

14. Гончаренко С.У. Принцип фундаменталізації освіти// Наукові записки. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2004. – Вип. 55. – С. 3-8.
15. Коновал О.А. Обґрунтування рівнянь Максвелла на основі принципу відносності // Зб. наук. праць Кам'янець-Подільського держ. пед. ун-ту: Серія педагогічна: Методологічні принципи формування фізичних знань учнів і професійних якостей майбутніх учителів фізики та астрономії. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, ІВВ, 2003. – Вип. 9. – С. 101-103.
16. Корсак К.В. Якою має бути нова фізика – ХХІ у середній і вищій школі? // Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики. Вип. V: У 3-х томах. – Кривий Ріг, 2005. – Т. 2. – С. 159-164.
17. Коновал О. А., Касперський А. В. Методичні основи вивчення електродинаміки на засадах теорії відносності // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія № 5 Педагогічні науки: реалії та перспективи. – Вип. 12: Зб. наук. пр.: За ред. П. В. Дмитренка, В. Д. Сиротюка. – К.: Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2008. – С. 152-161.

УДК 378

О.М. Пустовий, В.П. Сергієнко

НАНОТЕХНОЛОГІЇ У ЗАГАЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ ВИЩОЇ ШКОЛИ

У статті розглянуто питання інтеграції сучасних наукових досягнень в освіту. Показано як потрібно розкрити поняття нанотехнологій при вивченні загального курсу фізики майбутніми вчителями.

In clause questions of integration modern scientific achievements in education are considered. It is shown as it is necessary to open concept nanotechnology at studying the general rate of physics by the future teachers.

Неодмінною умовою соціально-економічного розвитку суспільства є використання плідних взаємозв'язків між наукою та освітою. Сучасні наукові досягнення взагалі дуже швидко втілюються у побут і не завжди освітні технології встигають використовувати ці здобутки.

Так, наприклад, сучасна наука досягла рівня нанотехнологій, але, на жаль, ці досягнення майже ніде не використовуються в освіті. Термін “нанотехнології” у 1974 році запропонував японець Норіо Танігучі для опису процесу створення нових об'єктів і матеріалів за допомогою маніпуляцій з окремими атомами. Але ідея про те, що можливо збирати пристрої та працювати з об'єктами, які мають нанорозміри була вперше висловлена у виступі лауреата Нобелівської премії Річарда Фейнмана у 1959 році в Каліфорнійському технологічному інституті (“Там, внизу, багато місця!”) [1; 2]. Слово “внизу” у назві лекції означало у “світі дуже малих розмірів”. Тоді Фейнман сказав, що коли-небудь, наприклад, у 2000 році, люди будуть дивуватись тому, що до 1960 року ніхто не сприймав серйозно дослідження наносвіту. За словами Фейнмана, людина дуже довго жила, не помічаючи, що поряд з нею живе цілий світ об'єктів, роздивитись котрі вона не в змозі. Ну, а якщо ми не бачимо ці об'єкти, то ми не можемо і працювати з ними.

У Росії НАНО-хвиля докотилась до окружних департаментів освіти, тобто до шкіл та учнів. Учителям пропонують проводити оплачувані департаментом додаткові заняття з основ нанотехнологій. В Ульяновському державному університеті розроблено навчальний посібник для 10-11 класів з фізики, хімії, біології (“Введение в нанотехнологии”) [3].

В усьому світі сучасні наукові досягнення інтегруються в освіту, і це підтримується такими відомими організаціями, як ЮНЕСКО.

Сьогодні нанотехнології стають майже обов'язковим напрямком в усіх серйозних університетах Європи та Америки.

Автори статті вважають, що для майбутніх учителів фізики потрібно розкрити поняття нанотехнологій при вивченні загального курсу фізики. При цьому бажано показати не тільки сучасні досягнення нанотехнологій, але й перспективи їх розвитку.

