагнитті шпинелдерге арналған литий титанаты негізіндегі наноматериалдар
Applied Nanofluorescence, LLC	Нанотүтікшелерді зерттеуге арналған оптикалық нанокұралдар
Argyx, Inc.	Нанобөлшектер мен жұмыс жасауға арналған нанопинцеттер
California Molecular Electronics Corp.	Молекулярлық электроника аймағындағы интеллектуалды жеке меншік

Carbon Nanotechnologies, Inc.	Көміртекті нанотүтікшелерді нарықтық өндіру
Cima Nanotech, Inc.	Ұсақ, аса ұсақ және наноөлшемді ұнтақтар
Dendritech, Inc.	Дендримерлер өндірісі
Dendritic NanoTechnologies, Inc.	Қолданылу аймағы кең дендримерлер (мысалы,
дәрі-дәрмектер ретінде қолданылатын)	
EnviroSystems	Емханаларға арналған зарарсыздандырушы наноэмульсиялар
Epin echnologies, Inc.	Полимерлі наножіпшелер өндіру
Front Edge	Аса жіңішке аккумуляторлар
Hysiton	Беріктілік, серпімділік, үйкеліс, тозу және адгезия сияқты наномасштабты сипаттамаларды өлшеулерге арналған ғылыми-зерттеу және өндірістік құралдар
Intematix Corp.	Электрондық материалдар; жанармай элементтерінің мембраналарының катализаторлары
Kereos Inc.	Ауруларды және терапевтік емдеуді кескіндеуге арналған нанобөлшектер
Lumera	Полимерлік материалдар
Mecular Electronics Corp.	Электрондық және оптоэлектрондық қосымшалар
Molecular Imprints	Жартылай өткізгіштер және электрондық өндірістердегі нанопечаттарға арналған құралдар
NanoDynamics	Күміс, мыс, никель нанобөлшектері; нанооксидтер; көміртекті нанотүтікшелер
NanoElectronics	Электросызбалардың элементтерін жасауға арналған жаңа наноматериалдар
NanoGram Corp.	Компьютерлік чиптерге арналған химиялық қосылыстар

Nanohorizons	Лицензия (Пенсильвания штатының университеті, АҚШ) негізіндегі жұқапленкалы нанокұрылымдар өндірісі
NanoInk Inc.	Сібір жарасын табу
NanoOpto	Оптикалық жүйелерге арналған нанокұрылымдар
Nanophase Technologies	Металл оксидерінің наноұнтақтарын нарықтық дайындау және өндіру
Nanopoint	Шамамен 50 нм болатын биологиялық жасушалардың ішкі компоненттерін бейнелеу (инфрақызы, көрінетін және ультрафиолетті диапазонда)
Nanoproducts, Inc.	Наномасштабты ұнтақтар, дисперсиялар мен олардың негізіндегі өнімдер
NanoSpectra Biosciences, Inc.	Нанобұлтшалар негізіндегі инвазивті емес терапия
Nanosphere	Нуклеин қышқылдары мен ұлпаларды табу және анықтау
Nanosys, Inc.	Электроника, биоматериалдар мен күн батареясына арналған икемді жұқапленкалы технология
Nano-Tex	Нанотехнологиялық маталар мен жамылғылар
Nanotherapeutics, Inc	Нанобөлшектер көмегімен дәрі-дәрмектерді бүтіндей тасымалдау
Neo-Photonics Corp.	Наномасштабты оптикалық компоненттер
Novation Environmental Technologies	Иод негізіндегі наномасштабты фильтрлер көмегімен суды тазарту
Ntera	Электрондық сия және сандық қағаз

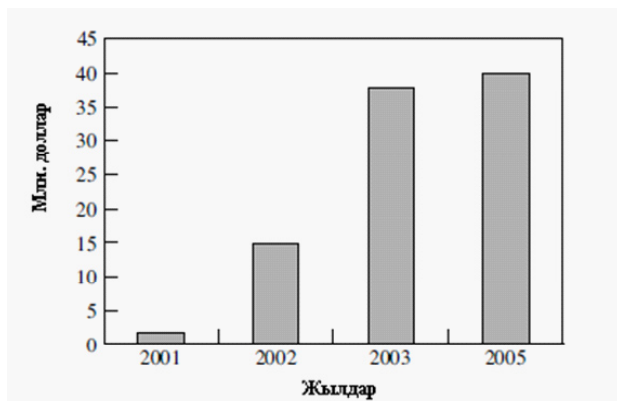
Наносымдар

Nanosys, Inc. компаниясы (Пало-Альто, Калифорния, АҚШ) наносымдарды Гарвард университетінің профессоры Чарльз Либер (Charles M. Lieber) технологиясымен жасайды. Наносымдар жартылай өткізгіш лазерлер жасауға қолданылатын материалдан дайындалады және жеке молекулаларды табуға мүмкіндік береді. Олардың оптикалық қасиеттері бойынша көміртекті нанотүтікшелердің қасиеттерінен біршама басым болып келеді.

9-тарауда айтылып кеткендей, наносымдар электроника мен сенсорларда кеңінен қолданыс табады. Бұл фактіні инвесторлар да жіберіп алмаған. 2005 жылдың қарашасында Nanosys, Inc. Компаниясы акцияларын 40 млн доллардан астам ақшаға сатқанын хабарлады. Компания бұл қаражатты ойлап шығарылған органикалық нанокұрылымдарды зерттеуді жалғастыру және өнімдерді жаппай өндіру үшін пайдалануға жоспарлаған.

Nanosys, Inc. компаниясының өндірістік жоспарларына фармацевтикалық өндірістегі химиялық талдауға арналған чиптер, портативті электроникаға арналған жанармай элементтері, компьютер жисплейлеріне арналған нанокұрылымдар мен күрделі антенналар, электрондық құралдар мен қаттыденелік оптикалық құрылғыларға арналған энергияға тәуелсіз жады кірген. 12.1-суретте соңғы жылдардағы қаржыландырудың артуы көрсетілген. Компания зерттеу гранттары, келісім-шарт және жобалар түрінде бірнеше миллион доллар алды. Жақында Nanosys, Inc. компаниясы Жапонияның Sharp Corporation компаниясымен бірге нанотехнологияны пайдалана отырып, дисплейлерді зерттеуге көпжылдық қаржыландыру алды.

Nanosys, Inc. Компаниясы - 400 астам патентпен қорғалған ең бай нанотехнологиялық топтамасы бар компания: Journal of Nanotechnology Law and Business журналы редакциясының пікірі бойынша 2005 жылы нанотехнологиялық компаниялар тізімінің ең үздік ондығына енген.



12.1-сурет. Nanosys, Inc. компаниясы – шынайы өнімдер мен әжептәуір қаржыландыруы бар нанотехнология аймағындағы жетістіктер тарихы

Жасушалық терапия

7- тарауда айтылып кеткендей, фуллерендерді дәрі-дәрмектерді тапсырылған емдеу орнына дейін тасымалдау үшін пайдаланып, қосалқы әсерлерді азайтуға болады. Оларды жасушаның өзіндік беттік рецепторларына сәйкес келетіндей етіп жасауға болады. Фуллерендер аурулардың «жолын кесуші» ретінде әсер ете алады, яғни иммундық жүйеге сәйкес болады. Осындай дәрі-дәрмектер көмегімен СПИД, қатерлі ісік, артрит және көптеген басқа да ауруларды емдеу болжанып отыр.

Бүгінгі таңда сезімтал микрочиптер мен ДНҚ антибиотиктер мен бүтін организм арасындағы реакцияны тіркей алады. Нанотүтікшелер көмегімен бұл биочиптер 100 мың есе көп химиялық тестерді анағұрлым жоғары жылдамдықпен орындай алады.

Нанобағыттағы техника

Аса ұсақ нанотүтікшелер көмегімен медициналық мақсатта адам терісін ауыртпай тесуге болады. Бұл күніне бірнеше рет қан талдауларын өткізетін емделушілер үшін өте маңызды (мысалы, II топтағы диабетпен ауыратындар үшін).

TheraFuse, Inc. компаниясы фармацевтикалық және биологиялық сұйықтарды адам денесіне енгізу және белгілі орынға жеткізу жұмысымен айналысады. 2001 жылдан бастап бұл компания сұйық дәрі-дәрмектер егудің өте аз көлемдерін дәл өлшеуге арналған жүйелер жасаумен айналысып отыр (мысалы, жаңа туылған емделушілерге инъекция арқылы дәрі-дәрмектердің нақты өте аз көлемін енгізу жиі керек болады). Бүгінде компания мамандары диабеттен зардап шегетіндер үшін теріге арнайы жапсырма жасауға тырысып жатыр. Олардың көмегімен қанға талдау жасалынады, глюкоза мөлшері анықталынады және қажет болған жағдайда инсулин инъекциясы енгізіледі. Сайып келгенде, диабетті емдеу үдерісі, әсіресе, балалар үшін едәуір оңайлайды.

Биологиялық қауіптер

Нанотехнология биологиялық қауіптерді анықтауға сезімтал жүйелер құруға мүмкіндік береді. Мысалы, арнайы нанотехнологиялық әдістер көмегімен сібір жараларының спораларын айқындауға болады. Бұрында жасалынатын ұзақ мерзімді және қиын жұмыстар спораларды ыдырату және оның ДНҚ-ын анықтаумен байланысты болған.

NanoInk, Inc. (Чикаго, АҚШ) компаниясы аса кішкентай "қалам" көмегімен сібір жарасының сызықтары мен өрнектері бар суретін сала алатын сібір жарасын анықтау технологиясына лицензия алған. Компьютерлер көмегімен оюларды бағдарламалау арқылы спорамен байланысты оюларды анықтауға болады. Дәл осы қағида NanoInk, Inc. компаниясының технологиясының негізі болып саналады.

Компьютерлер

Компьютерлер және чиптерді өндіруші компаниялар нанотехнологияларды пайдалануды бастаушылар және олардың өте жомарт зерттеушілері болып табылады.

Нанотехнологиялардың қолданылуымен жасалған ноутбуктар және қалта компьютерлері алдағы уақытты қазіргіден де жақсы жұмыс істейтіні ешқандай күдік тудырмайды. Көміртекті нанотүтікшелері мен литий нанобөлшектерінен жасалған аккумуляторлар тез қуатталады, ұзақ жұмыс істейді және энергияны көбірек шоғырландырады.

Нанотүтікшелер - белгілі электр тоғын өткізгіштердің ішіндегі ең жақсысы болғандықтан, оларды автокөліктердің тежеу энергияларын аккумуляторларды зарядтау энергиясына түрлендіру үшін қолдануға болады. Көміртекті нанотүтікшелерді гибриді автокөліктердегі жанармай сутегіні сақтауға арналған ғажайып материал ретінде қолдануға болады. Мұндай жағдайда қазба отындары және оларды өндіруге қатысты мәселелер болашақ көліктің ажырамас проблемасы болудан қалады.

Жақын 5-10 жылда кремний чиптары бұданда жылдам және тиімдірек болады деп болжауға болады. Жартылай өткізгіштер өнеркәсібі кремнийлі электроника өндірісіне миллиардтаған доллар инвестиция салған. Сондықтан наночиптар тек қана кремнийлі электрониканың мүмкіндіктерін толық пайдаланған кезде ғана экономикалық тұрғыдан тиімді болады. Сонымен қатар нанотүтікшелердің тапсырылған электрлік сызба құрылымына сәйкестеніп, өздігінен қайта жинақталу жолдарын ашу үшін ғалымдар мен инженерлерге біраз еңбек етуге тура келеді.

Ассемблерлер

Нанотехнологиялар аумағындағы пионер және Пало – Альтодағы (Калифорния, АҚШ) Форсайт Институтының жетекшісі Эрик Дрекслер (Eric Drexler) өзінің ассемблер (немесе жинақтағыш) идеясын ұсынған. Ассемблер – атомдардан наномасштабты компоненттер мен тетіктер, мысалы, рычагтар, алтылықтар және т.б. наноөлшемді компоненттер және тетіктер, шестеренканың құрастыратын наномасштабты робот. Үшінші тарауда айтылғандай, бұл ой шындықтан гөрі, қиялға жақынырақ. Мысалы, мұндай нанороботтар шаң мен кірді жинап қана қоймай, жеке атомдардан электрсызбалар мен компьютерлердің элементтерін құрастыра алатын болады. Бұл жайлы қазір тек қана армандауға болады.

Nanobusiness Alliance тобы

Анықтамалар бойынша, ғалымдар мен инженерлер - кәсіпкерлікпен айналыспайды. Олар өз күштерін күрделі ғылыми және инженерлік есептерді шешуге жұмсайтын дарынды адамдар. Оларға өз жаңалықтарын жүзеге асыру үшін тәжірибелі

кәсіпкерлердің көмегі қажет. Ал менеджерлер мен антрепренерлерге жаңа технологиялардың күрделі бөлшектерін терең түсіну керек. Осы екі топтың ара қатынасын, ең ірі компаниялар, университеттер, стартаптар және тағы басқа ұйымдардың өзара байланысын ұйымдастыру үшін 2004 жылы NanoBusiness Alliance тобы құрылды. Қазіргі таңда осы топта түбегейлі қаржы пайдаларын алуға үміттенетін 200 мүше топ бар. Ұлттық ғылыми АҚШ қорының (National Science Foundation – NSF) болжамы бойынша 2015 жылы технологиялық нарық 1 трлн долларға жетеді деп есептеліп отыр. NanoBusiness Alliance тобының мүшелері бұны ескеріп, осы нарықтың көшбасшысы болуға ұмтылып жатыр.

NanoBusiness Alliance тобының атқарушы директоры Шон Мэрдок (Sean Murdock) 2005 жылдың маусымында АҚШ конгресі өкілдерінің Палатасының ғылым бойынша кеңестің зерттеуші комитеті мәжілісінде NanoBusiness Alliance тобының мүшелері ХХІ ғасырда экономикалық өсу және өмір тұрмыс сапасын жоғарылатудың басты аспектілерінің бірі нанотехнология деп санайтынын мәлімдеді. Ол АҚШ Өкіметін нанотехнологиялық инновациялық коммерцияландырудың үлгісі болуға шақырды.

Lux Research/Capital компаниясы жоғарыда айтылған келешекті салаларға өте салмақты қарайтын ғылыми-зерттеу инвестициялық компанияларының бірі болып табылады. Бұл компанияның негізі 2000 жылы қаланды және содан бері өз назарын нанотехнологияның даму бағыттарына, жаңа идеялар мен өнімдер іздеуге аңдатып келеді.

Осы және басқа инвестициялық компаниялар нанотехнологияның дамуын бір ғасырдан астам уақыт бұрын Калифорнияда орын алған «алтын безгегімен» салыстыруға болады деп есептейді, алайда қазіргі безгек Калифорния су айдындарынан алтын құм іздемен салыстырғанда әлдеқайда көп пайда әкелуі мүмкін. Алайда, кезкелген батыл бастамадағы сияқты, ешкім бұл стартаптың жетістігін немесе құлдырауын болжай алмайды. Нанотүтікшелер негізіндегі наномасштабты электрасызбалар мен транзисторлар жасаудағы керемет жетістіктерге қарамастан, олардың коммерциялық қолданылуы көптеген жылдардан кейін ғана жүзеге асуы мүмкін.

Анықтамалар бойынша, нанотехнологиялар мультитүрлік сабақ болып табылады. Бұл істе химиктердің, физиктердің, биологтардың, материалтанушылардың, медиктердің көмегінсіз бір-екі дарынды ғалымның бір нәрсе жасай алатыны күмән тудырады. Олар күрделі физика-химиялық әрекеттесулерді аса қуатты компьютерлерде үлгілеуге қабілетті компьютершілердің көмегінсіз жұмыс істей алмай-

ды. Дәл осындай тығыз байланыстар нанотехнологияның сәтті дамуына кепілдік болады. Шындығында, көптеген кәсіпкерлер, ғалымдар мен инженерлер осындай өзара байланысқа үміт артып отыр.

Енгізулер

Тарихтан біз ғылым мен технологиялардың өрлеуі әрдайым аспаптар эволюциясына байланысты екенін көре аламыз. Көп мамандар нанотехнологияның келешекті жетістіктерін үлкен қаржыланулар мен қарапайым, дәлірек және сенімді наноаспаптар өрлеуімен түсіндіреді.

Наноаспаптарды қаржыландыру мен дамыту үшін университеттер, компаниялар және ұлттық лаборатория ұжымдарының ғылыми-зерттеу ұйымдарын біріктірудің маңызы зор. Егер қымбат бағаланатын ғылыми құрылғылар (мысалы, қарапайым бөлшектерді үдеткіштер мен оларға байланысты синхротронды сәулелену көздері) зерттеушілердің көпшілігі үшін қолжетімді болса, ғылыми жаңалықтарды қаржыландыру маңыздылығы шынайы болады.

Жаңа мамандандырылған аспаптар нанобөлшектерді бақылауға және оларды наномасштабты деңгейде басқаруға мүмкіндік береді. Инвесторлар ғалымдар және инженерлерді наноәлемнің физика, химия және биологиясы бойынша аспаптармен жабдықтауы тиіс. Құрал-сайманға ертерек қаржы бөлінген сайын нанотехнология аумағындағы жаңалықтардан табыс жылдам алынады.

Ең алдымен неге көңіл бөлу керек?

Жаңа аспаптардың ішінде нанобөлшектер мен нанотүтікшелерді басқаруға мүмкіндік беретін оптикалық микроскоп пен атомдық күштік микроскопты атап кету керек.

ЖЕКЕ МОЛЕКУЛАЛАРДЫ БАСҚАРУ

Жеке молекулаларды басқару және олардың қасиеттерін зерттеу наноматериалдардың өлшемдерін анықтауда маңызды рөл атқарады. 5 және 6-тарауларда айтылып кеткендей, ғалымдар және инженерлер

наномасштабты деңгейде молекулярлық химия және физикалық реакцияларды басқарып үйренсе, биология және медицинаның дамуында үлкен серпіліс болады. Осылайша, арнайы полимерлер, адсорбенттер және катализаторлар (мысалы, ақуыздар мен энзимдер) жасауға және оны жеке емделушілердің сұраныстарына бағыттауға болады.

Бұрында ғалымдардың жеке молекулалардың қасиеттерін зерттеуге мүмкіндігі болмағандықтан, молекулярлық қасиеттерін өлшеу тәсілі жуықталған орташа шама болған. Орташа жуықталған сипаттамалардың мағынасы жойылмағанмен, бұл шамалар жеке молекулалардың қасиеттерінің өте сезімтал бөліктерін түсіндіруге жеткіліксіз.

Төменде аталып кеткен аспаптар және зерттеу әдістері бүгінде жеке молекулалардың тәртібі туралы жаңа мәліметтерді алуға мүмкіндік береді:

- жеке нанотүтікшелерді өлшеу арқылы көміртекті нанотүтікшелердің бірегей электрлік және механикалық қасиеттері анықталды;
- молекулалардың орын ауыстыруларын дәл өлшеу мүмкін болды (мысалы, антидене мен антигендерді, сонымен бірге ДНҚ комплементарлы талшықтарын айқындауға болады).
- ДНҚ транскрипциясы, жасушалық транспорт пен бұлшық еттердің сығылуына жауап беретін табиғи молекулярлық тетіктер – моторларды анықтау мүмкіндігі пайда болды.
- оптикалық іскектер молекулалардың қасиеттерін тікелей өлшеуге және ақуыз орамының динамикасы мен конфигурациясын басқаруға мүмкіндік береді.

Жаңа және жақсартылған аспаптар

Университеттердің және ғылыми-зерттеу зертханаларының ғалымдары мен инженерлері өлшеуіш аспаптар мен манипуляторларды ойлап шығарып жатыр, ал өнеркәсіптік кәсіпорындардың жетекшілері осы саладағы өрлеулерді ықыласпен бақылайды және аса келешекті аспаптарды қаржыландыруға өте көп ақша салуға ұмтылады.

Мысалы, Сент-Луистегі Вашингтон Университеті мен Zyvex Corporation компаниясының өзара тиімді әрекеттестігінің нәтижесінде наномасштабты нысандарды басқаруға және сол уақытта олардың

көруге арналған аспаптарды жасауының сәті түсті. Бұл аспап көміртекті нанотүтікшелерді үшөлшемді конфигурацияларға созуға, майыстыруға, орауға және бұруға мүмкіндік береді. Арзан басқарушы нанокөмір компоненттердің орын ауыстыруы және жинақталуына байланысты жұмыстарды жоғарғы дәлдікпен орындауға мүмкіндік береді.

Сан-Хоседегі EnviroSystems компаниясы жетілдірілген сипаттамалары бар наноөлшемді залалсыздандырушы зат жасап шығарған. Дәстүрлі ағартушы залалсыздандыратын заттармен салыстырғанда, компанияда жасалынған EcoTru® өнімінің тітіркендіргіш және коррозиялық әсері болмайды.

EcoTru® өнімдерінде пайдаланылатын нанобөлшектердің өлшемдерінің кішілігі сонша, олар бактериялардың ішіне еніп, оларды іштен талқандай алады. Бұл бөлшектер адам мен жануарлардың жасушаларына әсер етпейтін, тек қана бактериялар мен микробтарды жоятын өте дәл "ақылды" қару тәрізді жұмыс істейді. Сонымен бірге, олар уытты емес. Шындығында, EcoTru® ауруханалар, емханалар, зертханаларда пайдалануға кең жарнамаланады, себебі төменде аталған сипаттамаларға ие:

- стафилококка, иммун дефицитінің, ішек таяқшасы және басқада көп вирустарға және бактерияларға қарсы 100 % тиімділік;
- 5 минутта туберкулез бацилласын жояды;
- оларды пайдалану қорғаныш жабдықтарын қажет етпейді;
- уыттылығы жоқ;
- тұтанбайды;
- залалсыздандыру мен тазартуды бір мезетте орындайды.

EcoTru® өнімі металдар, пластиктер, резеңке, синтетикалық заттар, әйнек және боялған беттерді тамаша тазартып, залалсыздандырады. Бұл өнімнің коррозиялық әсері жоқ, ол таңдаулы жабдықтарды тазарту үшін қолданыла алады. EcoTru® өнімін ота жасаудағы антисептика ретінде пайдалану кезінде Африкада 500 емделушілердің 100% -ында отадан кейінгі инфекция мен асқынулар болмағандығы анықталған. Жаппай қолдануға дейін ол мұқият тексерілуі керек болса да, алынған нәтижелер дәрігерлердің қызығушылығын тудырып отыр.

EnviroSystems компаниясының мамандары стандартты өнеркәсіптік залалсыздандырғыштың құрамындағы бірнеше молекулаларды өзгерту арқылы мүлдем жаңа антибактериялық құрал жасаған. Дәстүрлі өнімдерді наномасштабты деңгейде түрлендіру мүлдем жаңа қасиеттері бар, ерекше пайдалы өнімдер жасауға мүмкіндік береді.

Нанотехнологиялардың жергілікті орталықтары

Көп көреген саясаткерлер, университеттердің ректорлары және компания басшылары нанотехнологиялық аумақтағы көшбасшы болудың мағынасын түсінеді және жаңа нанотехнологиялық Силикон алқабының негізін қалаушы болуға тырысуда. Остиндағы (Техас штаты, АҚШ) Техас штатының университеті мен Хьюстондағы (Техас штаты, АҚШ) Райс университеттерінің базасында нанотехнологияларды дамыту саласында жұмыс істейтін бірнеше сәтті стартаптар құрылған.

Олбаниде (Нью-Йорк штаты, АҚШ) жаңа материалдарды жасау үшін нанотехнологияларды зерттеу және оларды жартылай өткізгіштер техникасында пайдалану бағыттарындағы жұмыстарға шамамен 2,75 миллиард жеке меншік инвестициялар салынған тағы да бір нанотехнология орталығы орналасқан.

Мысалы, ASML нидерландтық холдингі мен IBM компаниясы Олбаниде жаңа ғылыми-зерттеу орталығын салуға 400 миллион доллар жұмсаған. Бұл ASML холдингінің бірінші ірі еуропалық емес филиалы болды. 2002 жылы Олбаниде осыған ұқсас орталықты жартылай өткізгіштер техникасы аумағындағы алдыңғы қатарлы компаниялардың бірі SEMATECH International компаниясы құрды. Осы жобаға бұл компания шамамен 400 миллион доллар, ал штат өкіметі шамамен 75 млн доллар салған.

Халықаралық күш салу

Нанотехнологиялар – бұл ғалымдардың кезекті ермегі емес және ғылыми фантастика да емес. Қазіргі таңда олар дүние жүзі холдингтері мен ірі компанияларының жомарт инвестицияларының аумағы болып табылады.

ЕУРОПАЛЫҚ ОДАҚ КҮШТЕРІ

2004 жылы ірі еуропалық компаниялар, оның ішінде Philips, Nokia, Ericsson, AMD және IBM компаниялары Еуропа болашақта да технологиялық жетекші болып қалу үшін микротехнологиядан

нанотехнологияға өтуге жылына кемінде 6 млрд доллар қаражат салу туралы шешім қабылдады. 2004 жылы наноэлектроника аумағындағы Еуропалық кеңес құрылды және олар негізгі ғылыми зерттеу мақсаттарын тұжырымдаған:

- наноэлектроникадағы еуропалық зерттеулер және инвестицияларды қолдау;
- ғылыми-зерттеу технологияларын пайдалану мен инновацияны үдету;
- еуропалық наноэлектрониканың тиімділігі мен бәсекеге қабілеттілігін арттыру;
- үйлестіру кедергісін жою және нарыққа жаңа технологиялардың шығуын жылдамдату;
- Еуроодақтың реттеуші саясаты мен жаңа технологиялар жасаудағы жоспарлау мен инновацияны тепе-теңдікте дамыту;
- Еуроодақтың ғылым мен өнеркәсіп үшін тартымдылығын арттыру;
- нанотехнологияларды қоғамның түсіну және қабылдау деңгейін арттыру.

Саясатшылардың қаншалықты дұрыс шешім қабылдағанын тек қана уақыт көрсетеді.

Нанотехнологиялар мен биотехнологияларды дамыту бағдарламалары

Nano2Life консорциумында шамамен 200 ғалым, 23 ұйым және 12 ел Network of Excellence еуропалық бағдарламасы шеңберінде нанотехнологиялық есептерді шешу үшін аймақтық орталықтар, пәндер, біліктіліктер мен тәжірибелер шеңберін анықтау үшін өз күштерін өнеркәсіптік әріптестермен топтастырған. Nano2Life консорциумы 2004 жылдан бастап жұмыс істейді және оның негізінде Еуропалық биотехнологиялар институтын құру жоспарланған болатын. Түпкі мақсаттардың бірі – төрт негізгі тапсырманы орындау үшін бірлескен ғылыми-зерттеу жобаларын қолдау: жұмыс жасау, анықтау, нанокұрылымдардың бірігуі мен оларды басқару. 2004 жылдың сәуір айынан бастап шамамен 30 ғылыми-зерттеу жобалары құрылды, ал олардың ішіндегі 20 жобаны бүгінгі өзінде-ақ Еуропалық одақ қаржыландырады.

