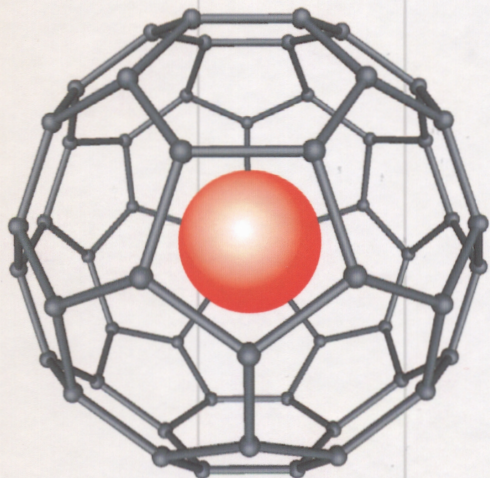


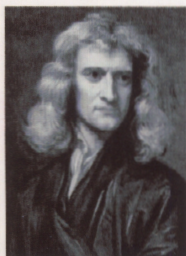
В.Б. Роганков

50 ЛЕКЦІЙ З ФІЗИКИ

для студентів, аспірантів та викладачів



- *Класична механіка*
- *Електрика та магнетизм*
- *Коливання та хвилі*
- *Елементи квантової теорії*
- *Термодинаміка і МКТ*



Ісаак Ньютон

англійський вчений, який заклав основи сучасного природознавства, творець класичної фізики та один із засновників числення нескінченно малих.



Джеймс Клерк Максвелл

шотландський вчений, який створив теорію електромагнітного поля і на підставі її зробив висновки, що змінні електричне і магнітне поля тісно пов'язані одне з одним, утворюючи єдине електромагнітне поле.



Нікола Тесла

сербський та американський винахідник і фізик найбільш відомий своїми винаходами змінного струму, поліфазової системи та електродвигуна зі змінним струмом.



Макс Планк

німецький фізик-теоретик, найбільшим досягненням якого вважається теорія випромінювання абсолютно чорного тіла, що стала відправною точкою для побудови квантової механіки.



Джозая Віллард Гіббс

американський математик та фізик, один із засновників векторного аналізу та математичної теорії термодинаміки.



Сучасний розвиток науки та наукоємних галузей виробництва породжує попит на спеціалістів по всьому світу. Україна, завжди відома своїми видатними умами, не може лишатися осторонь. На цьому тлі, вивчення фізики, як одної з основоположних дисциплін природознавства, в останні роки виходить з «тіні» і займає належне місце в навчальних програмах закладів вищої технічної освіти нашої країни.

В той же час, за свою багаторічну викладацьку та наукову діяльність, автор не раз міг перекоонатися на власному досвіді, в незграбності переважної більшості наукової літератури, покликаної скоріше не пояснювати а безапеляційно вбивати знання у мозок.

На принципі «заучування» знань заснована уся застаріла система освіти. І це дуже прикро. Адже нічого не потрібно зубрити коли розумієш предмет.

У цьому сенсі дана книга є яскравим прикладом зовсім іншого підходу до вивчення дисципліни. На сторінках, автор, легкою мовою, не тільки викладає суть наукових теорій, але й намагається надати матеріал для самостійних роздумів, підштовхнути читача до розуміння глобальної сутності та взаємозв'язку між такими різними, на перший погляд, розділами фізики.

В.Б.Роганков

Рекомендовано Вченою радою Одеської національної академії харчових технологій (протокол № 14 від 26 червня 2018 р.)

Рецензенти:

*Завідувач кафедри теплофізики Одеського національного університету ім. І.І.Мечникова доктор фізико-математичних наук, професор **В.В. Калінчак**.*

*Завідувач кафедри економічної кібернетики і інформаційних технологій Одеського національного економічного університету доктор фізико-математичних наук, професор **Є.С. Якуб**.*

*Доктор фізико-математичних наук, професор, академік Академії вищої школи України **В.Т. Швець**.*

P59 Роганков В.Б. 50 Лекцій з фізики для закладів вищої технічної освіти. – К.: «Освіта України», 2019. – 412 с.