Нанотехнології мають справу з об'єктами в одну мільярдну частину метра, тобто розміром з атом. Перші технічні засоби в цій області були винайдені в Швейцарській лабораторії IBM. Саме там у 1982 році був створений растровий тунельний мікроскоп, який дозволяє не тільки розрізняти окремі атоми, але й піднімати та переміщувати їх. Цим було продемонстровано принципову можливість маніпулювати атомами, а отже, безпосередньо збирати з них, наче з цеглинок, що завгодно: будь-який предмет, будь-яку речовину. Винахід був гідно оцінений науковим співтовариством – через чотири роки його було відзначено Нобелівською премією. В 1986 році з'явився атомний силовий мікроскоп. На відміну від колишніх електронних приладів, які дозволяли лише спостерігати мікросвіт, нові прилади (їх правильніше було б назвати нанозондами) дають можливість його змінювати, наприклад, будувати з атомів молекули з прогнозованими властивостями.

У 2004 році Андре Гейм та Костянтин Новосолов змогли отримати графен – моноатомний шар карбону, з багатьох таких шарів складається звичайний графіт. Графен в графіті дуже слабо зв'язаний між собою і можуть ковзатись один відносно одного. Тому, якщо провести графітом по паперу, то шар графена відділяється від графіту і залишається на папері. Це і пояснює, чому графітом можна писати. Графен виявився не тільки найтоншим з усіх можливих, але і міцним та жорстким. А крім цього, у чистому вигляді графен при кімнатній температурі проводить електрони швидше за всі інші речовини.

Щоб зрозуміти незвичайну поведінку носіїв електричного заряду в графені, порівняємо її з рухом електронів у звичайному провіднику. “Вільні” електрони, що зумовлюють електричний струм, насправді не вільні: вони ведуть себе не зовсім так, як електрони, що рухаються у вакуумі. Вони несуть електричний заряд і залишають дефіцит заряду в атомах металу, від яких відірвались. Отже, при проходженні через кристалічну ґратку вони взаємодіють зі створюваними нею електростатичними полями, які то відштовхують, то притягують їх. У результаті електрони рухаються таким чином, ніби мають масу, відмінну від маси звичайних електронів – так звану ефективну масу. Фізики називають такі носії заряду квазічастинками. Ці заряджені частинки рухаються у провіднику зі швидкостями, набагато меншими, ніж швидкість світла. Тому немає потреби застосовувати до їх руху поправки, що визначаються теорією відносності Ейнштейна. Таким чином, взаємодії квазічастинок у провіднику можна описати в уявленнях класичної ньютонівської фізики або “звичайної” (тобто нерелятивістської) механіки.

При русі в ґратці графена електрони також поведуться як квазічастинки. Але вони поведуть себе не зовсім так як електрони провідності в металі. Вони більше схожі на іншу елементарну частинку – нейтрино. Відповідно до своєї назви (італ. Neutrino – “маленький, нейтральний”) нейтрино електрично нейтральне, а квазічастинка в графені несе такий же електричний заряд, як електрон. Але оскільки нейтрино рухаються майже зі швидкістю світла, описувати їх поведінку не залежно від їх енергії і імпульсу потрібно в поняттях теорії відносності. Квазічастинки в графені також рухаються з дуже великими постійними швидкостями, приблизно в 300 разів меншими, ніж швидкість світла. При цьому їх поведінка нагадує релятивістську поведінку нейтрино. Тому для того, щоб описати релятивістський характер квазічастинок у графені потрібно використовувати релятивістську квантову механіку (квантову електродинаміку). У квантовій електродинаміці згідно принципу невизначеностей Гейзенберга неможливо точно визначити координату частинки і тому її описують в поняттях теорії імовірності. Наслідком цього принципу є той факт, що навіть частинка невеликої енергії, яка повинна стримуватись високим потенціальним бар'єром, має деякий шанс проскочити через нього. Таке проходження називається тунельним ефектом.