Nano2Life консорциумына Дания, Германия, Греция, Франция, Швеция, Израиль, Австрия және басқа да көптеген елдерден келген

ұйымдар қатысады. Олардың жұмыстарына сонымен қатар көптеген өнеркәсіптік компаниялар және жақында құрылған стартаптар белсенді қатыспақшы.

Болашақты болжау

Lux Reserch компаниясы өзінің The truth about Nanotech Tools (Нанотехнологиялық құралдар туралы шындық) атты есебінде нанотехнология аймағындағы көш басшылар болып есептелетін АҚШ-тың 20-дан астам бастаушы компанияларының, сонымен қатар, 49 корпорация, университет пен бастаушы компаниялардың жетекшілерінің пікірлерін жинақтаған.

Олардың сұхбаттары нанотехнология аймағындағы мамандар көмегімен талданып, 12.2-суретте көрсетілгендей график түрінде көрсетілді.



12.2-сурет. Нанотехнология техникалық аумақ пен өнімдер арасындағы әрекеттесуді камтиды

2005 жылы нанотехнологиялық құралдар нарығы тексерілетін үлгілерден құралды. Олар нанотехнологиялық орталықтар пайда бола бастаған кездегі, алғашқы нанотехнологиялық серпіліс нәтижесі болды.

Lux Research компаниясының есептерінде қазіргі таңда жаңа наноматериалдардың сапасын бақылауға арналған арзан әрі тиімді құралдар бар екендігін көрсеткен. Алайда, наноөнімдерді шығарушылар көбінесе, сканирлейші зондтық микроскоп пен электрондық микроскоппен қанағаттанады. Енді нарық іс-жүзінде қанықты және жаңа зерттеу құралдарының саны енді біртіндеп азая бастайды.

Келешек наноғылым мен нанотехнология даму үшін мүмкіндіктері жақсартылған құралдар жасау, пайдалану және жетілдіру қажет. Нанокұралдардың мүмкіндіктерін кеңіткенде ғана денсаулық сақтау, электроника, қоршаған ортаны қорғау және ұлттық қауіпсіздікті қамтамасыз етуде жаңа жетістіктерге қол жеткізуге болады.

Неге назар аудару керек?

Телехабарлардың бағдарламаларында «неге назар аудару керек» стиліндегі жарнамалық айдарларды жиі көруге болады. Нанотехнологиялар – бұл ғылым мен келешек техникада «неге назар аудару керек» екендігін дәл көрсетеді. Жақын болашақта елеулі нанотехнологиялық өрлеу күтілуде. Біріншіден, 2015 жылы нанотехнологияны пайдаланудан кіріс 1 трлн АҚШ долларынан асады. Екіншіден, болашақта нанотехнологиялар жеке пайдалану құралдарынан (косметика, киім және т.б.) бастап, дәрі-дәрмек, жанармай элементтері мен энергия тасымалдаудың жаңа әдістеріне дейінгі өмірдің барлық аймақтарына енеді.

Кейбір эксперттер наноматериалдарды жақын 10 жылдағы инвестиция аймағы деп қарастырады. Медицина олардың ішіндегі ең тартымды аймағы, бірақ FDA реттеуші саясатының күрделі болуына байланысты жаңа материалдардың медицинаға енгізілуі баяулауы мүмкін. Алайда наноматериалдардың қызықтыратын қасиеттері оларды енгізудегі барлық келеңсіздіктер мен қиындықтардың орнын толтыра алады.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Dow Jones компаниясының тіркеуінде компаниялардың қанша пайызы наноөнімдерді жасайды немесе пайдаланады?

- а) 25%;
- ә) 40%;
- б) 50%;
- в) 62%.

2. Нанотехнология аймағында жұмыс істейтін компаниялар өз назарларын наноэлектроника, наноматериалдар және қандай аумақтарға аударады?

- а) мұнай өңдеу;
- ә) теңіз геологиясы;
- б) бионанотехнология;
- в) диеталық сусындар.

3. Дания, Германия, Греция, Франция, Швеция, Израиль, Австрия ұйымдары қандай консорциум шеңберінде нанотехнологиялық зерттеулерге қатысады?

- а) NanoNow;
- ә) Nano or Bust;
- б) Living the Nano Life;
- в) Nano2Life.

4. Төмендегі өнімдердің қайсысы «нано» журнағын маркетингтік амал ретінде қолданады?

- а) NanoNow;
- ә) Nano or Bust;
- б) Living the Nano Life;
- в) Nano Life.

5. 2015 жылы нанотехнологияны пайдаланудан түскен кіріс қанша құрайды?

- а) 100 млн АҚШ долларын;
- ә) 500 млн АҚШ долларын;
- б) 800 млн АҚШ долларын;
- в) 1 трлн АҚШ долларын.

6. 2005 жылы нанотехнологиялық құралдар нарығы негізінен неден тұрды?

- а) стоматологиялық құралдардан;
- ә) диагностикалық құралдардан;
- б) тостерлерден;
- в) кішкентай роботтардан.

7. NanoBusiness Alliance тобында қанша мүше бар?

- а) 100;
- ә) 165;
- б) 200;
- в) 231.

8. Жеке молекулаларды анықтай алатын наносымдарды қай аймақта пайдаланудың болашағы зор?

- а) оптикалық сенсорларда;
- ә) қартаюға қарсы кремдерде;
- б) боулинке арналған кегльдерде;
- в) құтқарушы жилеттерде.

9. Инвесторлар қандай әдістер іздестіруде?

- а) кірістерді азайту;
- ә) нанотехнологиялық өнімдер жасау;
- б) Internet-компанияларда дағдарыстың қайталануы;
- в) авиарейстердегі тамақтарды жақсарту.

10. Наноқұралдар ғалымдардың не жасауына және пайдалануына көмектеседі?

- а) кішкене актуаторлар;
- ә) кішкене курсорлар;
- б) кішкене карбонаторлар;
- в) кішкене инновациялар.

НАНОУЫТТЫЛЫҚ ЖӘНЕ ҚОҒАМ

Өлім тудырушы ағзалар, ақырет күнінің қаруы, ғалым аждаһарлар мен бақылаудан шығып кеткен жаңалық жиі ғылыми фантастикалық туындылардың тақырыбы болады. Оларды комикстерден, кітаптардан, фильмдерден және компьютерлік ойындардан кездестіруге болады. Кейде тіпті кез келген нәрсе әлемді күйрете алатын сияқты болып көрінеді.

Нәтижесінде адамдар кез келген жаңа технологияның нашар жағын іздеуге әдеттенді. Оның бәрі күдік тудырады және сотқа жаңа іздену арыздары жатады, өте ыстық кофеден бастап, қауіпті медикаменттерге дейін.

Бұқаралық ақпарат құралдары бұл жаңалықтарды дайындықпен таратады және кез келген іс-әрекет жиі-жиі үлкен дауға аналады. Кез келген жаңа технология пайда болғанда қызуғышылықпен қатар күмән ере жүреді.

Жақында жүргізілген зерттеулер нанотехнологияны қоғамның жақсы қабылдағанын көрсетті. Көптеген адамдар олар туралы жеткілікті білмесе де, көпшілігі олардың қолданылуынан оң нәтижелер күтуде. Бұрында да жаңа материалдардың пайда болуымен оң пікірлер туындайтын, ол теріс ойлар, ол кейінірек, күтпеген салдар табылған кезде пайда болатын. Кез келген ашылу – бұл екі ұшы бар таяқ тәрізді болады: ол өрлеу әкелуі мүмкін, ал егер жақсы зерттелмеген болса, онда болжанбаған салдары бар. Пандораның қорабы ашық.

Егер жаңалықтың артықшылығы болса, онда ол ешқандай зиянсыз дегенді білдірмейді. Аз уақыт бұрын біз асбест, талидомид (зиянды қосалқы әсері бар транквилизатор), фреон, ДДТ және т.б. заттарға таң қалғанбыз. Оларды пайдаланудан туындаған үлкен мәселелерден кейін ғана кез келген жаңа ашылуды әлеуетті қауіп ретінде қабылдау ұғымы пайда болды. Кейбір сыншы-күмәншілдерге бізді қатерлі ісіктен құтқаратын немесе энергетикалық мәселелерді шеше алатын технологиялар бір мезетте планетамыздағы өмірді жоя алатындай болып көрінеді. Олар биологиялық нанотехнологиялардың дамуына қарсы. Шындығына келгенде ешқандайда дені дұрыс ойлайтын ғалым адамзаттың өлімін тілемейді. Нанотехнологияны еңгізу қаншалықты

пайда мен қауіп-қатер әкелетінін тек қана уақыт көрсетеді.

Sun Microsystems (компаниясының мамандарының бірі және оның негізін қалаушылардың бірі Билл Джойдың (Bill Joy) 2006 жылдың сәуірінде Wired журналында жарияланған «Why the future doesn't need us wired?» ("Болашақ бізді неге қажет етпейді?") деп аталатын мақаласында бүгінгі технологиялық өрлеудің ағыны адамзат баласының болашағы үшін қауіп тудырып тұр деп айтып кеткен. Негізгі қауіп-қатер ішінде ол гендік инженерия, нанотехнология мен робототехниканы атап өткен.

Қарапайым адамдардың ешқайсысында көріпкелдік қабілет жоқ, алайда әлемнің күйреу сценарийі шынымен-ақ әсіреленген түрде көрсетіледі. Әрине, кез-келген ғылыми ашылу залалды мақсатта пайдаланылуы мүмкін, алайда ол үшін тиімді жаңалықтардан бас тартуға болмайды. Адамзат оларды тығыз халықаралық қызметтестікте зерттеуге, стандарттауға және бағалауға көп мән беру керек. 50 жыл бұрын ядролық соғыс нәтижесінде адамзаттың жойылуынан құтылу мүмкін емес сияқты болып көрінген, алайда тәуекел бұрынғыдай жоғары болса да, біз әлі өмір сүрудеміз.

Біздің кез келген жаңа технологияның барлық әлеуетті мәселелерін толық зерттеуіміз қажет және алдыға өте сақтықпен қадам басуымыз керек. Бірмезетте өрлеуге әдеттегі шеңберден шығудың есебінен ғана қол жеткізуге болатынын түсінуіміз керек.

Нанотехнологиялар және қоғам

Индустриалды ғасыр адамзатқа көптеген жаңа ашылулар, материалдар және өнімдер алып келді. Ағаш пен қағаз тауарлар орнына көмірсутектер негізіндегі пластик өнімдер келді. Бұрынғы қағаз өнімдері контейнерлері біртіндеп қолдануға ыңғайлы суланбайтын және пішінін сақтайтын пластик өнімдермен алмасты.

XXI ғасыр ғылыммен техника дамуының керемет қарқынын көрсетеді. Алайда, даму қарқынының оның қоғамға әсерін ұғынудан алда жүретіні үнемі ескерілмей қалады. Жаңа заттар аса тартымды және бәрінің де ғылыми техникалық өрлеудің алдыңғы қатарында жүргісі келеді. Кез келген “керемет” жаңалықтың әлеуеттік зиянды әсері туралы аздаған адамдар ғана ойлайды. Кейде барлық “жаңа және жетілдірілгендер” “ең жақсы” нәрсе ретінде қабылданады.

Нәтижесінде, мұндай қамсыздықтың азабын тартуға тура келеді.

Мысалы, ауа, су және топырақ улы заттар қоспасымен ластанды. Әлемнің көптеген елдері қоршаған ортаны ластанудан қорғау, өнеркәсіптік кәсіпорындардың жұмысын бақылау және халық арасында жаңа қауіптер туралы мәліметті таратуға көптеген ақша жұмсап отыр. Мұның бәріне уақыт керек. Баяу, әрі шарасыз жердің тағдырына алаңдамайтын және болашағын болжай алмайтын жетекшілерге көз жұмып өтуге болмайтынын түсінетін сана қалыптасып келеді.

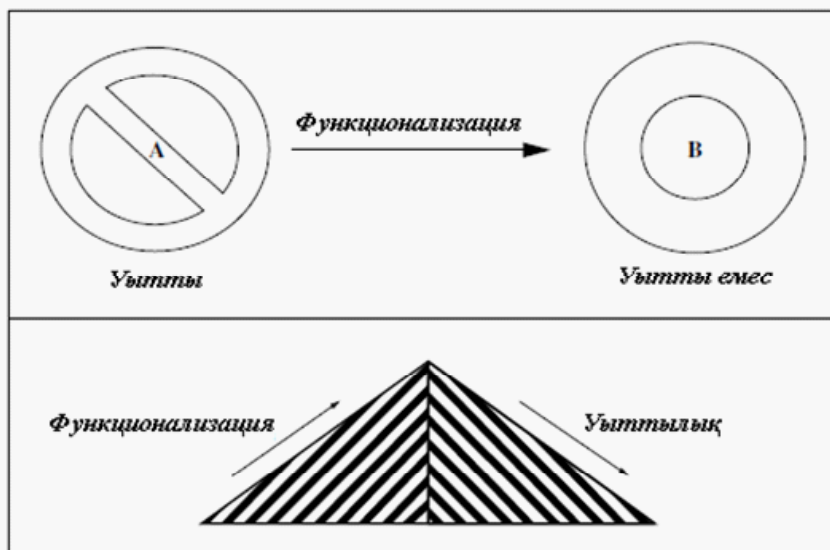
Нанотехнологияның пайда болуымен біргежаңа технологияның қоғамға зиянды әсерін болжауға тырысатын ғалымдар, саясаткерлер мен қоғам қайраткерлер саны артып келеді. Нанотехнология аймағындағы барлық ашылулар керемет және болашағы зор, алайда өткендердің тәжірибесін ескеріп, кейбір қауіптерді ең бастапқы сатыда анықтау керек және ол қолымыздан келеді.

Ерігіштік және уыттылық

Бұрында жаңа нанотехнологияны пайдаланудағы тәуекелді бағалауда нанобөлшектің ерігіштігіне көп көңіл бөлінетін. Себебі, тез ерігіш молекулалар биологиялық жүйелерге енеді және қоршаған ортаға таралады.

Бірінші тарауда біз фуллеренмен танысқан болатынбыз. 1985 жылы бұл молекула ашылғалы бері фуллерен молекулаларының наномасштабты кластерлер түзе алатыны және олардың сулы ортада өте белсенді екендігі белгілі болды. Суда ерімтал фуллерен кластерлері өздерінің цитоуытты (жасушалық уыттылық, яғни жасушаларды улау және өлтіру қабілеті) екендігін көрсеткен және ол балық мий жасушаларының зақымдалуына себепкер болды.

Алайда Райс Викки Колвин (Vicky Colvin), Дженифер Уэст (Jenifer West) Джо Хьюз (Joe Hughes) университеттерінің ғалымдары цитоуыттылықты фуллерендердің беткі қабатына молекулярлық фрагменттерді байланыстыру арқылы төмендетуге болатынын анықтаған. Бұл үдеріс функционализация деп аталды. Бұл функционализацияланған молекулалардың уыттылығы дәл осындай 20 бөліктің миллиардқа қатынасында балықтарға жасаған тәжірибелерінен 50 % аз болған. 13.1-суретте функционализация мен уыттылық арасындағы тәуелділік көрсетілген.



13.1-сурет. Функционализациялау дәрежесінің артуымен наноуыттылық төмендейді

Функционализация әдісі фуллереннің беткі қабатшасына молекула фрагменттерін көбірек байланыстырған сайын арта түседі. Бұл тәжірибе НБ-дің уыттылығын өте қарапайым әдістермен төмендетуге болатынын көрсетеді.

Алайда нанобөлшектердің уыттылық тәуекелін жою үшін олардың беткі қабатының құрылым ерекшелігі мен қасиеттерін нақты түсіну қажет. Әрине, кейбір нанобөлшектердің беткі қабатының қасиетін өзгертуге өзге бөлшектер, материалдар, құрылғы мен үдерістер жеткілікті нақты қосымшада пайдалану үшін басқаша типті өзгерістер қажет болуы мүмкін (мысалы, механикалық, реактивті немесе элетромагнитті қасиеттер).

ЖАСУШАЛЫҚ ДЕҢГЕЙДЕГІ ӘРЕКЕТТЕСУ

Наноғылымның көптеген аймақтарындағы зерттеулердің мақсаты сұйық ортада жасанды алынған нанобөлшектердің токсикологияға әсер ету тетігін зерттеу болып табылады. Нанобөлшектердің аэрозольдерінің тірі ағзалардың тыныс алу жүйелеріне уыттылығы ғалымдарға кеңінен белгілі, алайда сұйық ортадағы нанобөлшектердің уыттылығы өте аз зерттелген.

Ғалымдар беттік қаттамаларды нанобөлшектердің уыттылығын төмендету үшін қалай қолдануға болатынын анықтауға тырысып жатыр. Тәжірибелерден фуллерен молекулалары 100 бөлшек млн сәйкес келетін ерітінділерінде гидрофильді беттік беттік қабаты бар (яғни, суда еруге қабілетті) жиынтықтар түзетіні белгілі болды. Бұл нәтиже фуллерендер гидрофобты болғандықтан, маңызы зор, себебі кластерлер жеңіл ериді және су айдындарында таралады.

Кейбір басқа нанобөлшектер бактерицидтер рөлін атқаруы мүмкін, яғни грамм оң және грамм теріс бактерияларға қарсы агенттер болуы мүмкін.

Химиялық заттардың туындыларының түзілуі

Нанобөлшектердің уыттылығына олардың өлшемдері ғана емес, басқа да факторлар да: химиялық құрамы, беттік заряд, пішіні, құрылымы және т.б әсер етеді.

Фуллеренге тәжірибе жүргізу барысында шамамен миллиардан 20 бөлік концентрациясында олардың цитоуыттылығы анықталған. Бұл басқа химиялық заттармен салыстырғанда, жеткілікті үлкен шама. Алайда фуллереннің цитоуыттылығы басқа да құбылыстармен, мысалы, химиялық заттардың туындыларын түзумен байланысты.

*Химиялық заттардың туындыларын түзу немесе **дериватизация** (derivatization) – химиялық қосылыстың сәйкес химиялық құрылымды туынды өнімге түрлену құбылысы.*

Туынды химиялық өнімдер кейбір химиялық реакциялар нәтижесінде түзіледі. Бұл кезде бастапқы зат А басқа қасиеттері бар: реактивтілігі, қайнау және балқу температуралары, ерігіштігі және химиялық құрамы бар В затына айналады. Химиялық заттардың туындыларын түзу арқылы нанобөлшектердің жағымсыз қасиеттерін, мысалы олардың уыттылығын өзгертуге болады.

Фуллереннің уыттылығы бос радикалдардың болуынан жасушалық мембраналарға әсер етеді. Тәжірибелер көрсеткеніндей бұл әсерді фуллереннен алынған туынды химиялық заттарды қолдану арқылы төмендетуге болады.

Сәйкес зерттеу тәжірибелері кварц, титан және темір тотықтарының нанобөлшектерінде жүргізілуде.

МОБИЛЬДІЛІК (ИКЕМДІЛІК)

Нанотехнологияны қолданудағы келесі басты қауіп-қатер нанобөлшектердің ерекше икемділігімен байланысты. Нанобөлшектер өздерінің аса кіші өлшемдеріне байланысты іс-жүзінде барлық затқа ене бастайды. Ешқандай да әдіспен тоқтата алу мүмкін емес. Нанотозанды елестетіп көрінізші.

Бұл аурулар мен вирустармен күресуде артықшылық береді, алайда бұл қоршаған ортаны қорғау кезінде үлкен мәселелер туындатуы мүмкін.

7-тарауда қоршаған ортаны темір нанобөлшектерінің көмегімен қорғау әдістері айтылып кеткен болатын. Бірақ оларды кеңінен қолданар алдында темір нанобөлшектерді уытты қалдықтардан тазартқаннан кейін қалпына келтіре білуіңіз керек.

Алайда бұл әрқашан керек емес. Лихай университетінің қызметшісі Ужан Вейсянь (Wei-Xian Zhang) қоршаған ортада бар болғандықтан, оны тазаландыру керек емес деп баяндайды.

Басқа химиялық құрамы бар нанобөлшектердің реактивтілігі олардың қолданылу шарттарына байланысты өзгеше болуы мүмкін. Байқалатын қауіпсіздікке қарамастан олардың әлеуетті уыттылығын өте терең тексеру керек.

Жаңа нанотехнологиялар алып келіп жатқан әлеуетті қауіпті бағалау кезінде, бұрынғы ДДТ мен басқа "таңқаларлық" химикаттарды қолданудағы сынау мен қателесудегі мол тәжірибені ескеру керек.

Нанотехнология бойынша халықаралық кеңес

Жақында Райс Университетінде (АҚШ) нанотехнология бойынша Халықаралық кеңес International Council on Nanotechnology – ICON құрылды. Кеңес жаңа нанотехнологияны пайдалануды, қоршаған ортаға және денсаулыққа қауіп-қатерін төмендету іс-әрекетін талдау және қабылдау, бағалаумен айналысады. Бұл міндетті орындау үшін ICON қоршаған ортаны қорғау аймағында жұмыс

істейтін өнімдермен, өндіріс жұмыскерлерімен, инженерлермен және ғалымдармен жұмыс істеуде. 7-тарауда айтылып кеткендей, ICON мүшелері нанобөлшектердің жасушалармен әрекеттесу үдерістерін зерттейді, стандарттар мен терминдер жасайды, сонымен қатар қоғамға әлеуетті қателерді түсіндіруді талдаумен айналысады.

НАНОМАТЕРИАЛДАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТТЕР НЕГІЗІ

ICON қол жетімді мәліметтер қорын біріктіре отырып, орталық репозиторилік ғылыми-зерттеу жобаларының бірыңғай мәліметтік желісін құрайды. Райс университетінің ғалымдары, Оук-Рейдж Ұлттық зертханасы Энергетика Министрлігінің қызметтерімен бірлесе отырып, наноматериалдардың қоршаған орта мен адамдар денсаулығына әсері туралы бірыңғай мәліметтер жүйесін жасады. 2005 жылы ғалымдар мен саясаткерлердің наноматериалдар мен нанотехнологиялардың әлеуетті қауіптері туралы ең жаңа мәліметтерді алуға мүмкіндік беретін ғылыми әдебиеттер каталогы (<http://icon.rice.edu/reserch>) іске қосылды.

Интернет арқылы кез келген қалаған адам нанотехнология аймағы бойынша кеңес беру қамқорлығы атымен осы базаға еркін кіре алады. Сонымен тек қана ғалымдар ғана емес, қызыққан оқушы да өз әлемінен интерактивті режимде сұрақ құрастырып, нанотехнологияны пайдалану қаупі туралы әлеуетті мәлімет ала алады.

ICON қоғамға кең таралуы үшін мерзім сайын өте маңызды мақалаларға арналған пресс-релиздер шығарып тұруды жоспарлап отыр. Сонымен бірге, кадмий селенидінің кванттық нүктелерінен бастап, басқа да мәліметтерді, наноматериалдардың қоршаған орта мен адамдар денсаулығына зиянды әсері туралы зерттеулердің орындалуы туралы мәліметтер халыққа жарияланып тұрады.

ICON негізгі мақсаты нанотехнология мен олардың қоршаған ортаға әсерін зерттеудегі соңғы жетістіктерді сипаттайтын жалпыға түсінікті мәліметтер банкін жасау болып табылады. Бұл инновациялық стандарттар мен ережелерді жасау және қолдануды енгізудің ең жақсы жолын жасауға мүмкіндік береді.

Тұрақты даму

Ұлттық нанотехнология бастамасы шеңберінде (NNI) нанотехнологияның тұрақты даму жоспарымен олардың қоршаған ортаны қорғау, денсаулық сақтау, заң істері, этика және басқа да қоғамдық өмір салаларына әсерін бағалау жоспарлары жасалды. Мұндай әсерді белсенді зерттеу жұмыстары жаңа ашылған ғылыми жаңалықтар мен олардың іс-жүзінде пайдалану артықшылықтары мен кемшіліктерін ескере отырып жүргізіледі.

Өкіметтік және жеке меншік ғылыми-зерттеу ұйымдары NNI шеңберінде наноматериалдарды өндіру және пайдалану қатынасында реттеуші саясатты қалыптастыру үшін тығыз қызметтестік жүргізіледі. Ережелерде қандай да бір кемістіктер табылған жағдайда оларды жоюдың қажетті шараларын қолдану керек.

ТӘЖІРИБЕЛЕР

АҚШ еңбекті қорғау Ұлттық институты (National Institute of Occupational Safety and Health) наноматериалдармен тәжірибелік жұмыс істеу туралы шолу құжат дайындап шығаруды жоспарлап отыр.

Екінші тарауда айтылып кеткендей, ғалымдар мен инженерлер жұмыс нәтижелерін сенімді салыстыруға мүмкіндік беретін наномөлшерлі деңгейдегі жаңа өлшемдер стандартын жасауға тырысып жатыр. Айтылып кеткен наноматериалдармен тәжірибелік жұмыс істеу туралы шолуы құжат нанотехнология аймағындағы еңбек қауіпсіздігін жақсартуға мүмкіндік береді. Мамандар нанотехнологияларды әртүрлі аймақтарда пайдаланудың ұзақ мерзімді тәжірибелері жалпыланған осы есеп жарық көргеннен кейін қоғамның нанотехнологиялар туралы жағымсыз пікірлері біршама азаяды деп үміттеніп отыр.

ҚОҒАМНЫҢ ҚАРЫМ-ҚАТЫНАСЫ

Нанотехнология тепе-теңдікте даму үшін әлем елдерінің өкіметтері қоғамның реакциясына қажетті көңіл аудару керек.

Төменде нанотехнология мен қоғам қатынасын анықтайтын маңызды қоғамдық өмір көзқарастары келтірілген:

- нанотехнологияның артықшылықтарына рұқсат;
- жұмысбастылыққа әсері;
- жаңа дәрі-дәрмектермен емдеу;
- өндіріске әсері;
- денсаулық пен қоршаған ортаға әсері;
- жеке тұлға мен жеке меншік құқықтарына қол сұғылмаушылық (наносексорлар көмегімен дербес мәліметтерге рұқсат алу).

Нанотехнологияның жауапты дамуы үшін өкімет NNI көмегімен қоғаммен мәлімет алмасу жолдарын қалыптастыру керек екендігін білдіреді. Ал нанотехнологияға деген сақтық көптеген ғылыми-фантастикалық туындыларда жаңа технологиялардың дамуы нәтижесінде басқарылмайтын кері зардаптардың баяндалуымен түсіндіріледі.

Мәліметтер ашық қоғам мен өкіметтің дұрыс шешім қабылдауын және өзара сенімділік негіздерін қалыптастыруды жетілдіреді.

Бүгінгі жедел дамып келе жатқан әлемде біз пікірлерге, мәліметтерге және идеяларға шамадан тыс қанықпыз. Мәліметтердің шексіз ағынында шындық пен жорамалды өтірік әңгімеге сүйенген өтірік бояманы ажырату қиын. Жаңа технологияларды түсіну және қабылдау жаңа әдістер мен материалдарды күнделікті өмірге енгізуде негізгі фактор болып табылады.