Питання сучасного розуміння фізики і її основоположної ролі у всьому широкому колі дисциплін природознавства поступово виходять з «тіні» останніх років і займають належне місце в навчальних програмах закладів вищої технічної освіти України. В цьому сенсі «50 Лекцій з фізики для закладів вищої технічної освіти», написані д.ф.-м.н., проф. Роганковим В.Б., який має багаторічний досвід викладання курсу фізики і багато зробив для поглибленого розвитку ряду його спеціальних розділів («Молекулярно-кінетичної теорії рідин і термодинаміки фазових переходів», перш за все) є вельми актуальними. Для підручника характерні ясність викладення ретельно відібраного матеріалу, достатня ілюстрованість і наочність використаних фізичних прикладів. Перевагою даної книги, яка пропонується увазі широкого кола викладачів фізики, студентів і аспірантів закладів вищої технічної освіти України, є хороший рівень української мови і прийнятої спеціальної термінології, який уникає часто-непотрібних скорочень і вульгаризмів.

ПЕРЕДМОВА

Темп сучасного життя, який прискорюється, наявність Інтернету, частка, що збільшується, годин, які відводяться студентам технічних вищих навчальних закладів на самостійне вивчення предмету *загальна фізика* і, зокрема, її розділів, які відносяться до *квантової і молекулярної фізики*, безсумнівно, відбивають основні, прийняті у світі і в Україні тренди освітнього процесу. При всіх його позитивних якостях, як слід підкреслити, неминуче виникають два небажаних фактори, що здатні, певною мірою, «девальвувати» кінцевий продукт навчання, яким є набуті студентами знання і їх рівень. Ці фактори можна коротко назвати «вибірковістю» (у виборі предметів, яким студент має намір надати найбільше уваги) і її наслідком є «зверхністю» (знань, які ним засвоюються в результаті вказаного вибору, коли якийсь предмет попадає до переліку «другорядних»).

На жаль, саме фізика і ряд її розділів, негласно віднесених чиновниками від науки до «другорядних», тобто неосновних у програмі навчання тієї чи іншої спеціальності, не уникла такої долі. Це може бути прикладом вираженого прояву факторів *вибірковості* і *зверхності*. Як результат, вже в процесі навчання на старших курсах студент зіштовхується з відсутністю у нього ряду фундаментальних понять і уявлень, які покликана забезпечити саме фізика. Іншою небажаною стороною перманентного обмеження аудиторних годин, які відводяться на вивчення цього предмета (одного з основних для будь-якого закладу вищої технічної освіти), є обмеженість (або, навіть, відсутність у випускника) інформації про найбільш просунуті і актуальні вектори розвитку науки і техніки, віднесених до областей високих технологій. Їх безперервно-зростаюча роль в освоєнні студентами самих практично-«приземлених» спеціальностей повинна бути не лише засвоєна керівниками освіти і науки, але й, що найбільш важливо, повинна бути імплементована (тобто треба перейти від слів до діла) в конкретні навчальні програми.

Автору приємно відзначити, що адміністрація і керівництво Одеської Національної Академії Харчових Технологій цілком поділяє його побоювання і тривогу щодо ситуації, яка склалася з викладанням фізики в закладах вищої технічної освіти України останнім часом. Підтвердженням цього можна вважати пропозицію, одержану автором від керівництва Академії про перевидання не лише вже виданих двадцять років тому глав *Загального курсу фізики*, але й доповнити їх такими важливими розділами, як *Елементи квантової фізики* і *Молекулярно-кінетична теорія і термодинаміка*, в якості підручника, *орієнтованого, саме, на студентів закладів вищої технічної освіти*. При викладенні матеріалу, ретельно-відібраного і необхідного, на погляд автора, для вирішення цієї задачі, було прийняте за доцільне, по-перше, уникати нерідких математичних ускладнень, притаманних деяким, більш широким по охопленню тем, підручникам, і, по-друге, стисло викласти ті особливості теорії і експерименту, які полегшать майбутньому інженеру або науковому співробітнику ефективне знайомство з основними тенденціями розвитку сучасних технологій. Наскільки такі наміри автора здійснились на практиці – судити читачам, до уваги яких пропонується ця книга.

