

РОЗШИРЕННЯ УЯВЛЕНЬ ПРО ВЛАСТИВОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СВІТУ ПРИ ВИВЧЕННІ НАНОФІЗИКИ

МАСЛЄЄВА Н.В.

Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова, м. Одеса, Україна

БОГДАН О.В.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна

Новітні матеріали і технології завжди відігравали вирішальну роль у подальшому прогресі людства, визначаючи не тільки рівень розвитку виробництва, а й соціальний прогрес у суспільстві. Сучасний світ живе в епоху нанотехнологічної революції, наслідки якої, за думкою більшості експертів, будуть набагато більші, ніж комп'ютерної революції кінця ХХ сторіччя. Ознайомлення студентів з основними ідеями і підходами, а також з існуючими і перспективними розробками у сфері нанофізики є необхідністю для сучасної науково - технічної освіти.

Курс лекцій «Основи нанофізики і нанотехнології» повинен включати класифікацію наноматеріалів і наноструктур і детальний аналіз основних причин специфічної поведінки нанооб'єктів. Особливу увагу необхідно приділити розгляду класичних і квантових, внутрішніх і зовнішніх розмірних ефектів у нанооб'єктах. Для пояснення технологічних і фізичних труднощів і обмежень у створенні нанооб'єктів доцільно провести розрахунок і порівняння величини довжини хвилі де Бройля у металах і напівпровідниках. В якості прикладів класичних внутрішніх розмірних ефектів можна проаналізувати фазові зміни і структурні перебудови у наночастинках, зміни параметрів кристалічних ґраток нанокристалів, зменшення теплопровідності, збільшення коефіцієнту дифузії, а також збільшення напруги пластичної деформації і твердості полікристалів з нанозернами. В якості прикладів класичних зовнішніх розмірних ефектів можна розглянути класичний та аномальний скін-ефекти у нанооб'єктах, а також особливості магнітної поляризації ізотропного провідного циліндру з нанорозмірним діаметром у однорідному періодичному магнітному полі.

Для повного розуміння особливостей характеристик нанооб'єктів необхідно детально розглянути фізичні основи квантово – розмірних ефектів, опираючись на знання в області квантової механіки. Для цього доцільно спочатку ввести поняття розмірності нанооб'єкту. При викладанні курсу необхідно звернути увагу студентів, що реальні квантові ями не завжди є нескінченно глибокими і не завжди є прямокутними. Так, наприклад, для структур метал – діелектрик – напівпровідник і для багатьох гетеропереходів краще використовувати

наближення трикутної ями. Властивості квантових наноб'єктів, які залежать від густини станів електронного газу, можна розглянути на прикладах змін теплоємності і магнітної сприйнятливості.

Цікавість студентів викликають посилання на наявні знання, зокрема з електрики та магнетизму. Спираючись на них, доцільно розглянути фазові переходи у феромагнетиках і сегнетоелектриках, які відбуваються при зменшенні їх розмірів. Необхідно звернути увагу студентів, що коли розмір кристала стає менше розміру домену, його магнітні властивості повністю визначаються наведеними магнітними моментами окремих атомів, що означає фазовий перехід у парамагнітний стан, або магнітними моментами колективізованих електронів, що означає фазовий перехід у діамагнітний стан. Відповідно, при зменшенні розміру у сегнетоелектриків спостерігається фазовий перехід до параелектричного стану і суттєве зростання діелектричної проникності. Враховуючи надзвичайну перспективність у подальшому використанні, зокрема у наноелектроніці та медицині, необхідно розглянути властивості низьковимірних вуглецевих наноб'єктів: фулеренів, фулеритів, графену і вуглецевих нанотрубок.

Отримані на початку курсу знання надзвичайних для макросвіту властивостей наносвіту стимулюють інтерес студентів до вивчення та аналізу сучасних методів створення і дослідження наноб'єктів. Необхідно ознайомити студентів з методами скануючої зондової мікроскопії, роботою тунельного та атомно-силового мікроскопів. Обов'язково треба провести порівняння роздільної здатності різних методів візуалізації наноб'єктів та їх поверхні. Доцільно також розглянути основи нанолітографії з використанням атомно-силового мікроскопу. З методами створення наноб'єктів можна ознайомити студентів стисло, але надати їм завдання для самостійного опрацювання додаткових матеріалів. Доцільно провести порівняльний аналіз недоліків та переваг кожного з методів створення наноб'єктів і обговорити питання безпеки.

Рівень засвоєння знань з нанофізики суттєво підвищується при одночасному використанні як усного подання нового матеріалу, так і презентацій за розглянутими темами. На слайдах можна навести означення, фотографії пристроїв, технічні застосування наноб'єктів та інше. Інформацію краще надавати невеликими об'ємами, не перевантажуючи слайди. Кожен наступний слайд може копіювати попередній, але з додаванням нової інформації. В разі необхідності, можна надавати узагальнюючий слайд, у якому є вся попередня інформація. В той же час авторитет викладача значно підвищується, коли він сам на дошці виводить і записує необхідні формули, отримуючи кінцевий результат.