БІРТІНДЕП ЕНГІЗУ

Үкімет нанотехнологияны пайдалану бойынша “бәрін өз орнына қойғанға” дейін оның күнделікті өмірге бірқалыпты және біртіндеп енгізуді насихаттау қажет. Бұл олардың біздің өмірге енуін тежеу керек дегенді білдірмейді, алайда бұл үдерістің барлық тұстарын қадағалап отыру қажет. Нанотехнологияларды өндірісте пайдаланар алдында тәуекелді ескеру керек, сонымен бірге жолдары табу, адам іс-әрекеттерінің барлық аймақтарында наноөнімдерді өндіру мен пайдаланудың жаңа қауіпсіз стандарттарын жасау керек.

Қоршаған орта, денсаулық сақтау және қауіпсіздік

NNI бастамасы шеңберінде нанотехнологияның қоршаған ортаға, денсаулық сақтауға және қауіпсіздікке әсерін бағалауға белсенді күш салынып отыр. Бұл зерттеулер масштабы жаңа нанобөлшектер, нанокұрылымдар, наноматериалдар және наноөнімдер пайда болуына сай артып келеді.

Бұл бағыттағы NNI жобалары ішіндегі басым жобалар ретінде келесілерді атауға болады:

- наноматериалдардың денсалыққа әлеуетті тәуекелін зерттеу;
- АҚШ қоршаған ортаны қорғау Ұлттық институты, АҚШ қорғаныс министрлігі, АҚШ энергетика Министрлігі мен Ұлттық ғылыми қоры күштерінің шоғырлануы;
- АҚШ Ұлттық стандарттар институтымен бірге жаңа стандарттар жасау;
- NNI мүшелерімен мәлімет алмасу;
- реттеуші саясат бойынша шешім қабылдау үшін ғылыми-техникалық іс-әрекет басымдылықтарын анықтау және жіктеу;
- үкіметтік, коммерциялық және ғылыми ұйымдардың тығыз қызметтестігіне қолдау көрсету;

Бұл тапсырмалардың орындалуын нанотехнологияның қоршаған орта мен денсаулыққа әсерін зерттеу бойынша жұмысшы топ (N E a M I W G-NEHIWG) пен басқа да нанотехнологиялық және реттеуші агенттіктердің тығыз бірлестікпен жүзеге асыруда. Бұл жұмысшы топтың мақсаттарының бірі – наноматериалдардың өмірлік айналымын зерттеу және олардың қоршаған ортаға әсері дәрежесін бағалау.

NNI ШЕҢБЕРІНДЕГІ АҒЫМДАҒЫ ЗЕРТТЕУЛЕР

2004 жылы NNI шеңберінде қоршаған ортаны қорғау және денсаулық сақтау аумақтарындағы ғылыми-техникалық жұмыстарға 105,8 млн АҚШ доллары көлеміндегі қаржы немесе NNI жалпы қаржыландыруының шамамен 11% бөлінген. 2006 жылы 23 үкіметтік институттарды біріктіретін тағы да бір бағдарламаның шеңберінде нанотехнологияның қоршаған орта мен денсаулыққа әсерін зерттеу үшін қосымша 39 млн доллар бөлінген.

Жасанды нанобөлшектің әсерін бағалау үшін алдымен табиғи жолмен нанобөлшектің пайда болған әсері қандай екендігін зерттеу

әрекеттері жасалған. Оларға шөл даладағы құм тозаңы, жанартау күлдері, тоғай өртінің түтіндері, бактериялар мен вирустар жатады. Сонымен бірге, дәстүрлік өнеркәсіптік үдерістер де нанобөлшектер көзі болып табылады (бұл, мысалы, жану өнімдерін түзілген күй, пайдаланылған газ қалдықтары, ұшқыш бояулар мен дәнекерлеу болуы).

Нанобөлшектерді пайдаланудан туындайтын қауіп-қатер уыттылық деңгейі мен олардың әсер ету мерзімінің ұзақтығына тура тепе-тең:

ТӘУЕКЕЛ = УЫТТЫЛЫҚ * ӘСЕР ЕТУ МЕРЗІМІ

Мысалы, егер нанобөлшектің уыттылығы жоғары болмаса, ал әсер ету уақыты көп болса (бірнеше жыл), онда туындайтын тәуекел біршама болады. Уыттылық жоғары болған сайын тәуекел артады және де керісінше – уыттылық төмен болған сайын, тәуекел төмендейді. Сәйкесінше әсер ету мерзімі көп болған сайын тәуекел артады, ал әсер ету уақыты азайған сайын туындайтын тәуекел азаяды.

Бүгінгі таңда жасанды нанобөлшектің әрекеттесу тәуекелі (мысалы, көміртекті нанотехнологиялар) наноматериалдар өндірілетін немесе зерттелетін ғылыми-зерттеу зертханаларындағы қызметкерлермен ғана шектеледі. Алайда бұл ахуал жақын уақытта өзгеруі мүмкін және адамзат баласы осындай өзгерістерге дайын болуы қажет.

Тәуекелді бағалау

Дьюк Университетінің профессоры Марк Визнер (Mark Wiesner) бүгіннің өзінде әртүрлі наноматериалдардың уыттылықтарын мұқият танып білуде, қазіргі таңда осы университет ғалымдары келесі бес наноматериалдың бірқабатты көміртекті нанотехнологиялар, фуллерендер, кванттық нүктелер, алюмоксан және титан диоксидінің салыстырмалы талдауын жүргізіп жатыр. Зерттеу наноматериалды өндіру барысында пайда болатын тәуекелдерге арналған.

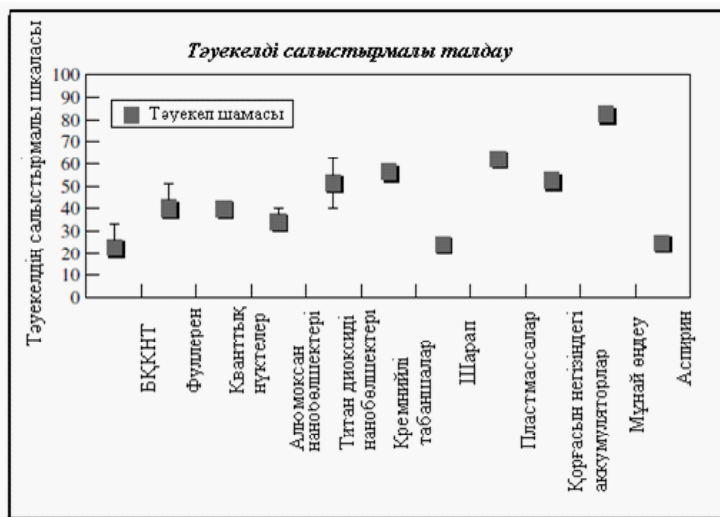
Бұл кезде бастапқы материалдар, дайын өнімдер мен әртүрлі температура мен қысымда алынған өнеркәсіптік қалдықтар тестіленеді. Олардың қасиеттері туралы мәліметтер базаға енгізіліп, ұшқыштығы, тұтануы, уыттылығы мен белсенділігіне байланысты салыстырмалы тәуелді анықтауға талдау жасалады.

Тәжірибе нәтижелері бойынша аталған наноматериал өндірісі тәуекелін көптеген басқа стандартты материалдар өндірісі тәуекелімен салыстыруға келеді. 13.2-суретте осы талдаудың нәтижелер графикалық түрде көрсетілген.

Осындай талдауды ұзақ мерзім қолданылатын нанобөлшектері бар опа-далап және күннен қорғайтын кремдерге жүргізу керек.

NNI-дың сәйкес зерттеулері *in vivo* және *in vitro* тәжірибелері көмегімен наноматериалдарда жасушалық және молекулярлық деңгейде өтетін үдерістерді түсіндіруге; наноматериалдардың қоршаған ортаға әсері туралы түсініктерді кеңітуге; қоршаған орта мен адам денсаулығына әлеуетті тәуекелді анықтауға; наноматериалдарды пайдалануды бақылау әдістерін және олармен қауіпсіз жұмыс істеудің стандартты әдістемелерін жасауға мүмкіндік береді.

Жоғарыда аталған институттардың (NNI, NIOSH, NENIWC және т.б) тығыз қызметтестігі жинақталған тәжірибелерді қорытындылап, наноматериалдарды ғылыми-техникалық өнеркәсіптік және қоғамдық ұйымдарға пайдалануға беруге арналған еңбек қауіпсіздігі болып табылатын бірыңғай ережелер мен нормалар жасауға мүмкіндік береді.



13.2-сурет. Көптеген наноматериалдар өндірісінің тәуекелі басқа стандартты материалдар өндірісі тәуекелімен салыстыруға келеді

Мәліметтерді тарату

Нанотехнология аумағындағы жетістіктерді халыққа сәтті ұсыну үшін көпшілікке таралатын мәліметтерді нақты тұжырымдап жеткізу қажет. Жаңалықтар, технологиялар және олардың қолданбалы аймақтары туралы нақты мәліметтерді маркетингілік айла мен бояуларды ажырата білу керек. Нанотехнологияның мағынасын әсірелеп, оларды сипаттауды ғылыми-фантастикалық туындыға айналдыру керек емес. Ғылым мен техникалық шынайы жетістіктерінің өзінің таңғаларлығы соншалықты қосымша жорамалдармен сірелеп түсінбестік тудыру қажет емес.

Нанотехнология мен наноөнімдерді іс жүзінде телефон, компьютер тұтынушыны немесе вакцина сияқты нақты дәрежеде білу керек. Жаңа материалдардың жұмысын жан-жақты түсіну, білу зеріктіріп жібереді. Керісінше, олар «Джерри Магуайер» атты атақты фильмдегі белгілі кейіпкері сияқты: «Маған ақшаны көрсет!» деп сұрайды. Адамдарға жаңа нанотехнология мен наноөнімдерді алу жолдары мен құрылысы емес, бұл заттың олардың өнімдерін қалай жақсартатыны қызықты.

БІЛІМ БЕРУ

Нанотехнология қоғаммен ғылым, техника, экономика, мәдениет, этика, құқық, ұлттық қауіпсіздік және, әрине, білім беру аумақтарында байланысады.

«Төменнен жоғарыға» стиліндегі материалдармен компоненттерді жасаудың жаңа әдістерінің пайда болуды білім беру әдістемесі мен талаптарына әсер етеді. Оларда ғылыми және технологиялық мәліметтердің зор көлемін жаңа реттеуші және этикалық нормаларды ескеру керек. NNI шеңберіндегі білім беру тиімділігін арттыру мәтінінде келесі тапсырмаларды шешу болжанған:

- әртүрлі пәндер арасындағы мәлімет алмасуға көмектесу;
- нанотехнологияны қоғамның қабылдауын зерттеу;
- нанотехнологияның қоршаған ортаға әсерін зерттеу, өмір стандарттары мен бәсекеге қабілеттілігі;
- нанотехнологияның әртүрлі салаларға енгізуге арналған зерттеу үдерістеріне колледж және университет студенттерін тарту.

Нанотехнологияның барлық мүмкін даму бағыттарын ескер-

генде ғана алға қойылған міндеттерді орындауға және осы жолдағы қиындықтарды жеңуге болады. Мұндай сақтанулар нанотехнологияның жетістіктерін бұдан да қауіпсіз және жақсы ойластырылған әдістермен пайдалануға мүмкіндік береді.

Халықаралық ынтымақтастық

Нанотехнология сияқты маңызды аумақтағы зерттеулер бүкіл әлем қауымдастығының көп күш салуын талап ететіні анықталды. Қателіктер мен түсінбеушіліктерді болдырмау үшін энергетика, қоршаған ортаны қорғау, денсаулық сақтау және қауіпсіздік сұрақтары бойынша ашық пікірсайыс пен ашық мәлімет алмасуды жүзеге асыру керек. Бұл бағыттағы бірлескен жұмыстағы сәттілік бизнесті басқару мен қорларды пайдалануға, мәліметтік технологияны дамытуға көмектеседі.

Кейбір елдер нанотехнологияда ортақ қызығушылығы бар ғылыми-зерттеу альекстарын құруды белсенді бастап кетті. 2005 жылы Канада Индиямен бірлескен биотехнология мен нанотехнологияға арналған жобаларына 5,5 млн доллар бөлген.

2000 жылы АҚШ Ұлттық ғылыми қоры әлемнің 25 елі мен Еуропа одағы өкілдерінің халықаралық жұмыс барысындағы кездесуі нәтижесіне зерттеулерге бірге қатысу және нанотехнологияның дамуын қолдау мақсатындағы ортақ декларация жарияланды.

2006 жылдың қаңтарында Майамиде (АҚШ, Флорида штаты) наноуыттылық бойынша бірінші халықаралық симпозиум өтті. Бағдарламада наноматериалдар мен антиоксиданттардың улылығы, олардың әсерлеріне жасушалардың спецификалық бейімділігін анықтау, нанобөлшектерді анықтау және тазалау туралы пікір-сайыстар мен тұсаукесерлер болған.

Кез-келген жаңа бастаулар мен халықаралық зерттеулердің сәттілігі сияқты, нанотехнология аумағындағы жетістіктер барлық іс-әрекеттерді нақты және айқын жоспарлауға байланысты болады. Мамандардың қызығушылықтарын, күштерді біріктіруге және кедергілерді жеңуге байланысты жұмыстарда бір келісімге келгенше көп жұмыс атқару керек болады.

Тәуекел және пайда

Кейбір сыншылдар молекуларлық инженерия қоғамға айтуға тілжетпестей әсер етуі мүмкін деп есептейді.

Күмәншілдер болса, өте кішкене нанокұрылғылар мен жаңа наноқару түрлері экономикалық дағдарыс туындатып, қоршаған ортаға түзелмейтін нұқсан келтіруі мүмкін дейді.

Сонымен бірге нашар жоспарлау жұмыстары мен жеткіліксіз мөлшердегі бақылаулар өнімдерге деген сұраныстың күрт артуына алып келіп, өз кезегінде көлеңкелі экономика күрт артуы да мүмкін.

Алайда бұл күмәншіл бағалауларды барлық жұмыс түрлерінен де көруге болады. Нанотехнологияға байланысты барлық пайда болған тәуекелдер кез-келген ескі, жаңа технология тәуекелдеріне ұқсас.

Барлық айтылған кемшіліктер мен кедергілерге қарамастан біздің әлемдегі нанотехнологияның орны мен рөлін бағалау үшін олардың артықшылықтары мен пайдасын ескеру керек:

- дәрі-дәрмектерді бүтіндей тасымалдау;
- “чиптағы зертхана” көмегімен ауруларды болжау;
- генетикалық ауруларды емдеу;
- наноэлектроника;
- наносенсорлар;
- оптикалық массивтер;
- жанармай элементтері;
- энергияны тиімді өндіру мен тасымалдау.

Ауру түрлерінің көбеюі әрдайым қолайсыздық пен жайсыздыққа алып келеді. Нанотехнологияда қайырымдылық пен қатыгездіктің зор күш қуаты бар. Шындығында нанотехнологияны пайдаланудың тиімділігі тізімімен бірге қолымызда олармен әрқашан ілесе жүретін кемшіліктер тізімін алып жүруіміз керек. Қарапайым шешім жоқ. Тек қана барлық әрекеттерді толық жоспарлау мен талдау, зерттеу ғана әлеуетті қауіп-қатерлердің алдын алуға мүмкіндік береді.

Нанотехнология біздің өміріміздің көптеген тұстарын өзгертетін көп жаңа өнімдерді тиімді және арзан өндіру бағытында сәтті дамып келеді. Алайда алдын-ала ойланбаса нанотехнологияның кеңінен таралуы өте қарқынды екпін алып, адамзаттың олардың мүмкін болатын салдарына көңіл бөлуге уақыты жетпей қалуы мүмкін.

БАҚЫЛАУ СУРАҚТАРЫ:

1. Нанотехнологиялар қандай салалармен түйіседі?

- а) экономика;
- ә) этика;
- б) мәдениет.
- в) барлық аталған аймақтарда.

2. Барлық аталған аумақтар мен АҚШ еңбекті қорғау Ұлттық институты нені дайындауды және басып шығаруды жоспарлап отыр?

- а) Ұлттық нанотехнология күніне арналған парақтар;
- ә) наноматериалдармен тәжірибелік жұмыс нәтижелеріне шолу жасалған құжат;
- б) Нанотүтікшелерді алу әдістері тізімі;
- в) Қоршаған ортаны қорғауға байланысты ең жақсы идеяға сыйлық.

3. Функционализацияланбаған фуллендердің балықтарға жасалған зерттеу нәтижелері көрсетті:

- а) қоршаған ортаға әсерін;
- ә) бағасы қымбаттығын;
- б) жабысқақтығын;
- в) ашық көк түсті.

4. Нанотехнологияларда орасан зор әлеуеттік пайда және не бар?

- а) тәуекел;
- ә) нашарлау;
- б) цирк қойылымы;
- в) мектептегі түскі астың жақсаруы.

5. Фуллендердің беткі қабаттарына кішкене молекулярлы бөліктерді байланыстыру арқылы цитоуыттылықты қалай өзгертуге болады:

- а) арттыруға;
- ә) функционализациялану дәрежесіне байланысты төмендетуге;
- б) бірқалыпты етіп қалдыруға;
- в) екі есе арттыруға.

6. Қоғамның нанотехнологияға қарым-қатынас қоғамдық өмір салаларының қайсысымен анықталмайды:

- а) жұмысбастылыққа әсері;
- ә) жаңа алмасты алу мүмкіндіктері;
- б) жеке тұлға мен меншікке қол сұқпаушылық;
- в) жаңа дәрі-дәрмектер мен емдеу әдістерін ойлап шығару мүмкіндіктері.

7. Нанотехнологияның тұрақты және жауапты дамуына, олардың қоршаған ортаны қорғау, денсаулық сақтау, құқықтану және т.б салаларға әсерін бағалауды зерттеу жұмыстарымен қандай құрылым айналысады?

- а) INN;
- ә) NNF;
- б) NNI;
- в) NTA.

8. Наномасштабты деңгейде өлшеулерді стандарттау нені салыстыруға мүмкіндік береді:

- а) әртүрлі дүкендердегі таразы көрсеткіштерін;
- ә) фунттар мен метрлер;
- б) мейіз бен жаңғақтар;
- в) әртүрлі зерттеулер нәтижелерін.

9. Нанотехнологияға байланысты орасан зор жаңа ғылыми және технологиялық мәліметтерді меңгеруге және олардың көмегімен оның дамуы жолындағы әлеуетті тосқауларды жоюға мүмкіндік беретін не?

- а) кеңес берілген киім стилі;
- ә) қоғамның немқұрайлылығы;
- б) білім беру;
- в) жұмыс орындары ауданының артуы.

10. Функционализацияның есебінен цитоуыттылықты төмендету төмендегі аумақтардың қайсысына инновация енгізуге көмектеспейді?

- а) байланыстар
- ә) суды тазалау
- б) бала тәрбиесі
- в) медицина

АРЫ ҚАРАЙ НЕ ІСТЕЙМІЗ?

Сенбі. Апта сайынғы кешке соңғы дайындық жүруде. Алдыңғы кеште керегеде қандай картина болғанын еске түсіру керек. Аспеннің таулы беттері үлкен Барьер рифі маңындағы теңіз түбі немесе түнгі Нью-Йорк алаулары ма? Нанотехнология мен бейімді оптика жетістіктері нәтижесінде бірнеше клавишаны басу арқылы осы суреттердің кез келгені керегеде пайда болады және қажетті температура мен жарық деңгейі орнайды. Қағаз жапсырмалар мен шамы бар люстралардың керектігі шамалы!

Қол жетімді суреттерді парақтап отырып, өмірдің естелік сәттерін бірнеше секундқа еске түсіруге болады, мысалы, кішкене ініміздің туған күніндегі күлкілі бейнесі. Гавайдағы құмды жағалаудың керемет келбетін таңдау керек шығар. Қонақтар жеңіп киіммен келеді және осы жабдықтау сәйкес келеді.

Ал музыканы не істеймін? Таныс, әрі сүйікті әуендерді айналдырып көрейік: джаз, рок, танго. Наножамылғылармен қапталған керегелерден шығатын көлемдік дыбыс шынайы құралдар дауыстарының керемет әсерін туындатады. Осы кезде нанотехнологияның біздің күнделікті өмірімізге осыншалықты жылдам еніп кеткені туралы ой еркімізден тыс пайда болады. Өрлеу ырығымызға көнбейді: кеше ғана адамдар атпен жүрсе, бүгінде реактивті лайнерлерсіз саяхаттауды елестету мүмкін емес.

Нанотехнологияның келешегі

Биологиялық және химиялық ұстанымдарға, атомдық құрастыруға негізделген нанотехнологиялар өлшемдері 1-10 нм аралығында болатын функционалды құралдар жасауға мүмкіндік береді. Органикалық химияда көптеген жылдар бойы химиялық синтез көмегімен нанокұрылымдар жасалуда. Беттік микроскопия, кремнийлі құрылымдар өндірісі, биохимия, физикалық химия және информатика салаларындағы жетістіктер арқасында соңғы он жылдықта атомарлық деңгейдегі құрылымдар өндірісі мен оларды басқаруда аса көрнекті нәтижелерге қол жеткізілді.

Қоғам үшін үлкен мағынасы бар және оған әсер ете алатын нанотехнологиялардың арқасында жеке атомдардан жаңа молекулалар мен материалдар алу мүмкін болғандықтан ғалымдардың қызығушылығы туындап отыр. Нанотехнологиялар мен олардың пайдалану аймақтарының қарқынды дамуы анық көрініп тұр. Нанотехнологиялар ХХІ ғасырдың негізгі технологиясының бірі болып қалыптасып келеді.

Микро- және нанотехнологияның дамуымен бұрында ғылыми фантастика болып есептелген нәрселер ғылымға айналып келеді. Осыдан 100 жыл бұрын ұялы телефондардың болуын болжау да мүмкін емес еді, алайда микроэлектрониканың жетістіктерінің арқасында қазір олар хотдогтар тәрізді қол жетімді әрі әдеттегі затқа айналды. Сіз қазіргі өмірімізді қысқатолқынды пеш, компьютер және интернетсіз елестете аласыз ба?

Не болды? Адамдар ақылдырақ болып кетті ме? Әрине, жоқ. Шындығында ғылым мен техниканың кез келген жетістіктері алдыңғы жаңалықтарға негізделген. Сонымен, көптеген жылдар бойы жаңа ғылыми нәтижелерге таңғалу жинақтала береді.

Кейбір сәтте олар аяқ астынан табиғи құбылыстарының мүлдем жаңа түсінігін ұсынады: ”Керемет, қараңыздаршы, мен не таптым!” Ғалымдар мен инженерлер үнемі ізденіс үстінде жүреді: олар бір сұраққа жауап тапса, жауабы жоқ жаңа бірнешеуі туындайды. Фуллерен молекулалары ашылғаннан кейін материалдарды беріктендіру мен жеке атомдар мен молекулалар көмегімен ағзаның белгілі бір жеріне дәрі-дәрмектерді нүктелік жеткізу идеялары шындыққа айналды. Жалпы халықтың таң қалуына наномасштабы әлем өте кішкене ғана емес, ол біздің өмірімізге революциялық өзгерістер алып келуі мүмкін екендігі анық болды!

Соңғы 10 жыл бойы ғалымдар мен инженерлер наноматериалдар көмегімен металдардың беріктілігі мен иілгіштігін арттыруды үйренді. Авиакұрылысшылар нанобөлшектері бар нанокомпозиттер мен металл балқымаларды қолдану арқылы тік ұшақтарды жеңілірек әрі үнемдірек етіп жасауға болатынын анықтады.

Өнімдер мен нарықтар

Нанотехнологиялар көптеген ғылыми және инженерлік пәндердің түйісінде орналасқан, сондықтан оларды пайдалану әдістері

төтенше әртүрлі. 14.1-кестеде жақын болашақта нанотехнологияның қолданылынуы күтілетін кейбір аймақтар көрсетілген.

14.1-кесте. Нанотехнологияның келешектегі қолданылу аймақтары

Аудан	«Төменнен жоғарыға» әдісі	«Жоғарыдан төменге» әдісі
Ғарышкерлік	Фюзележ бен соллоға арналған жамылғылар мен материалдар	Қозғалтқыштар мен күн панеліне арналған материалдар
Автокөлік жасау	Антикоррозиялық жамылғылар, қақпақтар, тұтандырғыштар	Қорғасын аккумуляторларына арналған электродтар
Тұтынушы тауарлар	Спорттық жабдықтар, үстелге қоятын және шағын компьютерлер, теледидарлар, опа-далап	Аудиожүйелердің компоненттері
Қару-жарақ	Сауыттар, оқ-дәрілер және оқпандарға арналған жамылғылар	Қозғалтқыштар компоненттері
Қоршаған органы қорғау	Ластаушы заттарды жинау, суды және ауаны тазалау құралдары, керамикалық мембраналар	Күн панелдеріне арналған материалдар
Өнеркәсіптік жамылғылар	Қоршаған ортаға қауіпсіз жамылғылар (хром, кадмий және бериллийді алмастырушылар), магнитті жамылғылар	Антикоррозиялық жамылғылар
Медицина	Имплантанттарға арналған жамылғылар, антимикроб жамылғылар	Сенсорлар, «Чиптағы зертхана»
Энергетика	Ядролық реакторлардың компоненттері, электротасымалдау сызықтарына арналған кабельдер	Радиоактивті қалдықтарға және қазба жанармайларының жану қалдықтарына, контейнерлерге арналған жамылғылар

ҒЫЛЫМНАН НАРЫҚҚА ДЕЙІНГІ ЖОЛ

Кейбір бағаулар бойынша 2006 жылы шамамен 460 жекеменшік компания, 100-ден астам инвестор мен 300 ғылыми-зерттеу ұйым және мемлекеттік мекемелер нанотехнологияны енгізу жұмыстарымен айналасқан. Олардың көбі өздерінің ғылыми-зерттеу жұмыстарын өнеркәсіптік пайдалану сатысына дейін жеткізген және ол өз өнер табуларына рәсімделген толып жатқан патенттермен дәлелденді.

Мюнхендегі (Германия) Еуропалық патент бюросының мәліметтері бойынша 1981 мен 1998 жылдары арасында нанотехнология бойынша рәсімделген патенттер саны 28-ден 180-ге дейін өскен, ол 1999 мен 2003 жылдары арасында өсім жылына шамамен 7 % сәйкес келеді. АҚШ-та нанотехнология бойынша патенттер санының өсу қарқыны жылына 28 % құраған, ал олардың саны 479-дан 1011-ге дейін артқан.

Нанотехнологияны жылдам енгізудің негізгі факторының бірі оларды өнеркәсіпте және тұтынушы нарықта пайдаланудан түскен әлеуетті пайда болып табылады. Алайда жаңа технология тағдырын болжау – аса тәуекелді жұмыс. Көптеген маркетингтік нанотехнологияның жарқын болашағына сенеді, алайда ешкім олар қайда және қашан пайда болатынын және қандай коммерциялық кіріс беретінін айта алмайды.

Кейбір аналитиктер нанотехнология бойынша ғылыми зерттеулердің шыңына 2010 жылы қол жетеді, ал оларды ірі масштабты енгізу шамамен 2015 жылы жүзеге асады деп есептейді.

Кейбір бағалаулар бойынша 2001 жылы нанотехнологияны енгізу мен зерттеуге шамамен 50 млрд доллар жұмсалған.