У нерелятивістській квантовій механіці імовірність того, що частинка малої енергії завдяки тунельному ефекту пройде високий потенціальний бар'єр, ніколи не досягає 100%. Чим вище і ширше потенціальний бар'єр, тим нижча імовірність. Згідно з парадоксом

Клейна, який повністю змінює характер квантового тунелювання, релятивістські частинки мають проходити через потенційні бар'єри великої висоти та великої ширини зі 100% імовірністю. Перед бар'єром частинки об'єднуються в пари зі своїми античастинками і тунелюють через нього. З іншої сторони бар'єра античастинки знову перетворюються в частинки. Багатьом фізикам таке передбачення квантової електродинаміки здається таким, що суперечить здоровому глузду.

Можливість перевірки парадокса Клейна, хоч би і принципова, довго була неможливою. В нагоді стали квазічастинки у графені, що не мають маси. В цьому матеріалі парадокс Клейна виявляється звичайним явищем, наслідки якого можна легко спостерігати. Так, наприклад, внаслідок ідеального тунелювання повинен бути відсутнім додатковий опір, який би створювався додатковими бар'єрами та границями. Фізики очікують, що графен продемонструє ще багато інших незвичайних ефектів, передбачених квантовою електродинамікою.

Взагалі графен має унікальні властивості: він складається лише з одних атомів карбону і вчені до цих пір не знайшли в ньому жодного дефекту. Така бездефектність кристалічної структури визначається міцними, але дуже гнучкими міжатомними зв'язками, які утворюють речовину, твердішу за алмаз, площини якої можуть вигинатися під дією механічних сил. Ця гнучкість дозволяє структурі сильно деформуватися без перегрупування атомів.

Ще раніше, у 1985 році американські хіміки Роберт Керл та Річард Смоллі разом з англійським колегою Харрі Крото відкрили невідому раніше форму карбону – сферичну молекулу, схожу на футбольний м'яч, яку назвали бакибол, а в 1991 році японський фізик Суміо Іідзіма відкрив схожі на щільники циліндричні утворення з атомів карбону, відомі на сьогодні як нанотрубки.

Вивчення карбонових нанотрубок упродовж більш, ніж десяти років показує багато суттєвих переваг у використанні графену. Завдяки дуже великому відношенню площі поверхні до об'єму даний матеріал є перспективним для створення міцних композитних матеріалів, а вкрай мала товщина може сприяти створенню більш ефективних автоемісійних катодів – приладів, схожих на голку, які випромінюють електрони у присутності сильного електричного поля.

Оцінити всі потенціальні можливості графена поки що не вдається. Впливаючи на графен електричними полями, можна змінювати його властивості, що дає можливість створення надпровідних транзисторів та транзисторів зі спіновими клапанами, надчутливих хімічних детекторів. Плівки графену можуть бути дуже перспективними в якості прозорих і провідних покриттів для рідкокристалічних дисплеїв та сонячних елементів.

Група дослідників на чолі з Хонджі Дай (Hongjie Dai) створили польовий транзистор, який працює при кімнатній температурі. У попередніх експериментах з графеновими транзисторами вчені створювали нанопристрої, для яких необхідно було підтримувати температуру біля 4 К, що, як відомо, неприпустимо для використання в широко розповсюдженій електроніці.

Отже, перед графеном офіційно відкрились двері у “велику мікроелектроніку”. Ширина основи нанотранзистора – графенової смуги – всього 10 нм. Вона закріплюється платиновими електродами з оксиду кремнія – SiO₂. Транзистор демонструє досить задовільні характеристики в ряді досліджень, але основні випробування нанопристрою ще попереду – вчені збираються детально дослідити напівпровідникові властивості графену.