Мені приємно відзначити і нагадати про участь у написанні і виданні перших двох розділів цього підручника у 1997 році (Гриф МО України №21383 від 23.12.1999 р.) мого колеги д.хім.н., проф. Альфреда Леонідовича Цикало. Вважаю своїм обов'язком подякувати співробітнику кафедри фізики та матеріалознавства Одеської національної академії харчових технологій Левченку В.І., а також мойй аспірантці Швець М.В. за велику і ретельно виконану ними працю по підготовці рукопису до видання.

В. Роганков

ПЕРЕДМОВА

до видання у 1997 році (спільно з проф. Цикало А.Л.) перших двох розділів курсу лекцій: «Класична механіка – I», «Електрика і магнетизм – II».

Є час роз'єднувати і час поєднувати роз'єднане....

Біблія. Книга Еклезіаста або Проповідника

Характерною відзнакою сучасного розвитку науки є тенденція до дедалі більшого її розподілу на окремі дисципліни й напрями. Проте відомі вчені та філософи давнини, середньовіччя і навіть новітнього часу (Епікур, Геракліт, Архімед, Галілео Галілей, Леонардо да Вінчі, І. Ньютон, Р. Декарт, М.В. Ломоносов, Л. Ейлер та ін) по суті були вченими-енциклопедистами. Їхні праці не обмежувались якоюсь однією галуззю знання, а були присвячені тим чи іншим природним об'єктам або закономірностям. Проте ці корифеї своїми працями створили підґрунтя для розвитку всіх сучасних напрямів науки. Багато які з цих великих учених були водночас чудовими інженерами, будівельниками, лікарями...

Лише згодом настав період розподілу та вирізнення наукових напрямів у самостійні галузі. Нині існують не тільки такі науки, як фізика, хімія, біологія, математика і багато інших; вже й цього виявилось не досить: сформувалася теоретична фізика, експериментальна фізика, теплофізика, фізика плазми тощо; органічна, неорганічна, аналітична хімія та ін...

Така диференціація, безперечно, відіграла й продовжує відігравати свою позитивну роль. Так, вона полегшує напрацювання специфічних для кожної науки методів і засобів (включаючи експериментальні, математичні, комп'ютерні), допомагає формуванню ідей, наукового лексикону, створює умови для ґрунтовнішого вивчення певних напрямів і специфічних об'єктів (в тому числі в процесі професійної підготовки),

сприяє об'єднанню дослідників даного профілю, допомагає впроваджувати наукові результати в практику.

Однак у ряді випадків така диференціація завдає беззаперечну шкоду. Насамперед, вона не відповідає головний меті науки як засобу пізнання світу в його єдності. І проявляється це у багатьох ситуаціях, з якими зустрічається мало не кожен учений, викладач, студент.

Багато які з розділів сучасної науки входять одночасно до різних наукових дисциплін як невід'ємні їхні частини. Візьмімо, наприклад, фізику й хімію. Використання положень класичної та квантової механіки однаково важливе як для фізики, так і для хімії. Як до однієї, так і для іншої входять теорія поверхневих явищ, теорія розчинів, кінетика, молекулярна теорія тощо. А до якої наукової галузі слід віднести, скажімо, термодинаміку? Добре відомо, що це – найважливіший розділ фізики, який ґрунтується на результатах статистичної фізики та молекулярно-кінетичної теорії. Разом з тим термодинаміка – важлива частина сучасної хімії. Більш того, термодинаміку сьогодні включено до складу загальноінженерних дисциплін як необхідну складову в системі професійної освіти інженерів-енергетиків, холодильщиків, теплотехніків.

Не змінює суті справи й те, що в кожному разі той чи інший розділ науки трактується дещо інакше, в ньому наголошуються різні сторони й деталі (що відбивається, наприклад, у назвах «хімічна термодинаміка», «технічна термодинаміка», «квантова хімія» та ін). Можна навести велику кількість інших прикладів (теорія твердого тіла, теорія рідини, теорія плазми, адсорбція, гідродинаміка тощо).