2000 жылы АҚШ Ұлттық ғылыми қоры 2015 жылы наноөнімдер мен нанотехнология нарқы 1 трлн долларға жетеді деп болжаған болатын. Lux Research агенттігінің аналитиктері наноөнімдер мен нанотехнологияны енгізуден 2,6 трлн доллар пайда түседі деп болжады.

Нарық басшысы

Нанотехнологияның дамуы мен оларды енгізу үдерістерін бағалай келгенде нанотехнологияларды жылдам, әрі тиімді енгізуге болатын өнеркәсіптік аймақтарды анықтау маңызды. АҚШ Ұлттық ғылыми қорының қызметкері, нанотехнология аумағы бойынша аға аналитик Михаил Роконның (Michel Roko) ойы бойынша, есептеуіш техника мен

фармологияның келешегі зор болады. Ал басқа көптеген аналитиктер негізінен медицинаға дауыс берген. Бүгінгі таңда нарықта шамамен 400 нанотехнологиялық өнімдер бар, олардың көбі опа-далап, жамылғылар, маталар, сенсорлар мен дисплейлерге жатады. Олардың көпшілігі теннис ракеткалардың және доптарының, автомобиль бамперлерінің, күннен қорғаушы кремдердің және көзілдіріктердің, спорт шалбарлары мен күртелердің ажырамас бөлігіне айналды.

АҚШ Ұлттық ғылыми қоры көптеген нанотехнологияларды алғашқы даму кезеңдерінде көптеп қаржыландыруы арқасында олардың нарықтық өнімдері болжағаннан ертерек пайда болуы мүмкін. Жинақталған тәжірибелер негізінде ғалымдар мен инженерлер көптеген мәселелерді бастапқы сатыда шешіп, жаңа технологияларды жылдам енгізе алады.

Патенттер

Патент құрастыру кезінде қорғайтын идеяның жаңалығын бағалау және оны бұрынғы идеялар нұсқаларының ішінен бөліп көрсету маңызды, соңғы онжылдықта коммерциялық компаниялармен қатар, көптеген университеттер патенттердің маңыздылығын мойындады.

***Патент** – жеке құқығын растайтын, тиімді немесе өнеркәсіптік үлгіге жаңалық ашудың авторлығы мен артықшылығын көрсететін ресми құжат.*

Патенттің жарамдылық мерзімі патенттеу нысанына байланысты (әдетте 10-нан 25 жылға дейін). Патент зияткерлік жекеменшік бойынша мемлекеттік органның орындаушы өкіметімен, мысалы, Ресей Федерациясындағы мұндай орган интеллектуалды жеке меншік, патент және тауарлық таңба бойынша Федералды қызмет саналады. Қандай да бір аймақ бойынша патент алу қарқындылығы оның ағымдылығы және болашақтығы белсенділігінің көрсеткіші болуы мүмкін. Мысалы, нанотехнология аумағындағы барлық патенттердің шамамен $\frac{1}{4}$ -і жаңа құралдарға арналған. Бұл нанотехнологиялар даму сатысында екенін көрсетеді және осы кезде жақсы наноқұрылымдарды өндіру әдістері мен құралдарын жасау маңызды.

Бұл жағынан информатика, химия және фармокология ең дамушы аумақтарға жатады. Мысалы, информатикада бұл жоғары

сиымдылығы бар сақтау құралдары, жалпақ дисплейлер, электрондық қағаз және т.б. Информатиканың дамуы үшін наномасштабты деңгейде мәліметтерді сақтау, тасымалдау, өңдеу әдістерінің маңызы зор.

Химия мен фармакологияда көптеген патенттер дәрі-дәрмектерді нүктелік жеткізу, қатерлі ісік және басқа қауіпті ауруларды болжау және емдеу әдістеріне арналған. Құрылыс, аэроғарыш аумағы сияқты аймақтарда да патенттер саны артуда, бірақ олардың үлесі әлі көп емес. Болжам бойынша нанотехнология мен наноөнімдердің жаппай нарыққа шығуы алдымен информатика мен фармакология аумақтарында жүзеге асады деп есептеледі. Дәл осы ағым соңғы 25 жыл бойы байқалып келеді.

Кілттік қосымшалар

Наноматериалдар ерекше физикалық және химиялық қасиеттер көрсетеді. Оларды көптеген әртүрлі қосымшалар үшін сәтті қолдануға болады. Төменде бүгінгі уақыттан бастап 2015 жылға дейін нанотехнология мен наноөнімдердің келешекте пайдаланулары мүмкін аумақтар аталып өтіледі.

ҚҰРАЛДАР

Бұларға нанобөлшектерді талдау, алу, өңдеу және басқаруға арналған құрылғылармен бейімделулерге байланысты әртүрлі құралдар жатады. Жетілдірілген құралдар наномасштабты құрылымдардың өлшемдері мен қасиеттерін өте дәл өлшеуге мүмкіндік береді.

Жаңа наноқұрылымдарды жасау және өлшеу үшін атомды күштік микроскоптар, сканирлеуші зондты микроскоптар, наноманипуляторлар, оптикалық пинцеттер мен басқа да құралдар қолданылады.

Жақын уақытта бұл құралдардың дамуы нанотехнология дамуының негізгі катализаторы болады.

Өндіріс

Вольфрам мен титан карбиді нанобөлшектері негізіндегі кесуге арналған жаңа құралдар өздерінің ірілеу түрлерімен салыстырғанда,

берігірек және тозуға және коррозияға төзімдірек. Олар жұмысты жылдамырақ орындауға мүмкіндік беретіндіктен үнемдірек әрі тиімдірек болып саналады.

Электрондық құрылғылардың мөлшерін кішірейту үшін бұрғыларда нанокристалды материалдар қолданылады. Олар дәлірек кескін алуға мүмкіндік береді және (диаметрі 100-мкм ден аз) дәстүрлі материалдан жасалған бұрғылармен салыстырғанда тез тозбайды.

Мұнай-газ өнеркәсіптерінде қолданылатын ықшам бұрғыларда өзін жақсы көрсеткен карбидті және алмас жамылғылар пайдаланылады.

БИОИНЖЕНЕРИЯ

Кейбір аналитиктер наномедицина мен онымен байланысты аумақтар 2015 жылы биологиялық ғылымның хал-жағдайын 80% өзгертеді деп есептейді.

***Биоинженерия** – бұл биология мен техника әдістері ортақ мақсаттарға жету үшін қолданылатын қызмет аумағы, мысалы ауруларды диагностикалау және емдеу.*

***Биологиялық инженерия** – бұл инженерлік және техникалық білімдерді медицина мен биологияда пайдалану туралы ғылым, мысалы жасанды мүшелер жасау үшін (сүйектер, сіңірлер, жүректегі қан жолы тетігі) және т.б.*

Егер нанотехнологияның даму өрлеуі ағымдағы қарқында жалғасатын болса, онда денсаулық сақтау аумағында бұрында болып көрмеген келешекті ашылады. Бесінші және алтыншы тарауда қауіпті ауруларды диагностикалаудың жаңа әдістері сипатталған болатын.

Кейбір бағалаулар бойынша биологиялық ғылымдарға нанотехнология нарығы 2002 жылы шамамен 8 млрд долларға, 2006 жылы 30 млрд долларға тең болған. Болжамдар бойынша 2010 жылы бұл шама 104 млрд долларға жетеді деп есептеліп отыр. Бұл жұмыстармен 2002 жылы 600 компания айналысса, 2010 жылы олардың саны 3000-ға жетуі мүмкін.

Алайда нанотехнология өрлеуі бірге жүретін заңдылық және этикалық факторлардың маңызын арттыратынын айта кету ке-

рек. Генетикалық түрлендірілген ағзаларды енгізу кезіндегі сияқты қоғамдық пікір нанотехнологияны енгізуде де маңызды рөл атқарады. Дәл осы себептен көптеген нанотехнологияны зерттеушілер нанотехнология тәуекелдерін бағалау мен оларды жою бойынша шешімдер қабылдау үдерістеріне қоғамды қатыстыруға көп көңіл бөледі.

Медициналық имплантанттар

Бүгінгі таңда көптеген медициналық имплантанттар (мысалы, сүйектер немесе жүрек клапондары) титан балқымалары, тат баспайтын болат және арнайы пластмасса (мысалы, полиэтилен негізіндегі) материалдардан жасалады. Бұл балқымалар мен пластмассалар биологиялық үйлесімді болғандықтан қолданылады. Ортопедиялық имплантанттардың (жасанды сүйектер) тығыздығы жоғары және олардың кеуектері жоқ.

Биологиялық үйлесімді материалдар (мысалы, титан, алтын және тат баспайтын болат, пластмасса) ағза ұлпаларымен реакцияға түспейді және ағзаның иммундік реакциясын тудырмайды.

Имплантант табиғи сүйек сияқты жұмыс істеу үшін қоршап тұрған ұлпалардың оған жабысып өсуге мүмкіндігі болу керек. Бұл имплантантқа қажетті беріктік береді. Әдеттегі имплантанттар материалдары өте берік болғандықтан оларға адам ұлпалары жеткілікті дәрежеде ене алмайды және сондықтан оларды пайдалану тиімділігі төмендейді. Сонымен қатар пластмассалардан жасалған имплантанттар жылдам тозады (шамамен 10 жылда) және оларды алмастыру үшін өте ұзақ уақыт алатын күрделі және қымбат хирургиялық оталар жасау керек болады. Көптеген емделушілер үшін бұл өте қымбат.

Биоинженерия аумағындағы мамандар үнемі медициналық имплантанттар ретінде қолдануға болатын жаңа материалдар іздеу үстінде. Мысалы, цирконий оксидінің нанокристалдарының қаттылығы, тозуға төзімділігі, коррозияға тұрақтылығы және биологиялық үйлесімділігі өте жоғары, сегізінші тарауда айтылып кеткендей, керамикалық материалдарды золь-гель ауысу көмегімен кеуекті етіп жасауға болады. Аэрогель ретінде мұндай материалдар олардың салмағынан 100 есе артық жүктемеге шыдай алады, осының салдарынан олардың негізіндегі имплантанттар тиімділігі мен құны біршама төмендейді. Салмағы аз, беріктілігі мен қаттылығы жоғары, биологиялық үйлесімді, төзімді және коррозияға тұрақты кремний

карбиді негізінегі наноматериалдары жүректің жасанды клапандарын жасау үшін пайдалануға болады.

Нанокерамика негізіндегі медициналық импланттанттардың әсіресе остеопорозбен зардап шегетін үлкен жастағы адамдарға көп пайдасы тиеді.

КОМПЬЮТЕРЛЕР МЕН ЭЛЕКТРОНИКА

Тоғызыншы және оныншы тарауларда нанотехнологиялар есептеуіш техника, электроника, сенсорлар және байланыс аумақтарында көптеген мүмкіншіліктер ашатыны айтылып кеткен болатын. Нанотехнология есептеуіш техниканың өрлеуіне қалай әсер етеді? Мықты және тиімді компьютерлер пайда болғанда не болады? Өрлеу қаншалықты ілгерілейді? Кейбір аналитиктер жаңа компьютерлердің ерекше есептеуіш күші информатика, медицина, энергетика және транспорт саласында ерекше өзгерістерге алып келеді. Электрондық және адамзат ақылы арасындағы шекара барынша азаюы мүмкін. Имплантацияланатын операциялық жүйелер пайда болуы мүмкін деп қарастырайық, мысалы, ағзаны иммундық қорғауды күшейту үшін.

Электроника аумағындағы мамандар электрондық құрылғылар мен олардың компоненттерін транзисторлар, резисторлар мен конденсаторларды ықшамдау үшін күштерін біріктіріп отыр. Электрондық сызба компоненттерінің мөлшерлерін ықшамдау және тығыздау, олардың есептеуіш күші мен тиімділігінің артуымен бірге жүзеге асырылады. Нарықтың бақыланытын бөлігінде жаңа өнімдер мен патенттерде күрес қатал, үнемі және үздіксіз жүріп жатыр. Мәліметтер ғасырында электроника саласында жұмыс істейтін әрбір компания көсбасшы болып, ғылым мен техниканың ең соңғы электроника саласындағы жұмыс істейтін жетістіктерді бақылауды қалайды.

Алайда алдыға қойылған аса жоғары дәрежелі тапсырмаларды шешу үшін энергияның жылу түрінде шашырауын болдырмайтын, мөлтек электросызбаларды тұрақты энергиямен қамтамасыз ететін және сенімділігін арттыратын наноқұрылымдарды өндіру әдістерін табу керек.

Заманауи компьютерлер есептеулерді реттілік режимінде орындайды (бір есептеуден кейін екінші), ал болашақтың кванттық компьютерлері бірнеше есептеуді бірмезгілде қатар режимде орындауға қабілетті (10- тарауды қараңыз). Мысалы, 400 цифрдан тұратын сан-

ды қарапайым көбейткіштерге жіктеу үшін қарапайым компьютерлерге миллиард жыл, ал кванттық компьютерлерге бар жоғы бірнеше минут қажет болады.

Санды қарапайым көбейткіштерге жіктеу тапсырмасы бізге мектептегі математика курсынан белгілі. Қарапайым көбейткіштерге жіктеу алгоритмі цифрлеу жүйесінде пайдаланылады. Егер қандайда бір қаскүнем кванттық компьютер жасайтын болса, онда ол жылдам көптеген цифрлеу жүйелерін бұза алады және бұл комерциялық және ұлттық қауіпсіздікке нұқсан келтіруі мүмкін. Сол себептен АҚШ-тағы DAPRA агенттігі мен NIST институты кванттық есептеулер бойынша қарқынды зерттеулер жүргізуде.

Оксфорд университеті (Ұлыбритания), Иксбруг (Австрия), Массачусет технологиялық институты (АҚШ), Калифорния технологиялық институты (АҚШ) және Сэнфорд университеті (АҚШ) және басқада көптеген алдыңғы қатарлы ғылыми-зерттеу ұжымдарының штаттарында кванттық есептеулер негізін зерттеумен айналысатын ғылыми топтар бар. Microsoft және IBM сияқты коммерциялық компаниялармен, мысалы, АҚШ Аргон ұлттық зертханасы кванттық есептеулерді зерттеуге күштерін салып отыр.

Наноматериалдар көптеген дәстүрлі техникалық кедергілерін еңсеруге және наноэлектрондық жүйелердің компоненттерінің шыдамдылығын, жылжуөткізгіштігін, тазалығын, беріктігін арттыру шарттарын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Байланыс

Компьютерлер мен олардың компоненттерін кішірейтумен қатар, сымсыз коммуникациялық құрылғыларды да шағындау жүзеге асуда. Байланыстың сымсыз құралдарының мөлшерлері кішіреюде, ал олар өздері біртіндеп басқа электрондық сызбалар мен құрылғылардың ажырамас құрамдас бөлігіне айналып барады. Алайда антенналар (мысалы, ұялы телефондардағы) мен сенсорлардың мөлшерлері басқа компоненттермен салыстырғанда, біршама үлкендеу және электрондық сызбаларды онан арғы шағындауда шектеуші фактор болып табылады. Ғалымдар мен инженерлер жақын уақытта наноматериалдар мен нанотехнологиялар көмегімен бұл мәселені де шеше алады.

ОПТИКА

Оптикалық мәліметтерді наномасштабты деңгейде өңдеу ғылым мен техниканың кейбір аумақтарында күрделі мәселе болып табылады. Ең белсенді қолданулар ішінен оптикалық нанокұрылымдарды, ультра қысқа толқынды метография, нанокұрылымдарды бейнелеу, сонымен қатар биологиялық материалдардағы жасушалы және молекулярлық деңгейдегі наноүдерістарді оптикалық басқаруды атап кетуге болады. Бесінші және алтыншы тарауларда оптикалық нанокұрылғыларды биологиялық және медициналық мақсаттарда пайдалану туралы айталып кеткен болатын.

Дисплейлер

Теледидарлар мен дисплейлердің бөлу қабілеті экрандағы кескін құрастырылу мөлшерімен анықталады: пиксельдер кіші болған кескін анық болады.

***Пиксель** – екі өлшемді кескіннің ең кіші элементі. Ол белгілі бір түсі бар, тік бұрышты формалы (әдетте квадрат) бөлінбейтін нысан болып табылады.*

Дисплейлердің бөлу қабілетін арттыру үшін ғалымдар мен инженерлер золь-гель ауысу көмегімен алынған цинк селениді, кадмий сульфиді мен қорғасын теллуридін негізіндегі жаңа наноматериалдарды пайдалануға тырысып жатыр. Олардың көмегімен компьютерлік техника мен айқындылығы жоғары HDTV (high-definition television) теледидарлардың дисплейлерінің құнын төмендету мен бөлу қабілетін арттыру болжанып отыр.

Жалпақ панельді дисплейлер портативті компьютерлер нарығының біршама бөлігін құрайды. Мұндай дисплейлерді зерттеу мен өндіруде басты орынды Жапон компаниялары алады. Олар нанобөлшектерді пайдалану арқылы дисплейлердің бөлу қабілетін жақсартуға және өндірістік шығындарды азайтуға тырысады. Сонымен қатар наноматериалдарды қолдану арқылы жалпақ панельді дисплейлердің жарықтығы мен айқындылығын біршама арттыруға болады.

Электрохромды құрылғылар оптикалық қасиеттері электр тоғы немесе электромагнитті өріс өткенде өзгеретін материалдарға негізделген.

Электрохромдылық – материалдың кернеудің әсерінен оптикалық қасиеттерін өзгерту қабілеті. Вольфрам оксидінің осындай қабілеті бар.

Қайтамды электрохромдылық (яғни оптикалық қасиет өзгерісінің қайтымдылығы) вольфрам оксиді нанокристалдарын зарядталған бөлшектермен екі еселенген инжектирлеу көмегімен жүзеге асады. Қайтымды электрохромдылық қабілеті бар материалдар мәліметтік таблолардың оптикалық дисплейлерінің жамылғылары ретінде пайдаланылып жүр.

Сұйықкристалды дисплей – сұйық кристалдар негізіндегі жалпақ панельді монитор. Мұндай дисплейлердің әрбір пикселі екі мөлдір электрод, екі полярланған сүзгі арасындағы молекула қабатынан тұрады.

Электрохромды дисплейлер сыртқы кескіні бойынша компьютерлерде, калькуляторларда, қолсағаттарда кеңінен қолданылатын сұйық кристалдарға ұқсайды.

Электрохромды дисплейлердің бөлу қабілеті, жарықтылығы және контрастілігі нанобөлшектердің өлшеміне айтарлықтай дәрежеде тәуелді болғандықтан, нанобөлшектер бұл құрылғылар үшін келешектегі материалдар болып табылады.

МАТЕРИАЛДАР

Сегізінші тарауда айтылып кеткендей, золь-гель ауысу көмегімен жасалған нанокристалды материалдар аэрогельдер деп аталады. Олар өте кеуекті құрылымды және басқалармен салыстырғанда, жүздеген есе жеңіл. Ауа және кез келген басқа газдың көпіршіктерімен толтырылған кеуектердің үш өлшемді желісін үйлер мен жұмыс орындарында өте жақсы жылу оқшаулағыш ретінде қолдануға болады.

Олардың көмегімен ысыту мен суыту шығындарын елеулі төмендетуге болады және осылайша энергоқорлар біраз үнемделеді. Олардың негізінде өте жарық уақытта қараятын (күннен қорғайтын көзілдіріктердің өздігінен таралатын әйнектері сияқты) және керісінше бұлтты күндері мөлдірленетін «ақылды» әйнектер жасау жобалары дайындалу үстінде.

Керамика

Әдетте керамикалық материалдар жоғары қаттылығымен және морттылығымен сипатталады, сондықтан оларды өңдеу қиынға соғады. Осының салдарынан инженерлерге олардың ғажап қасиеттерін пайдалану біраз қиындықтар келтіреді. Алайда дәнек өлшемін кішірейту арқылы өңдеу үдерістері біраз жеңілдеді және керамикалық материалдардың танымалдылығы артуда.

Цирконий диоксиді негізіндегі керамика өзінің бастапқы ұзындығынан 300%-ға дейін деформациялана алады және сондықтан аса пластикалы деп аталады. Бұл керамиканың осындай қасиеттері болу үшін олардың құрамында нанокристалды дәнектер болуы керек. Кейбір нанокристалды материалдар (кремний нитрид Si_3N_4 , кремний карбиді SiC) автомобиль құрастыруда бүгіннің өзінде қолданылады, мысалы, беріктігі жоғары пружина, шарикті подшипниктер мен клапандарды итерушілер пайдаланады. Керемет физикалық, химиялық және механикалық қасиеттермен қатар олардың пішін өзгертуге, термиялық және станоктық өңдеулерге жақсы қабілеттілігі бар.

Пісіру – бұл ұнтақ тәрізді қатты материалдарды және бұйымдарды немесе тозақ қоспаларды балқу температураларынан төмен температураларда алу үдерісі.

Нанокристалды материалдарды әртүрлі формаларға біртұтас аналогтарды сығу мен пісіруге қажет әдеттегі температурадан біршама төмен болады.

Бүгінгі таңда ғалымдар мен инженерлер олардың негізінде медициналық мақсаттағы көптеген бұйымдар жасап үйренді. Мысалы, Жапонияда басқа материалдардан жасалғаннан жеңіл, жайлы және қолайлы тіс протездері дайындалып шығарылуда.

ҚОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУ

Жоғарыда аталған нанокристалл материалдардың беттік аудандары өздерінің біртұтас аналогтарымен салыстырғанда әлдеқайда үлкен. Осының арқасында нанокристалдық материалдар жоғары химиялық және физикалық белсенділіктер көрсетеді. Наноматериалдардың бұл қасиеттерін автомобильдер мен жылу электростанцияларындағы азот

және көміртек оксиді сияқты улы газдармен әрекеттесе алатын тиімді катализатор жасауға қолдануға болады. Сонымен нанокристалды материалдар қоршаған ортаны қазба жанармайларды жандырудан бөлінетін ластанудан қорғауда елеулі көмек жасайды.

Сыйымдылығы жоғары батареялар

Біздің өмірімізде автомобильдер, компьютерлер, ұялы телефондар, сағаттар мен ойыншықтардағы қарапайым батареялар мен қайта зарядталатын аккумуляторлар кеңінен қолданылады. Өкінішке орай, олардың сыйымдылығы (және төзімділігі) жеткілікті мөлшерде үлкен емес және оларды жиі зарядтау қажет.

Кеуекті нанокристалды материалдар электр энергиясын көбірек тығыздықпен сақтауға қабілетті, сондықтан болашақта олардың негізіндегі батареялар мен аккумуляторлар зарядтаусыз біршама ұзақ жұмыс істей алады.

Сенсорлар

Сенсорлардың электр кедергісі, химиялық белсенділік, магнитті өту қабілеті, жылу және басқа да физикалық және химиялық қасиеттері көбінесе материалдың микроскопиялық құрылымына тәуелді. Мысалы, көміртек оксиді сенсорында газды табу үшін цирконий оксиді қолданылады. Цирконий оксиді мен көміртек оксиді молекуласының әрекеттесу реакциясы өткізгіштік пен өзгеріп отырады.

Ғалымдар мен инженерлер сенсорлардың сезімталдығын арттыру үшін дәнек мөлшері кішкентай материалдар қолдануға тырысады. Нанокристалды сенсорлардың сезімталдығы жоғары және олар қазірдің өзінде түгін детекторларында, ұшақтың беткі қабатының мұздануы анықталатын датчиктерде және қозғалтқыштардың жұмыс істеуінде қолданылады.

АВТОМОБИЛЬДЕР

Заманауи автомобильдердің қозғалтқыштары жанармайлардың көп мөлшерін жағады және қалдық газдардың шығуы қоршаған ортаны ластаушы көздердің бірі болып табылады. Нанотехнологиялар бұл

қиындықтарды автомобильдердің даму қарқынына нұсқан келтірмей шеше алады. Болжамдар бойынша нанотехнология менен наноматериалдарды автомобиль жасауда пайдалану үлесі 60%-ға жетеді деп есептелініп отыр.

Атомдар мен молекулаларды басқару мүмкіндігі автомобиль жасауда орасан зор болашақ ашып отыр. Мысалы, наноэлектродтары бар нанокристалды тұтандыру шырағандары қарапайым тұтандыру шырағандарымен салыстырғанда, үлкен тиімділігімен (жанармай тиімдірек жанады), беріктігімен, төзімділігімен және мәңгіліктігімен ерекшеленеді. Заманауи жетірілдірілген қарапайым материалдар негізіндегі тұтану шырағандарының коррозиялық тұрақтылығы төмен болғанмен, өте күшті ұшқын туындатып, жанармайлардың толық жануын жүзеге асыра алады. Наноматериалдар негізіндегі тұтану шырағандарының бірталай ұзақ жұмыс істей алатындығы анықталған.

Сонымен қатар, ғалымдар мен инженерлер дизельді қозғалтқыштары бар автомобильдер жанармайларды тиімді жандыруы үшін нанокристалды керамика негізіндегі цилиндрлер жамылғыларын қолдануға тырысып жатыр. Нанотүтікше негізіндегі композитті материалдар тежеу жүйесінің тиімділігін арттырып, салмағын төмендетуге мүмкіндік береді. Көміртекті нанотүтікшелер негізінде жасалған әйнектер мен қанаттардың беріктілігін салмағын ауырлатпай-ақ арттыруға болады.

Жалпы автомобиль жасауға нанотехнологияны енгізу артықшылықтары айқынырақ көрінеді, себебі автомобильдің көптеген компоненттері жеңілірек, берік, мәңгілік және тиімдірек болады және оларды өндіруге жұмсалатын шығындар азаяды. Кейбір бағалаулар бойынша автомобиль өнеркәсібінің келесі онжылықтағы бәсекеге қабілеттілігі наноматериалдар мен нанотехнологияларды пайдалануға байланысты болады.

ҚАРУ-ЖАРАҚТАР

Заманауи оқ ату және ракеталы қару-жарақтарды пайдалануда химиялық заттарды жағудың химиялық энергиясы пайдаланылады. Осының арқасында оқ, снаряд және ракета жылдамдықтары шамамен 2 км/сек жетеді.

Келешегі зор снарядтар электромагниттік өріс көмегімен үдей алатын электромагниттік жүйелер снарядтарды 10 км/с жылдамдықпен лақтыра алады. Үлкен жылдамдықты снарядтардың кинетикалық энергиялары мен қиратушы қабілеттері болатыны түсінікті. Осы себептен қару-жарақ жасаушылар мұндай электромагнитті зеңбіректерге көп мән береді.

Электромагнитті зеңбіректердің беріктігі мен төзімділігі жеткілікті мөлшерде жақсы, ал снарядтарды үдетуге арналған рельстер жақсы электр өткізгіш болғанмен, төзімділігі мен коррозияға тұрақтылығы өте әлсіз.

Бұл мәселені шешу үшін ғалымдар мен инженерлер жаңа наноматериалдарды пайдалануға тырысуда. Бүгінгі таңда вольфрам, мыс және титан дибориді негізіндегі композитті наноматериалдарды зерттеу бойынша жұмыстар қарқынды жүргізіліп жатыр. Мұндай композиттер қажетті беріктік, қаттылық, электрөткізгіштік, төзімділік, коррозияға тұрақтылыққа ие. Болжам бойынша осындай композиттер атыстар қарқыны мен тиімділігін арттырады, сонымен қатар салық төлеушілердің ақшасын үнемдейді. Сонымен бірге электрөткізгіштігі мен төзімділігі жоғары болып келетін нанотүтікшелер негізіндегі наноматериалдарды пайдалану мүмкіншілігі де зерттелуде.