Багато перспективних напрямків нанотехнології пов'язано з карбоновими нанотрубками. Це великі молекули, які складаються виключно з атомів карбону. Вони мають видовжену структуру, що складається із згорнутих гексагональних ґраток з атомами карбону у вузлах. Головна особливість цих молекул – це їх каркасна форма. Вони бувають великі та малі, одношарові та багатошарові, прямі та спіральні. Найбільш поширеним методом отримання нанотрубок є метод термічного розпилення графітових електродів у плазмі дугового розряду. При горінні плазми відбувається інтенсивне термічне випаровування

анода, і на катоді утворюється шар з карбонових нанотрубок. Численні нанотрубки мають довжину біля 40 мкм. Вони наростають на катоді перпендикулярно до площини його поверхні. Відбувається так зване самоскладання карбонових нанотрубок з атомів карбону.

Карбонові нанотрубки міцніше графіта, хоча складаються з таких же атомів карбону, тому що в графіті атоми знаходяться в листах. Їх можна застосовувати в якості дуже міцних мікроскопічних стержнів і ниток, оскільки модуль Юнга одношарової нанотрубки досягає величини порядку 1-5 ТПа, що на порядок вище, ніж у сталі. Тому нитка, зроблена з нанотрубок, завтовшки з волосину, може утримувати вагу в сотні кілограм.

На даний час максимальна довжина нанотрубок сягає близько сотні мікронів, що, звичайно, занадто мало для використання. Але, довжина нанотрубок, які отримують в лабораторії, постійно збільшується – зараз учені підійшли до межі в 1 мм. Тому є всі підстави сподіватися, що у недалекому майбутньому вчені зможуть вирощувати нанотрубки довжиною в сантиметри і навіть метри.

Перспективно використовувати такі нанотрубки у створенні різного типу композитів. Але орієнтувати і збирати нанотрубки в упорядковані структури дуже складно. Для цього використовують незвичайні технології. Наприклад, короткі нанотрубки розчиняють в епоксидній смолі, та поки вона не затвердне, видують з неї велику кулю, стримуючи її з боків пластинами із пластику. Як показали досліди, на ділянках епоксидної плівки, яка затверділа, прилипнувши до стримуючих пластин, нанотрубки орієнтовані паралельно одна одній у вертикальному напрямі.

Незважаючи на те, що використання нанотрубок лише починається, вже зараз промисловість випускає ракетки для тенісу, армовані карбовоними нанотрубками, які обмежують скручування та забезпечують велику потужність удару. Використовують нанотрубки і в деяких деталях спортивних велосипедів.

Незвичайні електричні властивості нанотрубок можуть зробити їх одним із основних матеріалів наноелектроніки. Вже створено дослідні зразки транзисторів, які складаються з однієї нанотрубки. Змінюючи напругу на декілька вольт, можна змінити провідність одношарових нанотрубок на 5 порядків.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Фейнман Р., “Там, внизу, полно места”. – Лекция, прочитанная в Калифорнийском технологическом институте в 1959 г. Электронный ресурс. – Режим доступа <http://www.transhumanism-russia.ru/content/view/118/20/>. – Заголовок с экрана.
2. Ричард Фейнман – пророк нанотехнологической революции. Электронный ресурс. – Режим доступа <http://kbogdanov1.narod.ru/nanotechnology/Feynman.html>. – Заголовок с экрана.
3. Разработка “Введения в нанотехнологии”. Электронный ресурс. – Режим доступа http://www.nanometer.ru/2008/09/10/vvedenie_v_nanotehnologii_53838.html. – Заголовок с экрана.

УДК 378:574.2

С.П. Гвоздїй

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ “БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ” ЧЕРЕЗ ТРЕНІНГОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

У статті розглядається удосконалення методики викладання дисципліни “Безпека життєдіяльності” через використання тренінгових технологій. Наведені приклади використання нових методик у процесі аудиторних занять. В якості самостійної роботи студентів пропонується використовувати “відеореферат”.

In the article the method of discipline “Safety of vital functions” teaching is examined through the using of training technologies. The examples of the use of new methods are resulted in