Зрозуміло, все це спричиняється до певних труднощів, особливо для студентів, молодих дослідників. І справа не лише в дублюванні навчальних розділів і тем, що їх викладають студентам на різних кафедрах при читанні різних дисциплін. Таке розмежування та звуження інтересів межами обраного напрямку шкодить і самій науці, оскільки перешкоджає вільному обміну загальнонауковими ідеями та методами, заважає глибокому й різнобічному вивченню та розумінню процесів і явищ.

Тому не випадково останнім часом спостерігається зворотний процес – об'єднання наукових дисциплін, активна робота на «стику» наукових напрямів, використання засобів і методів, розроблених для одних напрямів стосовно інших. Непряме свідчення того – назви таких «суміжних» дисциплін – біофізика, біохімія, фізико-хімія поверхневих явищ та ін. Прикладом може бути також розширення використання математичних методів, моделювання та комп'ютерної техніки в різних напрямках науки.

Не випадково саме «на стику» різних наукових дисциплін були зроблені в останні десятиріччя найбільш вражаючі наукові відкриття, одержані унікальні результати...

В курсі лекцій, що пропонується увазі читачів, було враховано, що підготовка з ряду перспективних інженерних спеціальностей потребує поглибленого вивчення окремих тем (вони саме найчастіше «на стику» фізики та хімії). Крім того, в курсі поданий поглиблений виклад розділів, що стосуються вивчення конденсованого стану. Зокрема, висвітлено основи сучасного методу вивчення систем великої кількості взаємодіючих частинок (методу молекулярної динаміки). Ці частини курсу дають змогу побачити, як основні результати класичної або квантової механіки, електрики й магнетизму дозволяють вивчити досить складні об'єкти, важливі для науки й практики.

Автори

ВСТУП

Курс лекцій, запропонований Вашій увазі, має вирішити важливе завдання: забезпечити студентів підручником, обсяг якого робить реальною можливість опрацювання його за два-три семестри, відведени на це. Отже, даний курс хоч і не охоплює всього матеріалу, що увійшов до докладних та великих підручників, але водночас уникає скоромовки, притаманної багатьом довідковим і майже довідковим посібникам. Задачі та запитання, яких немає в пропонованому курсі лекцій (призначені для закріплення й поглиблення матеріалу, який підлягає вивченню), до кожної лекції можуть бути дібрані викладачами, котрі проводять практичні та лабораторні заняття.

Іншою особливістю цієї книги, окрім практичної спрямованості, є прагнення автора підкреслити взаємозв'язок найрізноманітніших розділів фізики і хімії та виявити загальну структуру їх описування, яка може бути відображена рівняннями класичної механіки. Така структура, що становить математичний «кістяк» науки, не повинна випадати з уваги вивчаючих її. Саме через це у данному курсі лекцій докладно розглянуто різноманітні аналогії між фізичними величинами та законами, які пов'язують їх.

Врешті, метою написання цієї книги слід вважати спробу орієнтації запропонованного курсу лекцій на матеріал, що вивчатиметься в наступних семестрах і безпосередньо формує майбутнього спеціаліста, якому у його професійній діяльності буде необхідно звертатися до методів та результатів сучасної фізики та хімії (майбутніх теплофізиків, екологів, енергетиків тощо). Відтак, текст містить досить численні обговорення властивостей системи багатьох частинок при розгляді практично всіх розділів фізики і хімії. Уявлення про згадану систему має стати звичним для студента, котрий береться до вивчення науки про властивості речовин, фізико-хімічні процеси та явища, або про середовище, що оточує нас.

Чи справдилися наміри, що ними керувався автор, судитимуть читачі.

В. Роганков

ЗМІСТ

1. Передмова.....	5
2. Вступ.....	8
3. Зміст.....	9
4. Класична механіка. Лекції 1-8.....	10
5. Електрика і магнетизм. Лекції 9-18.....	67
6. Коливання і хвилі. Лекції 19-31	144
7. Елементи квантової фізики. Лекції 32-40	244
8. Молекулярно-кінетична теорія і термодинаміка. Лекції 41-50	319
9. Висновок. Фізика – наука майбутнього.....	411