Жоғары кинетикалық энергиялы пенентраторлар

АҚШ қорғаныс министрлігі қарсыластардың брондаушы техникасымен күресу үшін уран негізіндегі жоғары кинетикалық энергиялы пенентраторлар деп аталатын арнайы снарядтар мен оқтар пайдалануды жоспарлап отыр. Олар кез келген оққағар сауытты тесіп өту қабілеті бар ең үздік құралдар болып табылады, бірақ жоғары радио белсенділігімен сипатталады. Алайда вольфрам нанокристалдары балқымалары негізіндегі снарядтарды жақында уранды пенентраторлардың алмастыруы мүмкін және уранды снарядтар мен оқтардың радиобелсенділік және уыттылығымен байланысты тәуекелдер де жойылуы мүмкін.

Қуатты магниттер

Магниттердің тиімділігі дәнек мөлшері мен материалдың жалпы беттік ауданына байланысты болады. Иттрий, самарий, кобальттан жасалған нанокристалды магниттер өздерінің жалпы беттік ауданының үлкен болуынан жоғары магниттік қасиеттер көрсетеді. Осындай магниттер негізінде қазіргіден де тыныш жүретін су асты қайықтарын, ауыспалы тоқ генераторын, электрокозғалтқыштар, аса сезімтал аналитикалық құралдар, магнитті-резонансты томографтар жасауға болады.

Плазмалық теледидарлар мен экрандар

Дисплейлер өндірушілер сұйық кристалды және плазмалық дисплейлерге арналған бұрынғыдан да арзандау балама нұсқаларының Motorola компаниясы алғашқы маноэмиссиялық дисплей прототипін жасағаны туралы хабарлады. Шоколад тақтасы плиткасы сияқты жұқа дисплейлер сұйық кристалды дисплейдегі кескін сапасы сияқты 42 дюйм болатын келешектегі керегеге арналған теледидарлардың негізі болады. Наноэмиссиялық дисплейлерде кескіндер 5-10 В кернеумен үдейтін (сұйық кристалды дисплейлерде 5000 В) электрондар көмегімен түзіледі. Электронды-сәулелі түтікшелер және шағын жартылай өткізгіш жарықдиодтарының орнына наноэмиссиялық дисплейлерде кернеу әсерінен біршама аз энергия шығынымен кескін жасайтын фосфоресцирлеуші пластиналар қолданылады. Бұл технологияның үлкен мөлшердегі бұрынғы технологиялардың көмегімен қол жеткізуге болмайтын немесе өте қиын болған экрандар жасауға мүмкіндік беретіні қызықты болып табылады.

КӨҢІЛ КӨТЕРУ

Нанотехнологиялар біртіндеп өмірдің барлық саласына еніп келеді. 14.2-кестеде нанотехнология мен наноматериалдар негізінде жасалған және Forbes журналының пікірі бойынша, 2005 жылы 10 ең танымал наноөнімдер тізіміне кірген заттар келтірілген.

14.2-кесте. 2005 жылғы 10 ең танымал наноөнімдер

№	Өнім	Компаниялар
1	NAND4Гб есте сақтау типі бар iPod Nano	Apple Computer
2	Canola Active-фитохимикаттардың абсорбциясын арттырады және холестерин деңгейін төмендетеді.	Nutra Lease/Shemen
3	Choco'la сағызы	O'Lala Foods
4	Антиоксидантты крем Fullerene C-60	Zelen
5	Көміртекті нанотехнологиялар негізіндегі бейсбол битасы Easton Sleath	Easton Sports& Zyvex
6	Наноталшықтар негізіндегі су жұқтырмайтын және кірлемейтін мата	Nanotex
7	Arctic Shield антибактериалық носкилері	Arc Outdoor
8	Nano Guard Paint суды тебуші және берік бояу	Behr Paints
9	Activ Glass өздігінен тазаланатын жамылғы	Piekington
10	Nano Breeze Air Purifier ауа тазартқышы	Nano Twin Technologies

Киім

3-тарауда ғалымдар мен инженерлердің нанотехнология негізіндегі жаңа маталар жасаудағы жетістіктері айтылып кеткен болатын. Franz Ziener GmbH & Company неміс компаниясының мамандары наноталшықтар қолдану арқылы желден қорғайтын және су өткізбейтін маталар жасап үйренді. Бұл матадан тігілген киім ылғалды ішкі бетінен өткізеді, бірақ сыртқы жел, жаңбыр және балшықтың әсерінен сақтайды.

СПОРТТЫҚ ЗАТТАР

XV ғасырда Шотландияда гольф ойлап шығарылғаннан бері біртіндеп қарапайым ойыннан аса кеңінен танымал спорт түріне айналды және онда барлық соңғы техникалық жетістіктер қолданылады. 2004 жылы титан нанокөміртектері мен нанотехноло-

гия негізінде Wilson компаниясының мамандары гольфқа арналған доп таяқтарының FwC, Pi5 Staff Pd5/Pd5 жаңа түрлерін жасаған. Бұл доп таяқтары жеңілірек және берігірек болуының нәтижесінде батыл және дәл соққы жасау мүмкіндігі ашылды.

Сонымен қатар Wilson компаниясында гольфқа арналған доптың PhD (Pan Head Dimple) жаңа түрін жасаған, олар ірілеу және бетіндегі шұңқырлары әдеттегі гольф доптары мен салыстырғанда, 50% терең емес (14.1-сурет). Бұл доптың ұшының бір қалыптылығы мен алыстығына қол жеткізеді.

Кейбір заманауи теннис ракеткалары мен қақпандарының беріктігі мен майысқақтығын арттыру үшін нано бөлшектер мен нано түтікшелер қолданылады. Ол үшін Zyvex компаниясы көптеген спорттық заттарды өндірушілерді арнайы көміртекті нанотүтікшелермен жабдықтап отыр.



14.1-сурет. Нанотехнология негізінде Wilson компаниясы жасаған тенниске (сол жақта) және гольфқа (оң жақта) арналған жаңа доптар.

Музыкалық орталықтар

Көміртекті нанотүтікшелер сапалы музыканы тыңдау үшін де қолданылуы мүмкін. Көміртекті нанотүтікшелердің аса жоғары кеуектілігі мен өткізгіштігі акустикалық колонкалардың жақсартылған сапасын қамтамасыз ете алады. Кейбір зерттеушілер оларды арнайы гитара және виолончельде пайдалану арқылы аспаптың сапасы мен беріктігін арттыруға және салмағын азайтуға тырысып жатыр. Мүмкін

жақында біз мүлдем жаңа музыкалық аспаптардың куәгері болатын шығармыз!

Опа-далап

Нанотехнология мен наноматериалдардың опа-далапта қолданылуы туралы біз жоғарыда айтып кеткенбіз. Кейбір басқа өнімдерді, мысалы, теріге арналған кремдерді де айта кетейік. Осындай кремдердің бірінде өлшемдері шамамен 200 нм болатын полимерлі нанокапсулалар пайдаланылады. Олар пайдалы заттарды губка тәрізді, мысалы А витаминін сіңіріп, тері астында еруге қабілетті.

L'Oréal компаниясы, басқа да көптеген опа-далап компаниялары сияқты (мысалы, Dior, Estee Lauder, Johnson & Johnson) өз кремдерінде нанотехнологияны қоректендіруші заттарды терінің беткі қабатының астына жеткізу үшін пайдаланады.

Нанотехнологияның опа-далапта қолдануының тағы да бір аймағы – күн сәулелерінен қорғау құралдары болып табылады. Көптеген компаниялардың күннен қорғайтын кремдерінің құрамында BASF компаниясының аса таза цинк оксиді нанобөлшектерінің негізінде жасалған Z-COTER ұнтақтары болады. Себебі әдеттегі цинк бөлшектері негізіндегі кремнің сыртқы түсі ақ мазды еске түсіреді және ол жағалауларда өте тартымды. Цинк оксиді нанобөлшектері негізіндегі кремдер қауіпті ультракүлгін сәулелерді сіңіреді, алайда көрінетін жарықты толығымен өткізеді, сондықтан мұндай кремдер толығымен мөлдір және ешқандай түсі жоқ.

АЭРОҒАРЫШТЫҚ САЛА

Аэрокұрылысшылар берілген, жеңілдірек және ұзақ қызмет ететін тікұшақтар жасауға тырысуда. Әсіресе материалдардың ескіруге беріктілігін арттыруға көп көңіл бөлініп отыр. Күрделі авиациялық құймаларда беріктілік дәнек өлшемі кішірейтілген сайын артатыны анықталған.

Наноматериалдардың құрамында төтенше кішкентай дәнектер бар екендігі белгілі. Кейбір бағалаулар бойынша осындай наноматериалдарды қолдану арқылы авиациялық материалдар мен компоненттердің ескіруге беріктілігін және қорын арттыруға мүмкін

болады. Наноматериалдардың өте үлкен беріктілігі мен салмағының аз болуы жаңа тікұшақтардың қызмет ету уақыты, жылдамдығы мен тиімділігін арттырады.

Наноматериалдар жаңа типті қозғалтқыштар, соплалар мен ғарыштық аппараттардың тігістерін жасауға өте лайық ұсыныс болып табылады.

Жасанды жер серіктері

Коммерциялық және қорғаныс мақсаттарда жасанды жер серіктері кеңінен қолданылады. Ұшу траекториясын өзгерту немесе түзеп, тексеріп отыру үшін белгілі бір уақыттарда реактивті қозғалтқыштарды қосу қажет, сондықтан жасанды жер серіктерінің жұмыс істеу уақыты ракета отыны мөлшері мен оны қолдану тиімділігіне тәуелді. Жер серігі отынының шамамен 1\3 тұтандырғыштың ескеруі мен жанудың тиімсіздігі салдарынан босқа жұмсалады. Болашақта тұрақты және берік тұтандырғыштар дайындау үшін вольфрам, титан және мыс дибориді негізіндегі нанокристалды композиттерді пайдалану болжалынып отыр.

Ғарыштық аппараттар

Нанокұрылымдар негізіндегі оптоэлектроника жақында байланыс орнату үшін және сенсорлар (мысалы, инфрақызыл сәулелі сенсорлар) жасау үшін пайдаланылатын болады. Жер серігімен байланыстар орнату үшін массасы мен мөлшері аз, бірақ оптикалық дабылдарды өткізу жиілікті жолақтары көп оптоэлектрондық құрылғылар қолданылады.

Жаңа нанокұрылымды оптоэлектрондық құрылғылар мәліметтерді аз энергия жұмсау арқылы, қабылдағыштар мөлшері мен массасын азайтуға, сонымен қатар жоғары қауіпсіздікпен жіберуге мүмкіндік туғызады. Осындай құрылғылар негізіндегі басты мәліметтерді беру әдістері құрылғылары Жер бетін, ғарыштық аппараттарды бақылауға және оларды басқаруға мүмкіндік береді.

Еуропалық ғарыштың агенттігінің (European Space, Agency ESA) ARTEMIS (Advanced Relay Technology Mission) жобасында үлкен мәліметтер көлемін жер серіктері арасында оптикалық байланы-

стар мүмкіншілігі көрсетілген. Мәліметтерді тасымалдау қызметтері ENVISAT еуропалық ғарыштық миссия және SPOT-та 2003 жылдың 4 наурызынан бастап сәтті қолданылған.

Ең алғашқы екі бағытты оптикалық байланыс 2005 жылдың 9 желтоқсанында OICETS optical Inter-orbit Communications Engineering Test Sattellite жапон жер серігі мен ARTEMIS еуропа жер серігі арасында ұйымдастырылған. Кейінірек дәл осындай ээрттеулер OICETS – KIRARI ғарыштық миссия шеңберінде жүргізілген және онда жетілдірілген қатты денелі лазерлер қолданылған. Қазіргі таңда бұл мәліметтерді тасымалдайтын оптикалық жүйе тұрақты түрде жұмыс істейді.

Инфрақызыл сенсорлар

Инфрақызыл сенсорлар ғарыштық зерттеулерде кеңінен пайдаланылады, мысалы, астрономиялық аспаптар көмегімен Жер беті мен атмосфера сыртын бақылығанда, навигациялық аспаптар мен мәліметтерді тасымалдаудың оптикалық жүйелерінде. Инфрақызыл сенсорларды жетілдіру нөлөлшемді кванттық нуктелер, бірөлшемді кванттық сымдар және екіөлшемді кванттық шұңқырлардың дамуы нәтижесінде мүмкін бола бастады.

Инфрақызыл сенсорлар өлшемдері наноқұрылымдар сипаттамаларына тәуелді және түрлене алады. Галий арсениді негізіндегі инфрақызыл сенсорларды ғарыштық микроэлектронды технология орталығы NASA мамандары жасаған.

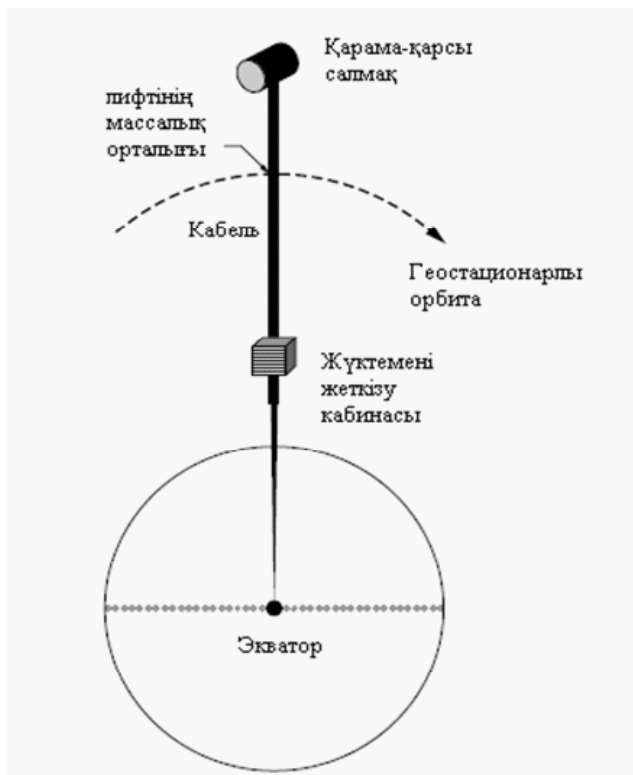
Ғарыштық лифт

Компьютерлер, гольф орталығы мен опа-далаптан басқа кейбір наноматериалдар ғарыштық лифт жасауға қолданыла алады. Жүктемелер мен жолаушыларды Жер бетінен ғарыш орбитасына жеткізетін жаңа технология осылай аталады. Бүгінгі таңда осындай лифт жасауға жеткілікті берік материалдар жоқ.

Алайда кейбір америка компаниялары, мысалы Southwest Nanotechnologies (Норман, Оклахома штаты), Carbon Nanotechnologies (Хьюстон) және Liftport Group (Бреметон, Вашингтон) 2018 жылы ғарыштық лифт жасау жобасымен айналысып жатыр.

Ғарыштық лифт идеясы жаңа емес, 1895 жылы орыс ғалымы Кон-

стантин Эйфель мұнарасын көрген соң ең алғаш болып геостационарлы орбита биіктігінде созылған кабельді шарғыдан тұратын идеясын ұсынған. Бұл идея Эйфель мұнарасына таңырқаған көрермендерді оның шыңына жеткізіп жатқан қарапайым лифтілерді тамашалаған соң пайда болған. 14.2-суретте осындай лифтінің сызбасы көрсетілген.



14.2-сурет. Ғарыштық лифт жүктемелерді геостационарлы ортаға тасымалдауы мүмкін

«Ғарыштық одиссея 2001 жылы ғылыми-фантастикалық романының авторы, жазушы Артур Кларк (Arthur Clarke) «Жұмақ фонтандары» кітабында жүктемелерді ғарышқа зымырандарды қолданбай-ақ, тек қана ғарыштық лифт көмегімен жеткізудің болашақ әдістері туралы жазған.

Ол кезде, 1979 жылы бұл тек қана фантастикалық ой еді, алайда қазір жаңа аса берік материалдардың пайда болуына байланысты бұл идея өте жақында шындыққа айналуы мүмкін.

Көміртекті нанотүтікшелер ашылмай тұрып, аэроғарыштық саланың мамандарында ғарыштық лифтті сым арқанның өз салмағы мен жердің айналу әсерінен орталықтан сыртқа тебуші күшіне шыдайтын жеткілікті берік материал болмаған. Ғарыштық лифт жасау идеялары мен есептеулері фантасттардың бастары мен блокноттарында ғана болған.

Қазір ғалымдар мен инженерлер нанотүтікшелерді жібек тәрізді талшыққа орауды үйренді. Көміртекті нанотүтікшелер негізіндегі аса жеңіл және аса берік бау көмегімен ғарыштық лифтке негізі болатын қажетті ұзындықтағы (шамамен 100 мың шақырым) сым арқан жасауға болады.

Геостационарлы орбита

Геостационарлы орбита - бұл экватор астында орналасқан жердің шеңберлі орбитасы, ол бойынша жасанды жер серігі жердің өз осімен айналуының бұрыштық жылдамдығына тең бұрыштық жылдамдықпен айналады. Осылайша жер серігі жердің үстінде тұрақты бір нүктеде орналасады. Геостационарлы жер серіктерін байланыс мақсатында пайдалану идеясын Константин Циолковский да ұсынған болатын. Геостационарлы орбитаның артықшылықтары туралы 1945 жылы Артур Кларктың ғылыми-танымдық мақаласы жарыққа шыққан соң айтыла бастады. Осы себептен де батыста геостационарлы немесе геосинхронды орбиталарды кейде «Кларк орбиталары» деп те атайды. Геостационарлы орбита жасанды жер серіктерін (коммуникациялық, телетрансляционды және т.б.) орналастыру үшін де қолданылады.

Ғарыштық лифт не үшін керек? Екі себептен: Өмір сапасын жақсарту үшін және ғарыштық ұшуды арзандату үшін. Бүгінгі таңда жерге жақын ең төменгі орбитаға 1кг пайдалы жүкті жеткізу шамамен 20 мың доллар, ал геостационарлы орбитаға жеткізу 40 мың доллар тұрады. Ғарыштық лифтті пайдаланған кезде 1 кг пайдалы жүкті геостационарлы орбитаға жеткізу 400 доллардан көп болмайды. Жер серігін орбитаға шығарудың арзандауы нәтижесінде байланыс құралдары да арзандайды. Үлкен күн батареяларын жерге жақын орбитаға көптеп шығару балама энергиялардың өндірісін арттырады. Салмақсыздық шарттарында күрделі фармацевтикалық

препараттар мен тазалығы жоғары кристалдар өндірісі жеңілдейді. Туристік мақсатта ғарышқа ұшу, планетааралық экспедиция, ай мен күн планеталары жүйелерінде база жасау арзандайтын болады.

Мұның бәрін қалай жүзеге асыруға болады?

Ғарыштық лифтінің негізін салатын ең қолайлы орын Тынық мұхитында Экватор ені бойынша жүзіп жүретін платформа болар еді. Мұнда іс жүзінде қатты жел жоқ және тропикалық борандардың пайда болу ықтималдығы да аз.

Тынық мұхитының үлкен кеңістігінде ғарыштық лифт платформасын теңіз және ауа кемелерінің жолдарынан тыс жерге ауыстыруға болады. Алайда толық қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін ғарыштық лифт маңында ұшу мен жүзуді бақылау жүйесін жасау керек. Ғарыштық лифті жасау үшін бұл ерекшеліктермен қатар келесі факторларды ескеру қажет.

- ескі жер серіктері мен олардың бөлшектерінің ғарыштық қалдықтарының болуы;

- меториттер;

- атмосфералық оттектегі коррозия;

- күрделі ауа райылық шарттар (жел, найзағай және т.б.);

- лифт жолы бойындағы барлық лента мен жеке талшықтардың үзілген жерлерін жөндеу жұмыстары;

- желдің әсерінен тербеліс;

- радиация;

- қасақылық пен лаңкестік.

Ғарыштық лифт көмегімен ғарышты зерттеуге қызығатын компаниялар бұл ерекшеліктерді ескеруі тиіс. Табиғатқа демалуға шығар алдында ауа райы туралы мәліметті оқу сияқты ғарыштық лифт көмегімен ғарышқа саяхаттау алдында ауа райы туралы оқудың мүмкін болуы әбден ықтимал.

Нанотехнология әлемі

Жақын болашақта, 2020 жылға дейін наноқұрылымдарды алу және өңдеудің дамуын қарастырған кезде нанотехнологияны химия және биологияда пайдаланудың үлкен мүмкіндіктері анық көрінеді.

Дәстүрлі химиялық және биологиялық «жоғарыдан төменге» мен «жоғарыдан төменге» әдістерінің комбинациясы наномасштабты деңгейде функционалды құрылғылар алуға мүмкіндік тудырады. Олардың арқасында мүлдем жаңа өнімдер алуға және жаңа ұрпақ технологиясын дамытуға болады.

2015 жылы нанотехнологиялық өнімдер нарығы өте үлкен болады. 14.3-кестеде болашақта нанотехнология пайдаланылуы мүмкін аймақтар көрсетілген

Бүгінгі таңда шамамен 4000 компания мен ғылыми-зерттеу ұйымдары нанотехнологиямен айналысады, оның ішінде қызмет көрсету аумағында 1900 ұйым және жаңа өнімдер шығаратын 2100 ұйым бар. Жалпы нанотехнология нарығы 2006 жылы шамамен 300 млрд доллармен бағаланса, ол 2015 жылы 1000 млрд доллармен бағаланады.

Қазір АҚШ, Жапония, Қытай мен Германия нанотехнология бойынша зерттеулерде басшы орынды алып отыр. Кейбір бағалаулар бойынша Қытайдағы нанотехнологиялық компаниялар саны 2003 жылмен салыстырғанда 2006 жылы 600-ге артқан және қазірдің өзінде де өсу қарқыны өте жоғары болып қалып отыр.

Наноматериалдар мен нанотехнологияларға деген әлемдік қызығушылық бүгінде барлық өнімдердің сапасын арттыруға көмектесіп отыр. Наноматериалдардың жаңа қызықты қасиеттерінің ашылуының нәтижесінде өте тиімді, болашағы зор нанотехнологияларға қаржы салу да артып келеді.

Бүгінде көптеген келешекті материалдар фантастика болғанмен, ертеңгі күні-ақ олар шындыққа айналуы мүмкін. Нанотехнологияда өте ұсақ ілгерілеулердің өзі де үлкен жетістіктерге алып келуі мүмкін.

14.3-кесте. Нанотехнологияның келешекте қолданылуы мүмкін аймақтар

Өнім	Сипаттамасы
Керегедегі экрандар	Теледидар мен бейнеойындарды жақсарту
Керегедегі акустикалық калонкалар	Бейнеойын теледидар мен дыбыстық жүйелерді жақсарту
Бағдарламаланатын бояулар	Команда бойынша түс пен оюларды өзгерту

Қайта бағдарламаланатын кітаптар	Команда бойынша кітап түрі мен мазмұнын өзгеруі
Қайтадан пайдалануға болатын қағаздар мен маталар	Түс пен өрнектердің өзгеруі
Өздінен реттелетін креслолар	Креслоның пішінін адам мүсініне сәйкестеп келтіру.
Үстел үстіндегі ойындарға арналған өздігінен бағдарламаланатын бояулар	Ойын алаңының пішіні мен мөлшерін кез келген бетке сәйкестендіру
Көптеген бөлшектері бар үстел үстіндегі ойындар	Компьютерлерік стратегияларға сәйкес реалды стратегиялық шынайы ойындарды жасау
Мөлдірлігі өзгертін терезелер мен керегелер	Жарықтану дәрежесін реттеу мен энергияны үнемдеу үшін мөлдірлікті өзгерту
Пішіні өзгертілетін терезелер мен керегелер	Бөлме көлемін команда бойынша өзгерту
Өтіп кете алатын керегелер	Керегелердің механикалақ кедергілерінің команда бойынша өзгеруі
Бағдарламаланатын бөлмелер	Команда бойынша пәтер пішімі мен жабдығының өзгеруі
Өздігінен ұшталатын пышақтар	Абсолютті үшкір жиек түзетін микробөлшектер пайдалану
Өздігінен тазаланатын ванналар	Кір жабыспайтын жамылғылар
Бағдарламаланатын гигиеналық құралдар	Жуынбай-ақ тер, май, кірді кетіруге арналған гигиеналық құралдар
Бағдарламаланатын киім күтуге арналған құралдар	Автоматты түрде кірді кетіре алатын материалдан тігілген киім
Температураға сезімтал киімдер	Сыртқы температураға байланысты автоматты түрде жылуөткізгіш қасиетін, мысалы, талшықтардың орналасу тығыздығын, өзгерте алатын материалдан тігілген киімдер
Жұқа бояу немесе жамылғы тәрізді термометрлер және қол сағаттар	Бірмезетте мәлімет алу; енді сағатты жоғалтып алатын деп қорықпауға болады

Адам ағзасында бағдарламалауға болатын дәрі-дәрмектер	Команда бойынша дәрі-дәрмектің дозасы мен енгізу уақытын өзгерту
Мекеме тербелістерін автоматты сіңірушілер	Жер сілкінісі мен борандардың қорқынышты салдарын болдырмау
Өздігінен жинақталатын толық масштабты өнімдер	Сызудан өнімге дейінгі өздігінен жинақтаудың толық шеңбері
Бағдарламаланатын формалар мен штамптар	Бетоннан бастап пластмассаға дейінгі әртүрлі материалдардан қажетті бөлшектер жасау үшін
Бағдарламаланатын тұсаукесер тақтасы	Арнайы қаламмен жазылған жазулар автоматты түрде компьютермен оқылады
Өздігінен диагностикаланатын конструкциялық материалдар	Автоматты түрде өз жағдайын, жүктемесін, тозу және құрылымдық бүтіндігін анықтайды
Сезімтал шиналар	Жүктеме мен жол жүру шарттарына байланысты пішіні мен қасиеттерін өзгертеді
Ақылды бамперлер	Аяқ астынан келеңсіздікке жақындағанда, пішінін өзгертеді(мысалы, үлкейеді)
Бағдарламаланатын голограммалар	Команда бойынша көрсету
Виртуалды шындыққа арналған контактілі линзалар	Компьютерлік ойындар мен басқару жүйесін жақсарту үшін
Толық виртуалды шындық	Көрсету, сезу және т.б сезу мүшелері үшін ақуалды боямайтын қоршаған орта
Ғарыштық лифт	Жүктемелерді ғарышқа жеткізу
Жасушалық терапия	Жасуша деңгейінде ауруларды анықтау және емдеу
Имплантияланатын компьютерлер	Әрқашан өзіңмен бірге жүретін компьютер
Имплантияланатын аудармашылар	Әрқашан өзіңмен бірге жүретін аудармашылар
Әжімдерді кетіретін ылғалдандырушы кремдер	Әжімдердің автоматты түрде жойылуы

Өздігінен басқарылатын спорттық құрал-жабдық	Спорттық жабдықтарды спортшыға сәйкестендіріп, автоматты түрде өзгеріп түрлендіру
Сокқыға қарсы және антикоррозиялық жамылғылар	Қозғалтқыштар мен аспаптар, транспорттық құрылғылардың төзімділігін арттыру

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. АҚШ Ұлттық ғылыми қоры наноөнімдер мен нанотехнология нарығы қай жылы 1 трлн долларға жетеді деп болжады?

- а) 2007 ж.;
- ә) 2010 ж.;
- б) 2012 ж.;
- в) 2015 ж.

2. Тиімді модель немесе өнеркәсіптік үлгі құқығы, өнертабыс авторлығы мен артықшылығын куәлендіретін ресми құжат қалайша аталады?

- а) рұқсат қағаз;
- ә) патент;
- б) мәзір;
- в) өсиет.

3. Мньюхендегі (Германия) Еуропалық патенттік бюроньң мәліметтері бойынша 1981 жылы мен 1998 жылы арасында нанотехнология бойынша рәсімделген патенттер саны 28-ден қаншаға дейін артқан?

- а) 80;
- ә) 100;
- б) 180;
- в) 200.

4. Wilson компаниясының мамандары нанотехнология мен нанокөміршіттер негізінде гольфқа арналған таяқ жасаған, олар қандай қасиеттерімен ерекшеленеді?

- а) сырғанак;
- ә) берігірек және жеңіл, сондықтан қаттырақ соғуға мүмкіндік береді;

- б) алтын;
- в) баяуырақ, ауыр және тығыз болып келеді.

5. Бүгінгі таңда нанотехнологиямен қанша компания мен ғылыми-зерттеу ұйымдары айналысады?

- а) 1200;
- ә) 2850;
- б) 3500;
- в) 4000.

6. Балқу температурасынасынан төмен температурада ұнтақ тәрізді немесе тозанды қоспалардан қатты материалдар мен бұйымдар алу үдерісі қалай аталады?

- а) тығыздау;
- ә) балқу;
- б) пісіру;
- в) ұшқындау.

7. Дәстүрлі химиялық және биологиялық “жоғарыдан төменге” әдісі мен “төменнен жоғары” жинақтау әдістерінің комбинациясы не жасауға мүмкіндік береді?

- а) наномасштабты деңгейдегі функционалды құрылғыларды;
- ә) көлемдік дыбысты аудиожүйелерді;
- б) суға түскенде киетін киімдердің сәнді жаңа түрлерін;
- в) наноалюминийлі ұнтақтар.

8. Ғарыштық лафтті орналастыруға ең қолайлы орын қай жерде жүзіп жүретін платформа болады?

- а) солтүстік полюсте;
- ә) Нью-Йорк орталық алаңында;
- б) Эверест тауының шаңында;
- в) Тынық мұхитының Экватор ендеуінде.

9. Медициналық инплантанттар, мысалы, сүйек немесе жүрек клапандарын алмастырушылар жасаумен қандай ғылым айналысады?

- а) биоинженерия;
- ә) археология;
- б) геология;
- в) ядролық физика.

10. 400 цифрдан тұратын санды қарапайым көбейткіштерге жіктеу үшін қарапайым компьютерге миллиард жыл қажет, ал кванттық компьютерлерге қанша уақыт керек?

- а) секунд;
- ә) минут;
- б) сағат;
- в) күндер.

IV бөлімге арналған тест сұрақтары

1. Қандай ұйым нанотехнологияның соңғы табыстарының сипаттамасы мен оның қоршаған ортаға әсері туралы деректердің бәріне қол жетімді банкіні жасауды жоспарлайды?

- а) Environmental Protection Agency;
- ә) National Nanoscience Council;
- б) International Council on Nanotechnology;
- в) Institute of Higher Learning.

2. Заманауи маркетингтердің көкейіндегі арманы – жарнамада мына терминдердің қайсысын қолдану болып табылады?

- а) криптология;
- ә) нанотехнология;
- б) жеңіл атлетика;
- в) океанография.

3. Фуллереннің ашылуына дейін ең берік деп саналған элемент?

- а) қорғасын;
- ә) алтын;
- б) криптон;
- в) алмас.

4. Наномасштаб негізінде дендримерлер не үшін жасалды?

- а) шашқа арналған гель;
- ә) жақпа май;
- б) далап;
- в) бактрецидті гель.

5. Іс жүзінде нанотехнологиялардың қолдануының болашағын кімдер бірінші бағалады?

- а) чип жасаушылар;
- ә) археологтар;
- б) окулистер;
- в) прорабтар.

6. Массаларды өлшеу бірлігінің ресми эталоны (стандарты) неден жасалған?

- а) платинадан;
- ә) темірден;
- б) күмістен;
- в) вольфрамнан.

7. Фуллерен және басқа да суда еритін химикаттардың уыттылығы немен байланысты?

- а) мамандандырумен;
- ә) туынды химиялық заттар түзуімен;
- б) қышқылдандырумен;
- в) дистрибуциямен.

8. Қашан кремнийлі чиптер өте тез және едәуір тиімді етіп жасалынады?

- а) 1-4 жыл ішінде;
- ә) 5-10 жыл ішінде;
- б) 11-20 жыл ішінде;
- в) 21-40 жыл ішінде.

9. Теория жағынан алғанда, ассемблерлер (наномасштабты роботтар) неге қабілетті?

- а) әлемді жаулап алуға;
- ә) велосипедті басқаруға;
- б) наноөлшемді компоненттер мен атомдардардан тетіктер жинауға;
- в) икемсіз адамдардан асқан шебер бишілер дайындауға.

10. TheraFuse, Inc. серіктестігі қандай ауруға теріге арнайы жапсырманы жабыстырып, фармацевтикалық және биологиялық сұйықтарды енгізу және жеткізу арқылы емдеуді ойлап тапты?

- а) судан қорқу;

- ә) диабет;
- б) құс тұмауы;
- в) энурез.

11. Наносымдар жасау технологиясын ойлап тапқан Гарвард университетінің химия бойынша профессоры кім?

- а) Чарльз М.Либер;
- ә) Дэннис Уильямс;
- б) Элизабет Карадек;
- в) Ларри Бок.

12. Темір нанобөлшектері көмегімен улы қалдықтарды тазалау үшін алдымен нені үйрену керек?

- а) таратуды;
- ә) қайта қалпына келтіруді;
- б) орауды;
- в) таңбалауды.

13. Қандай да бір өлшемі нешеден кіші болған жағдайда бөлшектер нанобөлшектер болып саналады?

- а) 100 мм;
- ә) 10 мм;
- б) 100 нм;
- в) 1дм.

14. Егер нысан Жер айналасында Жердің өзінің осін айналу жылдамдығына тең бұрыштық жылдамдықпен айналса, оның орбитасы қалай аталады?

- а) төменгі орбита;
- ә) галактикалық орбита;
- б) күн орбитасы;
- в) геостационарлы орбита.

15. Intel, IBM, Hewlett-Packard, DuPont, General Electric, Motorola, Sony, Siemens, Xerox компанияларын қызықтыратын не нәрсе?

- а) жаңа тыңайтқыштар жасау;
- ә) әдейілеп нарықты құлдырату;
- б) нанотехнология;
- в) кіші бизнес проблемалары.

16. Халықаралық нанотехнология бойынша кеңес ұйымдардың қоршаған ортаны қорғау бойынша ғалымдарымен, инженерлерімен, өндірістік және қоғамдық өкілдерімен қандай стандарт құрастыру мақсатында жұмыс істейді?

- а) бизнесті жүргізу жолдары;
- ә) кристалды құрылым;
- б) бланкілер;
- в) терминдер.

17. NanoMat (Карлсруэ, Германия) ғылыми-зерттеу компаниясының бағалауы бойынша 2004 жылы шығарылған нанобөлшектер мен наноматериалдар негізіндегі өнімдердің жалпы құны қаншаға артты?

- а) 12,2 млрд долларға;
- ә) 22,4 млрд долларға;
- б) 26,5 млрд долларға;
- в) 28,4 млрд долларға;

18. Нанотүтікшелер - бұл электр тоғын жақсы өткізетін жартылай өткізгіштер екені белгілі. Қандай тиімді түрлендірудің көмегімен оларды машинаның аккумуляторын зарядтау үшін қолдануға болады?

- а) жүріп өтуді;
- ә) тежеу энергиясын;
- б) уақытты;
- в) шығарылатын газдарды.

19. Төмендегі АҚШ-тың Ұлттық нанотехнология бастамасы шеңберінде бірлесіп жұмыс істемейтін агенттікті атаңыз?

- а) АҚШ-тың Ұлттық ғылыми қоры;
- ә) АҚШ-тың Ұлттық қоршаған ортаны қорғау институты;
- б) АҚШ энергетика министрлігі;
- в) АҚШ экономика министрлігі.

20. Санды көбейткіштерге жіктеу есебінің іс жүзінде маңызы зор, себебі көбейткіштерге жіктеу алгоритмдары қайда қолданылады?

- а) қорқынышты фильмдерде;
- ә) электр тоғын өндіруде;
- б) көңіл көтеру;
- в) шифрлеу жүйелерінде.

21. Мұқият атқарылатын бақылаулар және өлшемдер көмегімен нысанның қасиеттерін зерттеу қалай аталады?

- а) беттестіру;
- ә) тәжірибе;
- б) қателік;
- в) гибридизация.

22. Қоршаған ортаға, адам және жеке меншіктің ешкімнің тиіспеуі, адамдардың бос еместігіне, емдеудің жаңа әдістері және дәрі-дәрмектерге, өндіріске, денсаулыққа ықпал етуі – нанотехнологияның неге әсер ететін тұстары?

- а) температуралардың маусымдық ауытқуына;
- ә) академиялық дәрежеге;
- б) қоғамға;
- в) мектептегі бағаларға.

23. 2001 жылы Wilson компаниясының мамандары гольф таяқшаларының жаңа түрлерін (FwC, Pi5 және Staff Pd5/D5) ненің негізінде жасаған?

- а) тәжірибелі гольф ойыншыларының кеңесінің;
- ә) қалайы және темірдің;
- б) соққының босаңырақ техникасы туралы ұсыныстардың;
- в) титан нанокөмізгіштерінің.

24. Қажетті орынға дәрі-дәрмектерді жеткізуге және ауруды емдеуге тамаша мүмкіндік берген тармақты ағашқа ұқсас физикалық құрылысы бар нанокұрылым қалай деп аталады?

- а) дендример;
- ә) пуллерен;
- б) дедрит;
- в) полипа.

25. Химиялық қосылыстың басқа ұқсас химиялық құрылымы бар, қасиеттері аздап ерекшеленетін туынды өнімге химиялық түрленуі не деп аталады?

- а) оксидтендіру;
- ә) валенттілендіру;
- б) туынды химиялық заттардың түзілуі;
- в) изотерлену.

26. АҚШ ұлттық ғылыми қорының болжауы бойынша наноөнімдер мен нанотехнологияларға сұраныс 1 трлн долларға қашан жетеді?

- а) 2010 ж.;
- ә) 2015 ж.;
- б) 2020 ж.;
- в) 2025 ж.

27. Тұтандырғыштың тозуы және отынның жануының тиімсіздігінен бекерге шығындалатындықтан, жер серігінің жанар майының үлесі шамамен нешеге тең?

- а) 1/4;
- ә) 1/3;
- б) 1/2;
- в) 2/3.

28. Қауіпсіздікті қамтамасыз ету үшін ғарыштық лифт маңындағы ауа кеңістігінде қандай шаралар қолданылады?

- а) туристер шақырылады;
- ә) бұлттар орналасады;
- б) ұшулар шектеледі;
- в) кез келген ұшуға рұқсат етіледі.

29. NanoInk компаниясы сібір жарасының спорасын анықтау технологиясының лицензиясын алған. Қазір олар не дайындайды?

- а) түнде жарқырайтын сия;
- ә) сиялы автоқаламдар;
- б) диагностикалық құралдар;
- в) азық-түлікке арналған бояулар.

30. Нанобөлшектерді пайдаланудан туындайтын ғаламдық қатер олардың қандай төтенше жоғары қасиетімен байланысты?

- а) мобильділігімен;
- ә) иісімен;
- б) қарсы тұру қабілетімен;
- в) морттылығымен.

31. L'oreal компаниясының нанотехнология кремдері терінің беткі қабатына қандай заттарды жеткізеді?

- а) коректендіруші заттарды;

- ә) сібір жарасының спорасын;
- б) ботоксты;
- в) фосфоресцирлеуші нанобөлшектерді.

32. Қалың жұрт үшін нанотехнология нені білдіреді?

- а) ескірген жаңалықтар;
- ә) техникалық терминология;
- б) ғылыми фантастика;
- в) сәнді сөз.

33. Үлкен көлемді мәліметтерді жер серіктері арасында тасымалдаудағы оптикалық байланыс мүмкіндігі алғаш рет қандай жобада көрсетілді?

- а) ARTEMIS;
- ә) ARROW;
- б) CALLISTO;
- в) OR'ION.

34. Фуллерендердің уыттылығы жасушалық мембраналарда ненің болуынан әсер етеді?

- а) пипидтердің;
- ә) аминоқышқылдардың;
- б) азоттың ;
- в) бос радикалдардың.

35. Көптеген алдыңғы қатарлы ғылыми зерттеу ұйымдары, соның ішінде Оксфорд университеті (Ұлыбритания), Инсбрук университеті (Австрия), Массачусет технологиялық институты (АҚШ), Калифорния технологиялық институты (АҚШ) және Стэнфорд университеті (АҚШ) штаттарындағы ғылыми топтар негізінен нені зерттеумен айналысады?

- а) фигуралық сырғанауды;
- ә) кванттық есептеулерді;
- б) альпинизмді;
- в) тиімді тышқан аулағыштар құрастыруды.

36. Инвестициялық компаниялар нанотехнологияның дамуын немен салыстырады?

- а) 1990 жылы интернет-компанияның күйреуімен;
- ә) Давид пен Голиаф аңызымен;

- б) «Тиыннан теңге құралады» мәтелімен;
- в) Бір ғасыр бұрынғы Калифорниядағы «алтын безгегімен».

37. Ғарыштық лифтті сәтті тұрғызу үшін төмендегі факторлардың қайсысын ескеру қажет емес?

- а) құрылыстың басталу уақытын;
- ә) радиациядан қорғауды;
- б) вибрацияны;
- в) лаңкестік мен даурығуды.

38. Нанотехнологияны дамытудағы үкіметтік қолдаудың тиімді жолы қайсысы?

- а) шектелмеген қаржыландыру;
- ә) барлық басқа зерттеулерді тоқтату;
- б) біртіндеп енгізу;
- в) биочиптарға салынатын арнайы салықтар.

39. Биочиптер нанотүтікшелер көмегімен химиялық тесттерді қаншалықты тиімдірек орындай алады?

- а) 10 есе;
- ә) 1000 есе;
- б) 10000 есе;
- в) 100000 есе.

40. Көптеген опа-далап компанияларын күннен қорғайтын кремдерінде аса таза цинк оксиді негізіндегі Z-COTE ұнтақтары қолданылады. Оны қандай компания шығарады?

- а) BASF;
- ә) ACME;
- б) NASA;
- в) Intel.

ҚОРЫТЫНДЫ ЕМТИХАН

1. Төмендегі элементтердің қайсысы ДНҚ-ның құрамдас бөлігі емес?

- а) гуанин;
- ә) цитозин;
- б) аденин;
- в) тирозин.

2. АҚШ еңбекті қорғау ұлттық институты мен АҚШ дәрі-дәрмектер мен өнімдерді бақылау бойынша басқармасы өнеркәсіптік нанобөлшектердің неге әсерін зерттеп жатыр?

- а) теріге;
- ә) синтетикалық материалдарға;
- б) геотермальді белсенділікке;
- в) татуировкаларға.

3. Нанокәпсулаланған молекулалар түрлеріне байланысты дәрігерлер неге әсер ете алады?

- а) дәрі-дәрмек құнына;
- ә) емдеу қажеттілігіне;
- б) дәрі-дәрмек дозасы мен түріне;
- в) еңбек жүктемесіне.

4. Ақырғы күннің қаруы мен басқарылмайтын нанороботтар, өлтіруші ағзалар төмендегі қызметтердің қайсысында қолданылмайды?

- а) көркем фильмдерде;
- ә) ғылыми зерттеулер жоспарында;
- б) компьютерлік ойындарда;
- в) ғылыми-фантастикалық романдарда.

5. Фуллереннің беткі қабатына молекула жалғау қалай аталады?

- а) поляризация;
- ә) функционализация;
- б) сипаттау;
- в) оптимизация.

6. Ақуыздар – бұл:

- а) бейорганикалық қосылыстардың элементтері;

- ә) түссіз төсемелер;
- б) күрделі құрылымдар түзе алатын аминокышқылдардың тізбегі;
- в) ағаш пен минералдардан жасалған бұйымдар.

7. Нанобөлшектердің өлшемдерінің бірі қаншадан кіші болады?

- а) 1 см;
- ә) 50 см;
- б) 100 мм;
- в) 100 нм.

8. Нанобөлшектердің ерекше қасиеттері көбінесе неге байланысты?

- а) олардың өлшеміне;
- ә) температураға;
- б) тығыздыққа;
- в) иісіне.

9. Нанотехнологияға деген қызығушылық, бейнелі түрде айтсақ, неден салқындау?

- а) жалыннан;
- ә) судан;
- б) желден;
- в) мұздан.

10. 1 см кремнийлі чипқа 1000 ұяшық кализатор орналастырылған құрылғы қалай аталады?

- а) картофельді чипсалар;
- ә) балық чипсалар;
- б) шоколадты батончиктер;
- в) чиптағы зертханалар.

11. АҚШ еңбекті қорғау ұлттық институты нені дайындап, шығаруды жоспарлап отыр?

- а) ұлттық нанотехнология күніне арналған қағаздар;
- ә) нанотүтікшелер алу әдістерінің тізімін;
- б) наноматериалдармен тәжірибелік жұмыс істеу туралы шолу құжат;
- в) қоршаған ортаны қорғаудағы ең жақсы идея үшін сыйлық.

12. Элементтердің периодтық жүйесінде күмістің таңбасы қандай?

- а) Si;
- ә) Ag;
- б) Hg;
- в) Sr.

13. Нанотехнологиялар ненің негізіндегі материалдар жасауға мүмкіндік тудырады?

- а) жеке атомдар мен молекулалардың;
- ә) судың;
- б) топырақтың;
- в) ғарыштық сәуленің.

14. 1870 жылы Мейер өзінің периодтық кестесінің нұсқасын ұсынған, оның құрамында неше элемент болған?

- а) 28;
- ә) 57;
- б) 74;
- в) 112.

15. Наноәлем нысанын кескіндеудегі заманауи аспаптар жасалғанға дейін ғалымдар төмендегі әдістердің қайсысын қолданбаған?

- а) асрологиялық болжамдарды;
- ә) рентген сәулесін;
- б) ультрадыбыс сәулеленуді;
- в) жасуша биопсияларын.

16. Күшән адам денсаулығына үлкен қауіп тудыратын болғандықтан, ЕРА оның ауыз судағы мөлшерінің шекті мәнін қатаңдатты, қаншаға?

- а) миллиардтан бір бөлікке;
- ә) миллиардтан бес бөлікке ;
- б) миллиардтан он бөлікке;
- в) миллиардтан елу бөлікке.

17. Үш спиральді тізбекті аминқышқылдар қалдығынан тұратын адам ұлпасының негізін құрайды және беріктілікті қамтамасыз етеді. Ол қалай аталады?

- а) гемоглобин;
- ә) коллаген;
- б) альбумин;
- в) өсу факторы.

18. Оң зарядталған ядромен бірге атом құрамында болатын, теріс зарядталған субатомды бөлшектер қалай аталады?

- а) нейтрино;
- ә) протондар;
- б) электрондар;
- в) кварктар.

19. Профессор Ричард Фейнман кім болған?

- а) физик;
- ә) биолог;
- б) социолог;
- г) патологоанатом.

20. Атмосфералық азот оксидтерінің көздеріне төмендегілердің қайсысы жатпайды?

- а) найзағай;
- ә) тау өзендері;
- б) тоғай өрттері;
- в) жанартау.

21. Нанотехнологиялар – бұл:

- а) локомотивтерді жаңарту технологиялары;
- ә) мультитипндік зерттеу аумағы;
- б) гипербелсенді болу әдісі;
- в) фантастика.

22. Күн энергиясын пайдаланудағы ең үлкен қиындық не?

- а) жоғары сенімділік;
- ә) қуат жеткіліксіздігі ;
- б) ластанудың жоғарылығы;
- в) түнгі уақыт.

23. Наноарналар арқылы ДНҚ мен РНҚ молекулаларының қозғалыс физикасының маңызы не үшін зор?

- а) отбасын жоспарлау үшін;

- ә) мембраналарды жобалау мен сүзу әдістері үшін;
- б) шаш және көздің түсі үшін;
- в) қоршаған ортаны технециядан тазалау үшін.

24. Көмірқышқыл газының атмосферадағы концентрациясының артуы жақын 100 жылда күрделі қиындық тудырады деген оймен келісетін заманауи ғалымдар үлесі қанша?

- а) 24%;
- ә) 45%;
- б) 72%;
- в) 99%.

25. Хемотерапияда кейбір улы дәрі дәрмектермен емдеу қатерлі ісікті жою мен ненің шекарасында жүргізіледі?

- а) күйбелеңнің артуы;
- ә) күйзеліс деңгейінің артуы;
- б) емделушінің өзін жою;
- в) медициналық сақтандырудың жойылуы.

26. Ертеректе алхимия деп кімдердің зерттеулері аталған?

- а) көне химиктер зерттеулері;
- ә) ботаниктердің зерттеулері;
- б) басқарма жүйесінің;
- в) математиктердің.

27. 1990 жылы мен 2005 жыл арасында жарық көрген мақалалар саны 0-ден нешеге дейін артқан?

- а) 200;
- ә) 4032;
- б) 20 мың;
- в) 32 мың.

28. Сипаттамасы бірнеше мм болатын жартылай өткізгіш нанокристалл қалай аталады?

- а) кванттық ит;
- ә) кванттық нүкте;
- б) бактериялар;
- в) амеба.

29. Дон Эйглер IBM сөзін 35 ксенон атомынан құрап, нәтижесінде не ойлап тапты?

- а) балмұздақ дайындайтын машина;
- ә) антиблокты тартқыш шкаф;

- б) өсінділерге қарсы жамылғы;
- в) бір атом негізіндегі электрлік өшіріп қосқыш.

30. Нанотехнологтар төмендегі аспаптардың қайсысын пайдаланбайды?

- а) инспекциялық аспаптар;
- ә) өндірістік аспаптар;
- б) аспаздық аспаптар;
- в) үлгілеу аспаптары.

31. Судың сапасын анықтауда төмендегі факторлардың қайсысы қолданылмайды?

- а) қазба жанармайлар түрлерін өндіру және жандыру;
- ә) тоғайларды жаппай кесу;
- б) өндіріс қалдықтары;
- в) өзен тастарының болуы.

32. Қай ғалымның зерттеулері атом массасының көп бөлігі оның ядросына негізделгендігін көрсетті?

- а) Эрнест Резерфорд;
- ә) Дж. Томсон;
- б) Ганс Гейгер;
- в) Эрнест Хемингуэя.

33. Тірі ағза сыртындағы тәжірибелер қалай аталады?

- а) in centro;
- ә) in vivo;
- б) in livo;
- в) in vitro.

34. Сұйықтыққа қосқанда сұйықтық беттік керілуінің өзгеруінің әсерінен оның жұғылу қабілетін өзгерте алатын зат қалай аталады?

- а) мұнай қабаты;
- ә) беттік белсенді зат;
- б) меласса;
- в) кір балшық.

35. Цитоуытты деп қандай материалды айтады?

- а) жасушаларды өлтіретін;
- ә) жақсы өсетін;

- б) гранит құрамында болатын;
- в) көкшіл жасыл түсті материал.

36. Геоостационарлы орбитаға дейін созылған катушка мен кабельден тұратын ғарыштық лифт құрастыруды қай орыс ғалымы ұсынды?

- а) Стив Смолин;
- ә) Константин Циолковский;
- б) Поль Карадек;
- в) Михаил Барышников.

37. Нанобөлшектердің суда және топырақта қозғалу тиімділігі мен жылдамдығын бағалау үшін не маңызды?

- а) олардың оптикалық қасиеттері;
- ә) тасымалдау әдістері;
- б) судың тұздылығы;
- в) ластануды жою құны.

38. Қорғасын мен сынап сияқты ауыр металдар темірдің көмегімен тотықтырғаннан кейін ерімтал емес затқа айналады, сонымен қатар қандай зат түзіледі?

- а) жасыл;
- ә) радиоактивті;
- б) ұрықтандыратын;
- в) топырақта оқшауланатын.

39. Бүгінгі таңда жер бетіндегі тұрғындар саны шамамен қанша?

- а) 3 млрд;
- ә) 4 млрд;
- б) 5 млрд;
- в) 6,5 млрд.

40. Беттік қабатқа ерекше түрде орналастырылған ДНҚ молекуласының бірнеше қысқа фрагменттері ДНҚ чип немесе басқаша қалай аталады?

- а) шоколадты чип;
- ә) кремнийлі чип;
- б) биочип;
- в) неочип.

41. Алғашқы екібағдарлы оптикалық байланыс 2005 жылдың 9 желтоқсанында француз спутнигі ARTEMIS пен қай жер серігі арасында ұйымдастырылған болатын?

- а) VVP ресей спутнигі;
- ә) OICETS жапон спутнигі;
- б) GREAT WALL қытай спутнигі;
- в) RADGE KAPOOR индия спутнигі.

42. Атом құраушы бөлшектер ішінде қайсысы зарядталмайды?

- а) электрондар;
- ә) протондар;
- б) нейтрондар;
- в) кварктер.

43. 2006 жылы нанотехнология нарығы 300 млрд Ақш долларымен бағаланған, ал 2015 жылы ол қаншаға жетеді?

- а) 385млрд;
- ә) 500млрд;
- б) 700млрд;
- в) 1000 млрд.

44. Оптикалық үлкейту – қандай аспаптағы суретті осынша шамаға үлкейту?

- а) стетоскопта;
- ә) микроскопта;
- б) гироскопта;
- в) ольтиметрде.

45. Алғаш рет бактерияны кім көрген?

- а) Александр Флеминг;
- ә) Леонардо да Винчи;
- б) Антони ван Левенгук;
- в) Джон Бертоли.

46. Жасанды жер серігі геостационарлы орбитада қалай орналасқан?

- а) тек қана ғылыми-фантастикалық туындыларда кездеседі;
- ә) жер бетінің әртүрлі нүктелерінің үстінде орналасқан;
- б) солтүстік полюстің үстінде;
- в) жердің үстіндегі бір нүктеде тұрақты орналасқан.

47. Тірі ағза ішінде өтетін *in vivo* молекулярлық үдерістерді бақылау үшін қандай әдіс қолданылады?

- а) мутагенді көзбен көру;
- ә) молекулярлы көзбен көру;
- б) метеорологиялық көзбен көру;
- в) ғарыштық көзбен көру.

48. Титан нанокөмпозиті мен нанотехнологиясы негізінде гольфқа арналған жаңа таяқшалар жасаған мамандар қай компанияда жұмыс істейді?

- а) Head;
- ә) Nike;
- б) Wilson;
- в) Everlast.

49. Наноәлем ғалымдарының жаңа физикалық, химиялық және биологиялық құбылыстарды зерттеуі және ашуы үшін не қажет?

- а) жоғарытехнологиялық аспаптар;
- ә) көбірек кофе;
- б) көбірек демалыс уақыты;
- в) жұма күндері демалу.

50. Электр кернеуін түсіргенде, материалдың оптикалық қасиеттерін өзгерте алу қабілеті қалай аталады?

- а) нарықтық жоғары құн;
- ә) электрохромизм;
- б) фототропизм;
- в) радиобелсенділік.

51. Ішкі және сыртқы жарықтандыру кезінде инфрақызыл күшті электромагнитті тербелістер өндірілетін нысанда қайсысы?

- а) көміртекті нанотүтікше;
- ә) алтын неке сақинасы;
- б) нано сутек;
- в) алтын наносақина.

52. БҚКН абрибатурасы қандай мағына білдіреді?

- а) ультрасезімтал сарғылт бұршаққынды нарцисс;
- ә) асаберік және тұрақты наносым;
- б) бірқабатты көміртекті нанотүтікше;
- в) бір қабатты аса берік наножамылғы.

53. Нанотехнология энергетика мен медицина үшін өте маңызды, ал пластмасса не үшін маңызды?

- а) жаңа материалдар;
- ә) опа-далап;
- б) ағындар теориясы;
- в) коқымдарға арналған контейнер.

54. Ғарыштық зерттеулердің барлық аумақтарының қайсысында инфрақызыл сенсорларды қолдануға болмайды?

- а) навигациялық аспаптар;
- ә) өздігінен ұшталатын зондтар;
- б) мәліметтерді оптикалық тасымалдау;
- в) атмосфераны зерттеу.

55. Нысандар наномасштабты болып есептеледі, егер оның өлшеу өлшемдерінің бірі келесі аралықта орналасса:

- а) 1-100нм;
- ә) 100-1000нм;
- б) 1000-10000нм;
- в) 10000-100000нм.

56. АҚШ Ұлттық нанотехнологиялық бастамасы келесі аумақтағы жұмыстарды біріктіреді:

- а) биотехнология;
- ә) агрономия;
- б) биохимия;
- в) нанотехнология.

57. Кванттық нүктелерді ненің көмегімен жасайды?

- а) археологияның;
- ә) тасұсақтау арқылы;
- б) электронды-сәулелік литографияның;
- в) кондитерлік әдістердің.

58. Де Бройль толқыны—қандай толқындық табиғаттың өлшемі?

- а) ағылып келген толқынның;
- ә) жалаудағы қатпарлардың;
- б) метеордың;
- в) элементарлы бөлшектердің.

59. Нанотүтікшелердің бірегей электрлік және механикалық қасиеттерін ненің көмегімен көрсетуге болады?

- а) өте дәл өлшеулердің;
- ә) жомарт қаржыландырудың;
- б) шебер маркетинктің;
- в) жағдайдың қолайлы ағыны мен табандылықтың.

60. Топырақтағы темір нанобөлшектерге не әсер етеді?

- а) топырақтың қышқылдығы;
- ә) топырақтың температурасы;
- б) топырақтағы қоректік заттар;
- в) жоғарыда аталғын барлық факторлар.

61. Нанотехнологияны пайдалану туралы әдетте осылай айтады:

- а) олар шындыққа айналу үшін өте жақсы;
- ә) ең дұрысы кіші, әрі күштірек болғаны;
- б) олардың техника мен ғылымда қолданылғаны дұрыс;
- в) дөрекі күштен ақыл күштірек.

62. Электронды-сәулелі литография нені жасау үшін пайдаланылады?

- а) жетілдірілген қаламсаптар;
- ә) жоғары сапалы радиоқабылдағыштар;
- б) кванттық нүктелер;
- в) аэрогельдер.

63. Екі металдан тұратын (мысалы: мыс пен мырыштан жасалған латунь) материал қалай аталады?

- а) суфле;
- ә) құйма;
- б) идеалды газ;
- в) құбыланама.

64. Өзге үздіксіз материалда ауырлық күшінің әсерінен тұнбайтын өте ұсақ бөлшектер массасы қалай аталады?

- а) амлет;
- ә) коллоид;
- б) мектеп тәжірибесінің нәтижесі;
- в) инертті материал.

65. Сілекейді талдау негізіндегі диагностикалау әдістерінің негізгі артықшылығы қай сипаттамада?

- а) жабысқақ еместігінде;
- ә) инвазивтілігінде;
- б) қайталап қолдануға келуінде;
- в) инвазивті еместілігінде.

66. ЕсоТгу өнімін Африкада ота жасау алдындағы антисептика ретінде қолданған кезде, отадан кейін ешқандай инфекциялар мен киындықтар болмайтыны қанша пайыз емделушілерге байқалған?

- а) 25% емделушілерде;
- ә) 50% емделушілерде;
- б) 75% емделушілерде;
- в) 100% емделушілерде.

67. Дабылдарды тасымалдау үшін зарядтар қолданылатын электрлік есептеуіш құрылғылармен салыстырғанда, кванттық компьютерлерде не қолданылады?

- а) жылу;
- ә) спин не поляризация;
- б) жел;
- в) кварктер.

68. Жартылай өткізгіш наномасштабты нысанның бірі қалай аталады?

- а) кванттық үтір;
- ә) кванттық бүйрек;
- б) кванттық нүкте;
- в) кванттық мысық.

69. Антони Ван Левенчук жасаған микроскоптың үлкейту қабілеті қандай?

- а) 50 еселік;
- ә) 75 еселік;
- б) 100 еселік;
- в) 200 еселік.

70. Радиациялық диагностика кезінде дені сау жасушалардың жанында қоршаған аумақтар анық көрінеді, ал рентген суреттерінде қалай шығады?

- а) ашық түсті;
- ә) қараңғы түсті;
- б) қызыл түсте;
- в) қоңыр түсте.

71. Қатерлі ісік ауруларын емдеу әдістерінің бірі ұсақ нанокаптамалардың қандай қасиетіне негізделген?

- а) өкпедегі азот монооксидін жұту;
- ә) танымал музыкаларды тыңдағанда көңіл-күйді көтеру;
- б) белгілі бір күндер мен түндерде белсенділік көрсету;
- в) қатерлі ісікке қанмен бірге ену.

72. Артур Клори «Жұмбақ фонтандары» кітабында (the fountains of paradise) жүктемелерді ғарышқа зымырандарды қолданбай ғарыштық лифтілер көмегімен жеткізу туралы қай жылы жазған?

- а) 1865 ж.;
- ә) 1979 ж.;
- б) 1986 ж.;
- в) 2002 ж.

73. Малекулалардың динамикалық сипаттамаларын қандай наноаспаптармен тікелей өлшеуге болады?

- а) дөрекі күш;
- ә) ұсақ тискалар;
- б) оптикалық пинцеттер;
- в) аса ұсақ қысқыштар.

74. Жарықтандырғыш электронды микроскопты қолданғанда оптикалық микроскоппен саластырғанда нысанды неше есе үлкейтіп көру мүмкін?

- а) 500;
- ә) 1000;
- б) 25 000;
- в) 100 000.

75. 1951 жылы ДНҚ құрылымын ашқан ғалымдарды атаңыз?

- а) Дж. Уотсон мен Ф. Крик;
- ә) Дж. Джеймс пен Э. Эбби;
- б) У. Вильямс пен Г. Беннет;
- в) М. Брайан және У. Маккенна.

76. Линза мен оптикалық жүйенің жақын орналасқан нысандарды бөліп көрсету қабілеті қалай аталады?

- а) қол жетімділік;
- ә) рұқсат ету;
- б) өткізгіштік;
- в) беріктік.

77. Жасанды жолмен алынған нанобөлшектердің тірі ағзаларға уытты әсер етуі қалай зерттелген?

- а) жақсы;
- ә) әлі де жұмбақ болып отыр;
- б) жартылай түсінікті;
- в) ешқандай әсері жоқ.

78. Нанокристалдардың ірі нысандармен салыстырғандағы басты артықшылықтарының бірін атаңыз.

- а) оларды оңай балқытуға болады;
- ә) оларды айна тәрізді пайдалануға болады;
- б) оларды жеңіл жасыруға болады;
- в) аз көлемде үлкен беттік ауданы болады.

79. Жарықтандырғыш электронды микроскоп жеткілікті мөлшерде жұқа үлгілерді жарықтандыра алады, ол неге ұқсас?

- а) слайд проекторы;
- ә) магнитті айна;
- б) Алладин лампасы;
- в) циркуль.

80. Темір, қола, индустриалды және информациялық ғасырдан кейін болашақта қандай ғасыр болады?

- а) лас ғасыр;
- ә) Еуро ғасыр;
- б) молекулярлы ғасыр;
- в) атақтылар ғасыры.

81. Туннельді электрлік ток жүйеде “үлгі-ине” жүйесіне түсірілген әлеуеттер айырымы қандай болған кезде түзіледі?

- а) тұрақты жұмыс істейтін туннель түзілгенде;
- ә) электрондар үлгіден инеге туннельденген кезде;
- б) ештеңе өзгермейді;
- в) мүлдем ештеңе жүзеге аспайды.

82. БҚОҚНО СВЕН аббревиатурасының мағынасы қандай?

а) тиімді және шұғыл құралдардың орталықтандырылған ғылыми базасы;

ә) биология және қоршаған ортаны қорғаудағы нанотехнология орталығы;

б) аса қауіпті жағдайларға арналған орталық ғылыми емхана;

в) жаңа биологиялық нысандар мен ашық жүйелер орталығы.

83. Аэрозольдер мен көбіктер ненің түрлері болып табылады?

а) коллоидтардың;

ә) шашқа арналған гельдердің;

б) метаморфтық тұқымдастардың;

в) ДНҚ молекуласының.

84. Балық аулауға арналған қармақтар мен теннис ракеткаларына неліктен нанобөлшектер мен көміртекті нанотүтікшелер қосылған?

а) қосымша жарнама;

ә) сатылым арту үшін;

б) беріктілігі мен иімділігін арттыру үшін;

в) түсін жақсарту үшін.

85. АҚШ мен басқа да дамыған елдердің өкіметтері өндіріс қалдықтарымен ластанған аумақты тазалау үшін миллиардтаған доллар жіберген, неліктен?

а) дауыс берушілердің ашулануынан қорқады;

ә) артық ақшаны қайда жұмсайтынын білмегендіктен;

б) уытты қалдықтардың өмірге қауіпін азайту үшін;

в) жаңа стандарттар пайда болды.

86. Фуллерендердің беткі қабаттарымен байланыстырылған молекула фрагменттерінің саны артқан сайын олардың қандай сипаттамасы төмендейді?

а) құны;

ә) айқындылығы;

б) вариациялығы;

в) цитоуыттылығы.

87. Беттік белсенді затты сұйықтыққа қосқанда оның қандай сипаттамасы өзгереді?

а) иісі;

- ә) балқу нүктесі;
- б) беттік керілу;
- в) құны.

88. Көміртекті нанотүтікшелер болаттан неше есе берігірек?

- а) 20;
- ә) 50;
- б) 70;
- в) 100.

89. Электр өрісінің әсерінен нысанның пішінін өзгертуі ұстанымына негізделген электромотор қалай аталады?

- а) аспалы мотор;
- ә) пьезоэлектрлік мотор;
- б) өрістік мотор;
- в) ескірген мотор.

90. ДНҚ мен РНҚ сияқты молекулаларға жасалған тәжірибелер оларды мембраналардың саңылаулары арқылы өткізу немен қабаттаса жүретінін көрсеткен?

- а) электр тоғымен;
- ә) тұздардың тасымалдануымен;
- б) голлагеннің тасымалдануымен;
- в) өздігінен жинақталумен.

91. Ғарыштық лифт идеясы қандай аса берік жаңа материал алынған соң шындыққа айналады?

- а) нанокристалдар;
- ә) нанотүтікшелер;
- б) фуллерендер;
- в) наноұнтақтар.

92. Наномасштаб–бұл ұсақтау жолындағы келесі бір саты, бұл:

- а) ғылыми фантастика;
- ә) антиквар құндылық;
- б) салмақ түсіруге арналған дәрі-дәрмек;
- в) жаңа сапалы деңгей.

93. Төмендегі заттың қайсысы радиобелсенді маркер ретінде жиі пайдаланылады?

- а) кобальт;
- ә) күкірт;
- б) таллий;
- в) родий.

94. Бүгінгі таңда НТ-яны пайдалану бойынша ең үлкен жетістікке не жасауда қол жеткізіледі?

- а) компьютерлер;
- ә) қышқылдар;
- б) саясаткерлер;
- в) әскери базалар.

95. Фуллерендер, бірқабатты көміртекті нанотүтікшелер, наноқаптамалар, кванттық нүктелер мен микрокапсулаларды бүгінде басқаша қалай атайды?

- а) сәнді сөздер;
- ә) алу мүмкін емес нысандар;
- б) түсінуге өте күрделі нысандар;
- в) ақылды материалдар.

96. Профессор Ричард Смолли жаңа наноматериалдар қандай қиындықтарды шешудегі негізгі фактор болады деп есептеген?

- а) энергетикалық;
- ә) қаржыландыруға байланысты;
- б) халықты орналастыруға байланысты;
- в) қоршаған ортаны қорғауға байланысты.

97. Нанотехнологияны жиі басқаша қалай атайды?

- а) молекулярлы балшық;
- ә) молекулярлы гипноз;
- б) молекулярлы өндіріс;
- в) молекулярлы функция.

98. Бангладеш, Индия, Мексика, Чили, Аргентина, Тайван және Тайландта ауыз су құрамындағы күшәннен қанша халық зардап шегуде?

- а) 1-ден 5%-ға дейінгі тұрғындар;
- ә) 10-нан 40%-ға дейінгі тұрғындар;
- б) 50-ден 75%-ға дейінгі тұрғындар;
- в) 90-нан 95%-ға дейінгі тұрғындар.

99. Лазерлі сканирлеуші канфокальді микроскопияда лазерлі (ультрақұлгін) жарық нені зерттеу үшін қолданылады?

- а) балмұздақты;
- ә) флуоресцентті үлгілерді;
- б) атмосфераны;
- в) сұйытылған көмірсутектерді.

100. EcoTru® өнімінде уытты емес не болып табылады?

- а) антисептик;
- ә) ағаштарды кесуге арналған аспап;
- б) тыңайтқыш;
- в) мақтадан тігілген киім түрі.

**ТАРАУЛАР БОЙЫНША БАҚЫЛАУ ЖҰМЫСТАРЫНЫҢ
ЖАУАПТАРЫ**

1-ТАРАУ

1. в	2. б	3. в	4. ә	5. в
6. б	7. ә	8. б	9. ә	10. а

2-ТАРАУ

1. в	2. б	3. ә	4. ә	5. б
6. а	7. б	8. а	9. б	10. в

3-ТАРАУ

1. ә	2. в	3. б	4. ә	5. ә
6. а	7. б	8. в	9. б	10. а

4-ТАРАУ

1. а	2. ә	3. а	4. б	5. в
6. б	7. б	8. в	9. в	10. ә

5-ТАРАУ

1. б	2. в	3. а	4. б	5. ә
6. б	7. а	8. ә	9. в	10. ә

6-ТАРАУ

1. б	2. ә	3. в	4. а	5. б
6. ә	7. б	8. а	9. в	10. ә

7-ТАРАУ

1. ә	2. а	3. б	4. б	5. ә
6. в	7. а	8. б	9. в	10. в

8-TAPAY

1. B	2. б	3. а	4. ә	5. B
6. б	7. а	8. б	9. б	10. ә

9-TAPAY

1. б	2. B	3. а	4. B	5. а
6. б	7. B	8. б	9. б	10. ә

10-TAPAY

1. ә	2. б	3. B	4. б	5. б
6. а	7. ә	8. B	9. а	10. B

11-TAPAY

1. б	2. B	3. ә	4. B	5. б
6. ә	7. а	8. а	9. ә	10. B

12-TAPAY

1. б	2. б	3. B	4. б	5. B
6. ә	7. б	8. а	9. ә	10. а

13-TAPAY

1. B	2. ә	3. а	4. а	5. ә
6. ә	7. б	8. B	9. б	10. б

14-TAPAY

1. B	2. ә	3. б	4. ә	5. B
6. б	7. а	8. B	9. а	10. ә

БӨЛІМДЕР СОҢЫНДАҒЫ ТЕСТ СҰРАҚТАРЫНЫҢ ЖАУАПТАРЫ

I БӨЛІМ

1. б	2. а	3. в	4. ә	5. ә
6. в	7. ә	8. б	9. в	10. а
11. б	12. ә	13. а	14. ә	15. ә
16. а	17. б	18. б	19. ә	20. в
21. ә	22. ә	23. а	24. б	25. в
26. а	27. б	28. в	29. ә	30. б
31. б	32. ә	33. б	34. в	35. а
36. б	37. б	38. ә	39. ә	40. в

II БӨЛІМ

1. б	2. ә	3. в	4. в	5. ә
6. в	7. в	8. ә	9. а	10. в
11. а	12. ә	13. б	14. в	15. ә
16. в	17. б	18. а	19. б	20. в
21. ә	22. б	23. б	24. ә	25. в
26. б	27. в	28. ә	29. а	30. б
31. в	32. ә	33. б	34. а	35. ә
36. а	37. ә	38. ә	39. б	40. в

III БӨЛІМ

1. ә	2. б	3. б	4. а	5. в
6. в	7. б	8. ә	9. б	10. ә
11. б	12. в	13. а	14. в	15. в
16. в	17. б	18. ә	19. в	20. ә
21. б	22. ә	23. в	24. а	25. б
26. а	27. б	28. б	29. в	30. б
31. ә	32. б	33. в	34. в	35. б
36. б	37. а	38. ә	39. в	40. а

IV БӨЛІМ

1. б	2. ә	3. в	4. в	5. а
6. а	7. ә	8. ә	9. б	10. ә
11. а	12. ә	13. б	14. в	15. б
16. в	17. б	18. ә	19. в	20. в
21. ә	22. б	23. в	24. а	25. б
26. ә	27. ә	28. б	29. б	30. а
31. ә	32. б	33. а	34. в	35. ә
36. в	37. а	38. б	39. б	40. а

ҚОРЫТЫНДЫ ЕМТИХАН СҰРАҚТАРЫНА ЖАУАПТАР

1. В	2. а	3. б	4. ә	5. ә
6. б	7. В	8. а	9. а	10. В
11. б	12. ә	13. а	14. ә	15. а
16. б	17. ә	18. б	19. а	20. ә
21. ә	22. В	23. ә	24. В	25. б
26. а	27. б	28. ә	29. В	30. б
31. В	32. а	33. В	34. ә	35. а
36. ә	37. ә	38. В	39. В	40. б
41. ә	42. б	43. ә	44. В	45. б
46. В	47. ә	48. б	49. а	50. ә
51. В	52. б	53. а	54. ә	55. а
56. В	57. б	58. В	59. а	60. В
61. б	62. б	63. ә	64. ә	65. В
66. В	67. ә	68. б	69. В	70. а
71. Г	72. ә	73. б	74. ә	75. а
76. б	77. б	78. В	79. а	80. б
81. ә	82. ә	83. а	84. б	85. б
86. В	87. б	88. В	89. ә	90. а
91. ә	92. В	93. б	94. а	95. В
96. а	97. б	98. ә	99. ә	100. а

1-ҚОСЫМША

ҚЫСҚАРТУЛАР МЕН БЕЛГІЛЕУЛЕР

Қысқартулар	Белгілеулер
АМИ	Америка мұнай институты
ҚҚСТ	Қажетті қолданулар және сәйкес талаптар (тазалау стандарттары)
АБМИ	Америка бақылау және материалдар институты
УЗАТА	Уытты заттар мен ауруларды тіркеу агенттігі
БЖБ	Британдық жылулық бірлік – тұтынушы энергия
АТҚ	Ауа тазалау қозғалысы
БЭНО	Биологиялықжәне экологиялық нанотехнология орталығы
ЭСК	Экологиялық сапа консулдығы
ХФК	Хлорфторкөміртекттер – озонды жоюшы, салқындатушы агент
НҒТО	Наномасштабты ғылым мен технология орталығы
ТӨҚК	Тұтынушы өнімдер қауіпсіздігі комитеті
СТҚ	Су тазарту қозғалысы
ЖҒЖАҚ	Жетілдірілген ғылыми жобалар агенттіктерін қорғау
ДДТ	Дихлордифенилтрихлорэтан – уытты пестицид
ДНҚ	Диоксирибонуклеидті қышқыл – фосфаттар, қант, пуриндер мен пиримидиндерді дайындайды, спиральді пішін, орталық ұяшықтарда генетикалық ақпараттарды тасымалдайды
ЕО	Еріген оттек
ҚБ	Қорғау бөлімі
ЭБ	Энергия бөлімі
ҚБ	Құқық бөлімі
ТБ	Тасымалдау бөлімі
БЖТ	Бұзу және жою тиімділігі
ЕҚНТ	Екі қабатты көміртекті нанотүтікшелер

ТЭҚЭ	Тиімді энергия және қайтаөндірілетін энергия
ЭЭЕМ	Экологиялық әсерді есептеу мәліметі
ӨКЖ	Өте кіші жиілікті электромагнитті сәулелер (<300 Гц) – электрлік энергия сызықтарымен өндіріледі
ЭМЖ	Экологиялық менеджмент жүйесі (сонымен қатар ISO 14 000)
ЭҚА	Экологиялық қорғау агенттігі
ЭЗБН	Экологиялық зерттеу және білім беру негізі
ТР	Табиғи ресурстар , Inc.
ЭБО	Экологиялық бағалау орталығы
ЭТИ	Экологиялық тұрақтылық индексі
ТДББ	Тамақ және дәрі-дәрмектерді бақылау басқармасы
ФИФРҚ	Федералды инсектицид, фунгицид және родентицид қозғалысы
Алғашқы үштік	1988 ж. 17 тамызы, Федералды тіркеу (53 АК 31138) – жердегі қауіпті қалдықтарды алғашқы шектеу жолдары
ӘКМ	Әлемдік климат моделі
ТТП	Тиімді тәжірибелік пайдаланулар
ГТА	Генетикалық түрлендірілген ағза
ТӨӨ	Тиімді өндіру әдістемесі
ҚҚЖ	29 CFR 1910.120 – OSHA/EPA талаптар, жұмыскерлер қауіпті қалдықтарды өңдеу, тасымалдау және басқару үшін алдын-ала дайындық бойынша оқытылады
ҚМ	Қауіпті материалдар
ҚҚҚЖ	Қауіпті және қатты қалдықтарды жою, 1984
ҚҚБ	Қатты қалдықтарды басқару
Гц	Герц – айнымалы тоқ бағытын өзгертетін жиілік
ХЭБ	Халықаралық энергия бірлестігі
КВ	Киловатт-сағат
БҚАҚ	Бұйым қауіпсіздігінің анықтамалық қағазы
МВ	Мегаватт – 1000 киловатт (1 миллион ватт)
КҚНТ	Көп қабатты көміртекті нанотүтікшелер
ҰАҒБ	Ұлттық авиация және ғарыш басқармасы
ҰЭМО	Ұлттық электрондық микроскопия орталығы
ҰЭБҚ	Ұлттық экологияны басқару қозғалысы

ҚАЛҰЭС	Қауіпті ауа ластаушыларға арналған ұлттық эмиссиялық стандарт
ҰӨҚДИ	Ұлттық өндірістік қорғау және денсаулық институты
ҰСТИ	Ұлттық стандарттар мен технологиялар институты
ӨЕҰ	Өкіметтік емес ұйым – әлемнің 10 000-нан астам ұйымдары ECONET арқылы байланысқан
ҰНБ	Ұлттық нанотехнология бастамасы
ЛЖҰЖ	Ластаушыларды жоюдың ұлттық жүйесі
ХЛКФТ	Химиялық ластаушылармен күресу фондтарының тізімі
ЯРК	Ядролық реттеуші комиссия
ЗДК	Зерттеу және даму кеңсесі
ӨҚДБ	Өндірістік қорғау және денсаулық басқармасы
ҚҚК	Қатты қалдықтар кеңсесі
ПХБФ	Полихлорланған бифенил – бояулар, суреттер, шырақтар, трансформаторлар, конденсаторлар жасауда қолданылады
НКЛ	Нүктелік көздердің ластануы
ӘЕРШ	Әсер етудің рұқсат етілген шегі
pH	Қышқылдық (pH 0) және сілтілікті (pH 14) өлшеудің логарифмдік шкаласы; pH 7 бейтарап
ФГ	Фотогальваникалық құрылғы – электр тоғы жартылай өткізгіш материал көмегімен өндіріледі
ПВХ	Уытты винилхлоридтен жасалған және пластмассалардың негізі ретінде қолданылатын мұнайхиялық түзілім
Рад	Радиациялық сіңірілген доза – адамзат ұлпасының 1 грамында сіңірілген радиация энергиясы мөлшері
ЗД	Зерттеу және даму
рДНҚ	Рекомбинантты диоксирибонуклеидті қышқыл
РНҚ	Рибонуклеидті қышқыл - диоксирибонуклеидті қышқылда түзілген және протеин алуға қатысады
АСҚҚ	1974 ж. Ауыз суды қорғау қозғалысы
БҚНТ	Бірқабатты көміртекті нанотүтікшелер
ЖОК	Жалпы органикалық көміртек
УЗБҚ	Уытты заттарды бақылау қозғалысы, 1976.
ЕСДҚ	Емдеу, сақтау және дәрі-дәрмек құралдары
ҮӨЕ	Үшінші әлем елдері

АБШД	Ауыл шаруашылығы бойынша біріккен штаттар департаменті
ГШБШ	Геологиялық шолулардың біріккен штаты
УК	Күннен түсетін ультракүлгін радиация
ӨОҚ	Өзгермелі органикалық құрам
В	Ватт – электр тоғының бірлігі

2-ҚОСЫМША

КОМПАНИЯЛАР МЕН ӨНІМДЕР

Компаниялар	Өнімдер
Acadia Research Corp.	Гендік ашылулар, ауруларды молекулярлы сипаттау
Advanced Nano Coatings, Inc.	ҰОҚ (ұшқыш органикалық қосылыстар) алынатын эпокси жамылғылардың жоғары сипаттамалары
Advanced Nano Products	Нанокристалды ұнтақтар, керамикалық мақсаттағы тозандандыру және электронды сәулемен буландыру
Altair Nanotechnologies Inc.	Литий титанаты, шпинельді электрод материалдары
Applied Nanofluorescence, LLC	Нанотүтікшелерді зерттеуге арналған оптикалық аспаптар
Applied Nanoworks	Наноматериалдар мен кванттық нүктелер ерітінділері
Argyx, Inc.	Нанобөлшектерді тасымалдауға және көтеруге арналған нанопинцеттер
Aspen Aerogels	Нанокеуекті аэрогельдер салқындату және әскери мақсаттағы аяқ киімдерге арналған
BASF	Құрылыс материалдары, гидрофобтф жамылғылар
California Molecular Electronics Corp.	Молекулярлы электроникада басты қасиеттерін пайдалану, ойлап шығару, біріктіру
Carbon Nanotechnologies, Inc.	Көміртекті нанотүтікшелерді коммерциялық өндіру
Cima Nanotech, Inc.	Ұсақ бөлшектер, ультра ұсақ бөлшектер және наноөлшемді металдар мен ұнтақтар
Dendritech, Inc.	Дендримерлерді өндіру және басқару
Dendritic Nano Nanotechnologies, Inc.	Тармақталған молекулалар (дендримерлер)

EnviroSystems	ЕсоТгу әскери ауруханалар тобы, залалсыздандырушы наноэмульсия
eSpin Nanotechnologies, Inc.	Полимерлі наноталшықтар технологиясын басқару
Front Edge	Өте жіңішке қайтазарядталатын батареялар
Helix Material Solutions, Inc.	Бір- және көпқабатты нанотүтікшелер
Hysitron	Наномасштабты беріктілік, серпімділік, үйкелу мен адгезияны өлшеуге арналған зерттеу және өндірістік аспаптар
Integran	Нанокристалды металдар, наножамылғылар, наноұнтақтар
Intematix	Фосфор
Intematix Corp.	Электронды материалдар; отын элементтерінің мембраналарын жасауға арналған катализаторлар
International Carbon, Inc.	Көміртекті нанокұрылымдар
Kereos Inc.	Емдік нанобөлшектер және аурулардың алғашқы белгілерін бейнелеу
Lumera	Полимерлік материалдар мен өнімдер
Luna Innovations, Inc.	Әртүрлі металдармен және сирек жер элементтерімен қоршалған көміртек атомдарының іші қуыс молекулалары
Meliorum Nanotechnologies, Inc.	Люминесценциялық материалдар (Кремний, металл сульфидтері, селенидтер), металл және металл балқымаларының наноматериалдары
Metal Nanopowders Ltd.	Металл наноұнтақтары
MetaMateria Partners LLC	Отын элементтері, батареялар, мембраналар, басқа да электрохимиялық құралдар, фильтрлер, тікұшақ басы және катализаторлардың беткі қабаты
Molecular Electronics Corp.	Электроникалық және оптоэлектроникалық қолданулар
Molecular Imprints	Жартылай өткізгіш және электроника өндірісіне арналған құралдар жасауға арналған аспаптар шығару

Nano Electronics	Диэлектриктер, металдар мен силицидтердің тыйым салынған аумақтарынан үлкен жаңа материалдар алу
Nano-C Inc.	Газалығы өте жоғары фуллерендер менбасқа наномасштабты фуллеренді наноматериалдарды алу
Nanocor	Пластиктерге арналған наножелім және нанокомпозиттер
Nanocs	Суда ерімтал бір- және көпқабатты көміртекті нанотүтікшелер мен жамылғылар
Nanodynamys	Нано-күміс, мыс, никель нанобөлшектері; нанооксидтер, наноқұрылымды көміртек
Nanogate Technology	Адгезияға және микробтарға қарсы жамылғылар
NanoGram Corp.	Компьютер чиптеріне қажетті химиялық қосылыстар мен сұйық ерітінділер
NanoInk Inc.	Сібір жарасын болжау
NanoOpto	Оптикалық жүйелердің блоктарын жасауға арналған наноқұрылымдар
Nanophase Thecnologies, Corp.	Металл оксидтерінің наноұнтақтарын алу және коммерциялық өндіру
Nanopoint	Ғалымдардың 50 нанометрден кіші тірі жасушалардың ішін/дамуын көруге мүмкіндік береді
NanoProducts	Наномасштабты ұнтақтар, дисперсиялар мен ұнтақтар негізіндегі өнімдер (жеке металл, мульти металл және оксидтер)
Nanosize Ltd.	Арнайы беткі қабаттары бар ұнтақтар мен наноматериалдардың дисперсиялары
Nanospectra Biosciences	Инвазивті наноқабықшалы медициналық терапия
Nanosphere	Нуклеин қышқылдары мен протеиндерді талдау және ультра-сезімтал тіркеу
Nanosys Inc.	Икемді электроника/ жұқа пленкалар электроникасы
Nano-tex	Беріктендіру/ жамылғылар өндіруге мүмкіндік беретін нанотехнология
Nanotherapeutics, Inc.	Фармацевтикалық және рецептісіз өнімдер жасауға арналған нанометрлі масштабты бөлшектер

Nanova, LLC	Бояу, жамылғылар, пластиктер, қағаздар, желім, косметика, сымдар мен кабельдер, және денсаулық сақтау өндірістері
Nanox	Табиғи нанокристалды катализаторлар
NEI Corp.	Наноұнтақтар мен наноқұрылымды аралық қосылыстарды алуға арналған патенттелген технологиялар
Neo-Photonics Corp.	Нано-оптикалық компоненттер жасау
Novation Environmental Technologies	Суды тазартуға арналған зарарсыздандыру/иодин негізіндегі фильтрация
Ntera	Электронды сия және сандық қағаз
Nyacol Nano Technologies, Inc.	Өртке, үйкеліске төзімді материалдар және катализаторлар, қиын балқитын және керамикалық талшықтарға арналған байланыстырушы бейорганикалық металл оксидтері мен органикалық заттар негізіндегі кремнийлі ерітінділер
Oxane Materials, Inc.	Жоғары температурада тұрақты отын элементтерінің мембраналары, нанобөлшектері, композиттері және жамылғылары
Powdermet, Inc.	Металл және керамикалық наноөндірілген ұсақ ұнтақтар мен бөлшектер
pSivida Ltd.	Денсаулық сақтауда пайдалану үшін биосиликондарды дамыту
Q Chip	Фармацестика, тамақ және косметика өндірістеріне арналған микро- және нанобөлшектер алуда қолданылатын микросұйық технология
QuantumSphere, Inc.	Ғарышта қолдануға арналған металл наноұнтақтары, қорғаныс, энергия, автомобиль және басқа материалдар нарығы
Sensiore Inc.	Чиптағы зертхана, суды бақылауға және зерттеуге арналған мульти-сенсорлы құралдар
Solaris Nanosciences	Қайта зарядталатын күнге сезімтал батареялар
Starfire Systems	Коррозияға және ескіруге төзімді керамикалық/полимерлі наноқұрылымдар
Starpharma	Дендримерлер негізіндегі фармацевтикалық қолдануларға арналған лицензиялар
Technanogy	Жоғары сапалы, аса энергетикалық ультра таза наномасштабты алюминий ұнтақтарын алу

Therafuse	Наносабанды қолданатын диабетиктерге арналған тері бөлігі
Wilson	Гольф клубтар және доптар, теннис ракеталарындағы наноматериалдар
Zyvox	Нанотүтікшелерді басқару, наноматериалдар

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

Aizpurua J., Hanapr P., Sutherland D.S. et al. Optical properties of gold nanorings// Physical Review Letters.-2003.-Vol.90, № 5. P. 57-401.

Atkinson W. Nanocosm: Nanotechnology and the big chandes coming from the inconceivably small. - New York: Amacom, 2003.-307 p.

Bennet J., Cooper M., Hunter M. et al. London's Leonardo: The life and work of Robert Hooke- New York: Oxford University Press, 2003. -276 p.

Boisseau P. Bringing nanobio to life in Europe//Small Times Magazine. – 2005.- Vol.5, № 7.- P.10-11.

Campbell C., Laherrere J. The end of cheap oil//Scientific American.- 1998. – Vol. 278, № 3.- P. 78-83.

Deffeyes K. Hubbert's Peak: The impending world oil shortage.- Princeton University Press, 2001.

DNA-based molecular construction, international workshop on DNA-based molecular construction, Jena, Germany; May 23-25, 2002/ W. Fritzsche (ed).- Melville, New York: American Institute of Physics, 2002.- (AIP Conference Proceedings, Vol.640).

Endo M., Muramatsu H., Hayashi T. Et al. Nanotechnology : 'Buckypaper' from coaxial nanotubes//Nature. - 2005 . – Vol. 433, 476. doi: 10.1038/433476a.

Energy information administration, office of integrated analysis and forecasting: International energy outlook 2004. –Washington, DC.: U.S. Department of Energy, 2004. Rep. no DOE/ EIA- 0484 (2004).

Environmental protection agency // Brief: The U.S. Green- house gas inventory. – Washington, DC: Office of air and radiation, 2002 (EPA 430-F-02-008).

Ferrari M. Cancer nanotechnology: Opportunities and challenges // Nature Reviews: Cancer. -2005. – Vol. 5.- P. 161-171.

Feynman R. There's plenty of room at the bottom, engineering and science // Engineering and Science (California Institute of Technology). -1960. - № 23. – P. 22-36. Caltech presentation ([http://www. Zyvex. Com/nanotech/](http://www.Zyvex.Com/nanotech/) Feynman. Html) (Қазақша аударма: “Химия және өмір”, 2002. - № 12. – С. 21-26.

Goodsell D.S. BioNanotechnology: Lessons from nature.- Hoboken, New Jersey: Wiley- Liss, Inc., 2004.

Goodstein D. Out of gas: The end of the age of oil. – New York: W.W. Norton & Company, 2004.- 128 p.

Hood L., Heath J. R., Phelps M.E., Lin B. Systems biology and new technologies enable predictive and preventative medicine//Science. – 2004. – Vol. 306. – P. 640-643.

Jones R. L. Soft Machines: nanotechnology and life.- Oxford, U.K.: Oxford University Press, 2004.

Lusted M., Lusted G. A Nuclear power plant. – New York: Lucent Books, 2005.

Marx V. Molecular imaging//Chemical and Engineering News. – 2005. – Vol. 83, № 30.- P.25-36.

Melosh N. et al.//Journal of Cellular Biochemistry.- 2003.- Vol. 87.- P.112-115. (Melosh N.A., Boukai A., Diana F. et al. Ultrahigh- density nanowire lattices and circuits//Science - 2003. – Vol. 300 (5616). – P.112-115.)

Mitlin D., Radmilovic V., Dahmen U., Morris J.W. Precipitation and aging in Al-Si-Ge-Cu//Metallurgical and Materials Transactions. – 2001. – 32A. – P. 197-199.)

Nanotechnology: Molecular speculations on global abundance / B.C. Crandall (ed.). – Cambridge; Massachusetts: MIT Press, 1996.

O’Neal, D. P., Hirsch L.R., Halas N. J. Et al. Photo-thermal tumor ablation in mice using near infrared- absorbing nanoparticles //Cancer Letters. -2004. – Vol. 209, № 2. – P. 171-176.

Patolsky F., Zheng G., Hayden O. Et al. Electrical detection of single viruses// Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2004, 28 September. – Vol. 101, № 39/ - P. 14 017-14 022.

Poole C. P., Jr., Owens F. J. Introduction to Nanotechnology.– Hoboken, New Jersey: Wiley- Interscience, 2003.

Ratner M., Ratner D. Nanotechnology: A gentle introduction to the next big idea. – Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2002.

Robichaud C., Tranzil D., Weilenmann U., Wiesner M. Relative risk analysis of several manufactured nanomaterials: An insurance industry context// Environmental Science and Technology. – 2005, 4 October. – Vol. 39(220. – P. 8985-8994.

Shellenberger M., Nardhaus T. The death of environmentalism: Global warming politics in a post- environmental world. – (essay presented at the October 2004 meeting of the Environmental Grantmakers Association).

Societal implications of nanoscience and nanotechnology/V. C. Rjck,

W. S. Bainbridge (eds.)- Dordrecht; Boston: Kluwer Academic Publishers, 2001.

Stix G. Little big science //Scientific American. –2001, 16 september. – Vol. 285. – P. 32-37.

Stockman V., Bergman D. Quantum nanoplasmonics: Surface plasmon amplification through stimulated emission of radiation (spaser)// American Physical Society, Annual APS, 3-7 March 2003, abstract # S 11. 009.

Watson J., Crick F. Molecular structure of nucleic acids A structure for deoxyribose nucleic acid//Nature – 1953 25 April.- Vol. 171. – P. 737-738.

Zandonella c. The tiny toolkit // Nature. – 203, 1 May.- Vol. 423. – P. 10-12.

Интернеттегі ағылшын тіліндегі материалдар

БИЗНЕС	<ul style="list-style-type: none"> • NanoBusiness Alliance ұжымы (http://www.nanobusiness.org). • Technology Review журналы (http://www.technologyreview.com). • International Small Technology Network халықаралық желісі (http://www.nanoinvestornews.com/index.php). • Cientifica Business Information and Consulting кеңес беру ұжымы (http://www.phantomsnet.com). • “Technology Topics for Investors” шолу мақаласы, David J. Roughly (http://www.smallcapmedia.com/pdf/Nanotechfinal.pdf).
ХИМИЯ	<ul style="list-style-type: none"> • WebElements – элементтердің периодтық жүйесі (http://www.webelements.com). • EnvironmentalChemistry.com) - элементтердің периодтық жүйесі (http://EnvironmentalChemistry.co/yogi/periodic/Pb.html). • There’s Plenty of Room at the Bottom мақаласы, Richard Feynman (http://www.zyvex.com/nanotech/feynman.html). • “Alivisatos Group” Аливисатос өрісі тобы University of California. Berkeley (http://www.cchem.berkeley.edu/~pagrp/).
БАЙЛАНЫС	<ul style="list-style-type: none"> • АҚШ стандарттар мен технологиялар Ұлттық институты – National Institute of Standards and Technology (http://www.nist.gov/). • NEC Laboratories America Компаниясы (http://www.nec-labs.com/)
ОТЫННЫҢ ҚАЗБА ТҮРЛЕРІ	<ul style="list-style-type: none"> • Қазба отындар нарығына шолу “World Petroleum Assessment”. U.S. Geological Survey (http://www.greenwood.cr.usgs.gov/energy/WorldEnergy/DDS-60).

ГЕОТЕРМАЛЬ- ДЫ ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІ	<ul style="list-style-type: none"> • Сандия Ұлттық зертханасы (АҚШ) – Sandia National Laboratories (http:// www.sandia.gov/geothermal). • USGS плита тектоникасы зерттеулері (http:// geology.er.usgs.gov/eastern/tectonic.html).
ЭЛЕКТРОНИКА	<ul style="list-style-type: none"> • “Мур заңы” мақаласы (http://www.intel.com/technology/silicon/mooreslaw/). • IBM мақаласы, Partners Creating 1,000+ Jobs with \$2.7 Billion in New York Projects (http://www.conway.com/ssinsider/bbdeal/bd050117.htm). • European Nanoelectronics Initiative Advisory Council (http://www.cordis.lu/ist/eniac/). • DNA Chips мақаласы. Snapshots of Science & Medicine. (http://science.education.nih.gov/newsnapshots/ TOC_Chips/Chips_RITN/How_Chips_Work_1/how_chips_work_1.html). • Nano- transistor self assembles using biology мақаласы, New Scientist (http://www.newscientist.com/article.ns?id=dn4406). • IBM scientists make breakthrough in nanoscale imaging мақаласы. IBM (http://domino.research.ibm.com/comn/pr.nsf/pages/news.20040714_nanoscale.html).
КОРШАҒАН ОРТАНЫ ҚОРҒАУ	<ul style="list-style-type: none"> • Environmental Protection Agency нанотехнологиялар туралы (http://es.epa.gov/ncer/nano/). • Enviro\$en\$e мәліметтер қоры (http://es.epa.gov). • National Center for Environmental Research (http://es.epa.gov/ncer/publications/nano/index.html). • “Legal Authorities Defining Hazardous Substances” мақаласы. Environmental Protection Agency • Emergency Response System (http://www.epa.gov/superfund/programs/er/hazsubs/lauths.htm).
БАЛАМА ЭНЕР- ГИЯ КӨЗДЕРІ	<ul style="list-style-type: none"> • “Energy Efficiency and Renewable Energy” мәліметтер қоры. Department of Energy (http://www.eere.energy.gov).

МАТЕРИАЛТАНУ	<ul style="list-style-type: none"> • Nanovip.com (http://nanovip.com/directory/Materials/index.php) каталогы • The Top Ten Nanotech Products of 2003 мақаласы. Forbes.com (http://www.forbes.com/2003/12/29/cz_jw_1229soapbox.html). • Wilson компаниясы (http://www.wilsongolf.com). • Nano Republic Award Winners мақаласы. Larta (http://www.larta.org/lavox/articlelinks/2003/030721_nanoawardwinners.asp).
МЕДИЦИНА	<ul style="list-style-type: none"> • Медицинадағы нанотехнологияға шолу: Office of Portfolio Analysis and Strategic Initiatives (http://nihroadmap.nih.gov/nanomedicine/index.asp). • Азық-түлік пен дәрі-дәрмек өндіру аумағындағы нанотехнология жетістіктеріне шолу: U.S. Food and Drug Administration Nanotechnology (http://www.fda.gov/nanotechnology). • Nanocrystal Targeting in vivo. Proceedings of the National Academy of Sciences мақаласы (http://www.pnas.org/cgi/content/full/99/20/12617).
МИКРОСКОПИЯ	<ul style="list-style-type: none"> • Микроскоптың даму тарихына шолу (http://www.cas.muohio.edu/mbi-ws/microscopes/index.html).
НАНОТЕХНОЛОГИЯ	<ul style="list-style-type: none"> • Ричард Смолли Институты – Richard E. Smalley Institute for Nanoscale Science and Technology. Rice University (http://www.cnst.rice.edu). • Ұлттық нанотехнологиялық бастама – National Nanotechnology Initiative (http://www.nano.gov/). • Drexler dubs ‘gray goo’ fears obsolete мақаласы (http://nanotechweb.org/articles/society/3/6/1/1). • Наноғылым мен технология Институты – Nano Science and Technology Institute (http://www.nsti.org). • Lux Research компаниясы (http://www.luxresearchinc.com/). • Жаңалықтар сервері Nanotechweb.org (http://www.nanotechweb.org/). • Жаңалықтар сервері SmallTimes (http://smalltimes.com).

	<ul style="list-style-type: none">• Foresight Nanotech Institute (http://www.foresight.org/nanodot/).• Нанотехнология институты – Institute of Nanotechnology (http://www.nano.org.uk).• АҚШ Ұлттық стандарттар мен технологиялар институты – National Institute of Standards and Technology (http://www.nist.gov/).
МҰХИТТАНУ	<ul style="list-style-type: none">• U.S. Geological Survey (http://www.usgs.gov).• National Oceanic and Atmospheric Administration (http://www.nws.noaa.gov).
КҮН ЭНЕРГИЯСЫ	<ul style="list-style-type: none">• U.S. Department of Energy Topics (http://www.eere.energy.gov/RE/solar.html).
ҒАРЫШТЫҚ ТЕКСЕРІС	<ul style="list-style-type: none">• NASA (http://www.nasa.gov/home/index.html).

ПӘНДІК КӨРСЕТКІШТЕР

In vitro, 104

In vivo , 173

А

Аденин, 81

Аллотроптық пішін, 43

Алмас, 160, 202

Алхимия, 137

Аморфты көміртек, 43

Ассемблер, 221

Атомдық орналасу, 180

Атомдық сан, 14

Атомдық күштік микроскоп, 19, 60

Аэрогель, 250

Ақуыздық инженерия, 105

Б

Бакиболл, 21

Балқыма, 245

Бардин, Джон, 160

Беттік белсенді зат, 142

Беттік керілу, 88, 181

Бинниг, Герд, 59

Биоқолжетімділік, 106

Биоинженерия, 246

Биологиялық инженерия, 249

Биологиялық номенклатура, 38

Биологиялық маркер, 86, 145

Биологиялық үйлесімді материал, 249

Биочип, 91, 167

Бөлу қабілеті, 252

Братгэйн, Уолтер Х., 160

В

Ван-дер-Ваальс күштері, 22

Г

- Гейгер, Ганс, 13
- Генетикалық код, 81
- Гендік терапия, 95, 106
- Геномика, 106
- Геостационарлы орбита, 262
- Графит, 21
- Гуанин, 81
- Гук, Роберт, 33

Д

- Декогеренция, 179
- Дериватизация, 233
- Дифракция, 61
- ДНК, 80
- ДНК-сенсор, 91
- ДНК-терапия, 106
- ДНК-чип, 167

Е

- Ерігіштік, 231

Ж

- Жакын өрісті сканирлейтін оптикалық микроскоп, 62
- Жартылай өткізгіш, 45
- Жинақтағыш, 221

И

- Имплантант, 246, 249
- Иммерсионды, 164

К

- Канцероген, 173
- Катализатор, 181, 216
- Квазибөлшек, 182
- Квант, 183
- Кванттық механика, 47
- Кванттық нүкте, 58, 68
- Кванттық шұңқыр, 144
- Кванттық есептеу, 179

Кванттық шығу, 144
Кванттық сым, 144
Керл, Роберт, 20
Қышқыл жауын, 116
Жасушалық терапия, 219
Коллаген, 111
Көзбен көру, 32
Көміртегі, 138
Көміртекті нанотүтікше, 138
 молекулярлық, 153
 тұтқырлық, 88
Крик Фрэнсис, 81
Крото, Гарольд, 20
Кубит, Леон Н., 160

Қ

Қараңғылану, 200
Құрылымдық формула, 16

Л

Лазерлік сканирлеуші конфокальді микроскоп, 62
Ламинарлық ағыс, 68
Левенгук, Антони ван, 34
Легирлеу, 161
Литография, 162

М

Халықаралық бірлік жүйесі, 36
Мейер, Лотар, 37
Микрокапсула, 49
Микроскоп,
 Атомдық күштік, 60
 Лазерлі сканирлеуші конфокальді, 62
 Мультифункционалды, 61
 Электрлік, 65
Микроскопия, 7, 29
 Микроқұрылымды техника, 153
Микрочип, 162
Мобильді, 177
Молекула, 180

Молекулалық ДНҚ - терапия, 106
Мультифункционалды микроскоп, 61
Мур, Гордон, 158
Мур заңы, 158

Н

Нанобот, 50
Нанокатализатор, 69
Наносақина, 150
Нанокөмпозит, 148
Нанокристалл, 279
Нанолинза, 184
Наномедицина, 149
Нанометр, 31
Наноэлемент, 39
Наноғылым, 57, 69
Наноқабықша, 152
Нанооптика, 182
Наносым, 97
Наноағыншалы, 89
Нанотехнология, 91, 89
Нанотранзистор, 165
Нанотүтікше, 24
 Көпқабатты көміртекті, 24
 Бірқабатты көміртекті, 24
Нанобөлшек, 30
Нейтрон, 14
Нуклеотид, 81
Нуклон, 14

О

Оптикалық когерентті
томография, 103

Ө

Өздігінен жинақтау, 264

П

Патент, 215
Пиксель, 167, 252

Плазмон, 182
Жуықтау
 Жоғарыдан төменге, 245
 Төменнен жоғарыға, 177
Преципитат, 148
Протеомика, 106
Протон, 14
Пъезомотор, 64
Пісіру, 253

Р

Рұксат, 36, 177
Раман шашырау, 182
Резерфорд, Эрнест, 13
Рентгендік кристаллография, 81
Рорер, Хайнрих, 19

С

Спектральді талдау, 85
Спектроскопия, 7, 63
Спин, 69, 146
Сканирлеуші зондты микроскоп, 248
Сканирлеуші туннельді микроскоп, 19
Сұйықкристалды дисплей, 252
Смолли, Ричард, 11, 20
Спазер, 184
Стартап, 221

Т

Тераватт, 194
Тимин, 81
Томсон, Дж. Дж., 13
Транзистор, 160
 Жазық, 164
 Өрістік, 165
Туннельді электр тоғы, 59

У

Уотсон, Джеймс, 80
Уыттылық, 112

Ф

- Фейнман, Ричард, 18
- Фолдинг, 66
- Фотолитография, 163
- Фуллерен, 12, 20
- Фуллер, Ричард Бакминстер, 20

Х

- Химиялық номенклатура, 36
- Химиялық байланыс, 45
- Химиялық формула, 15

Ц

- Цитозин, 81
- Цитоуыттылық, 232

Ч

- “Чиптағы зертхана”, 241, 246

Ш

- Шокли, Ульям, 160
- Шриффер, Джон Р., 160

Э

- Эйлер, Дон, 19
- Электрокинетика, 90
- Электрон, 7
- Электронды микроскопия, 146
- Электронды-сәулелі түтікше, 256
- Электронды микроскоп, 24, 54
- Электрохромдылық, 252
- Электрофорез, 90
- Энергожелі, 199
- Эталон, 35

Я

- Ядро, 13

Л. Уильямс, У. Адамс

ҚҰПИЯСЫЗ

НАНОТЕХНОЛОГИЯЛАР

Оқулық

Қазақ тіліне аударған

З. А. Мансұров, М. Нәжіпқызы, Б. Қ. Діністанова

Пішімі 60x90/16. Қағазы офсеттік.
Қаріп түрі “Times”, Көлемі 24. Таралымы 1100 дана
“MV-Print” ЖШС баспаханасында басылды
тел. +7(727) 389 97 31
e-mail: print-s@mail.ru

НАНОСЕКУНД ІШІНДЕ НАНОТЕХНОЛОГИЯНЫ ОҚЫП ҮЙРЕНІҢІЗ

Сіз өте ұсақ машиналардың қалай жасалатынын білесіз бе? Жылдам дамып келе жатқан нанотехнология аумағындағы наношу аса қозғалмалы кішкентай машиналар мен құрылғылар жасау бағытын толығымен қамтиды. *Құпиясыз Нанотехнология* нанотехнологияның Сіздің білуіңізге қажетті көптеген биологиялық, химиялық, физикалық, экологиялық және саяси қырларын ұсынады. Кішкентай аз емес, көп дегенді білдіреді: бұдан да аса ұсақ құрылғылар, көбірек жұмыс және сіз үшін көбірек зерттеу мүмкіндіктері болып табылатын бұл адуынды ғылым аймағы бойынша білімдеріңізді жетілдірудің ең жылдам, әрі жеңіл әдісі болып табылады.

Құпиясыз Нанотехнология көмегімен Сіз нанотехнологияны өзіңіз қарапайым қадаммен-ақ меңгере аласыз. Бұл өздігімен білім алудың бірден-бір жолнұсқаушысында оқырманның әлсіз жерлерін анықтауға арналған тарау соңындағы бақылау сұрақтары, кітапта оқыған материалды бекітуге арналған қорытынды емтихан сұрақтары келтірілген.

Өздігінен білім алуға арналған бұл оқулық мәтіні мыналарды қамтиды:

- Нанотехнология бойынша бағалы аңдатпалар, ескертпелер, ғылыми жаңалықтар мен халықаралық ағымдар;
- Нанотехнологияның фармацевтикалық, биомедициналық пайдалануларға, энергия, байланыстар, инженерия мен қоршаған ортаға әсерін бағалау;
- Көміртекті нанотүтікшелер, кванттық нүктелер, нанооптика, чиптағы зертханалар, нанокөпозиттер, ДНҚ компьютерлер және т.б.;
- Қорытынды емтиханды өзіңіз қабылдап тексере аласыз.

Алғаш оқушылар түсінуге жеңіл, ал алдыңғы қатарлы студенттердің қызығушылығын арттыратын *Құпиясыз Нанотехнология* оқулығы Сіздің өте ұсақ бөлшектер туралы ғылымды меңгеруге арналған қысқа жолыңыз болып табылады.