

На рис. 6 показано рух планет Сонячної системи з точки зору спостерігача на Нептуні. Результати моделювання показують, що внутрішні планети Сонячної системи виконують повний оберт навколо Нептуна за 163 земних роки.

Висновки

1. Постановка проблеми дослідження не є традиційною і виходить за межі шкільного курсу фізики й астрономії. Проте сам процес її розв'язання й отримані результати мають не лише пізнавальне, а й велике світоглядне значення: вони дають можливість школярам безпосередньо попрацювати з геоцентричною моделлю (за Птоломеєм) і зрозуміти ідею переходу від геліоцентричної до геоцентричної моделі світу для побудови траєкторій відносного руху тіл.

2. Доречною тут стане пропозиція вчителя підготувати декільком учням короткі повідомлення з історії становлення наукового світогляду в природознавстві (Птоломеє, Копернік, Кеплер, Ньютон).

3. Крім того, в результаті виконаної роботи з'являється цілком обґрунтована нагода поставити на обговорення питання про те, чому відкриття М.Коперніка вважається науковим подвигом.

Список використаних джерел:

1. *Об'єктно-орієнтоване моделювання у підготовці майбутніх учителів фізики* / О.П.Лінік, Н.В.Моїсеєнко, В.М.Євтєєв, І.О.Теплицький, С.О.Семеріков // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна. Випуск 12: Проблеми дидактики фізики та шкільного підручника фізики в світлі сучасної освітньої парадигми. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2006. – С.127-130.
2. *Румянцев А.Ю., Серветник Т.А.* Астрономия: Учебно-методическое пособие для преподавателей астрономии, студентов педагогических вузов и учителей средних учебных заведений / Под ред. А.В.Усовой. – Магнитогорск: МаГУ, 2003. – 309 с.

3. *Соловйов В.М., Семеріков С.О., Теплицький І.О.* Інструментальне забезпечення курсу комп'ютерного моделювання // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2000. – №2. – С.28-32.
4. *Струве О., Ліндс Б., Пилланс Э.* Элементарная астрономия. – М.: Наука, 1964. – 468 с.
5. *Теплицький І.О.* Елементи комп'ютерного моделювання: Навч. посібник. – Кривий Ріг: КДПУ, 2005. – 208 с.
6. *Теплицький І.О., Семеріков С.О.* Факультативний курс "Основи комп'ютерного моделювання" // Зб. наук. праць Кам'янець-Подільського держ. пед. ун-ту: Серія педагогічна. Вип. 8: Дидактики дисциплін фізико-математичної та технологічної освітніх галузей. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський держ. пед. ун-т, інформаційно-видавничий відділ, 2002. – С.210-217.
7. *Теплицький І.О., Семеріков С.О.* Комп'ютерне моделювання руху тіл під дією сили всесвітнього тяжіння // Зб. наук. праць Кам'янець-Подільського держ. пед. ун-ту: Серія педагогічна. Вип. 10: Дидактики дисциплін фізико-матем. та технологічної освітніх галузей. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський держ. універ., інформ.-видавн. відділ, 2004. – С.166-172.
8. *Теплицький І.О., Семеріков С.О.* Комп'ютерне моделювання рухів тіл в центральному полі зі змінним потенціалом // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського держ. універ.: Серія педагогічна. Випуск 12: Проблеми дидактики фізики та шкільного підручника фізики в світлі сучасної освітньої парадигми. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2006. – С.313-316.

The article is devoted to methodic teaching of computer modelling in course "Elements of computer modelling in physics" for pupils of 9-11 forms with profound studying of technical, physical and mathematical disciplines and in course "Object-oriented technology of programming" at physical-mathematical departments of the pedagogical schools institutions.

Key words: creative capacities, information science, computer simulation, spreadsheets, object-oriented technology of programming, class library VPython, methodical system of training.

Отримано: 7.11.2007

УДК 53 (07)

С.І. Терещук

Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини

ВИВЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ КВАНТОВОЇ МЕХАНІКИ У ПРОФІЛЬНИХ КЛАСАХ З ПОГЛИБЛЕНИМ ВИВЧЕННЯМ ФІЗИКИ

В статті здійснено аналіз відомостей про теорію суперструн з метою їх відбору та залучення до вивчення в профільних класах з поглибленим вивченням фізики.

Ключові слова: профільні класи, квантова механіка, теорія суперструн.

Вивчення елементів квантової механіки у профільних класах з поглибленим вивченням фізики, створює передумови розвитку в учнів наукового світогляду, сучасних наукових уявлень про оточуючий світ, його пізнаваність людиною. Зрозуміло, що простого накопичення наукових фактів у свідомості школярів для досягнення цих цілей недостатньо. Проявом творчого рівня мислення учнів є вміння останніх порівнювати і аналізувати отриману інформацію, надавати сумніву судження, вміння аргументувати власну думку тощо. Саме за таких умов проявляється "взаємодія" суб'єктивних переконань ("донаукових понять" за А.В.Усовою) та об'єктивно-істинного знання і як результат – корекція певної спрямованості у пізнанні навколишнього світу [1]. Спрямованість у бік наукової картини світу дозволить не лише піднести розвиток інтелектуальних здібностей старшокласників, а й спонукати їх до свідомого, осмисленого застосування отриманих знань для розв'язування навчальних фізичних задач, а в майбутньому – задач і завдань, з якими вони стикатимуться у своїй професійній діяльності.

Досягти цього можна, розв'язуючи дану проблему у двох аспектах – процесуальному і змістовому. У змістовому аспекті – шляхом відбору навчального матеріалу для класів з поглибленим вивченням фізики таким чином, щоб і

за змістом, і структурно він відтворював (звичайно, лише частково) пошуковий характер діяльності вчених-фізиків. Процесуально – застосування таких методик або технологій, які б дозволили найбільш оптимально використати відібраний матеріал для формування в учнів навичок високого (творчого) рівня мислення.

В даній статті буде розглянуто саме змістова частина даної проблеми. Відразу відзначимо, що система фізичного знання як зміст освіти не тотожна системі наукового знання. Як справедливо відзначає О.І.Ляшенко, кожна з них вирішує різні завдання – пізнавальні з одного боку і суто дослідницькі – з іншого [4]. В теорії змісту навчання існує поняття особистісного знання, яке є складовою системи наукового пізнання і водночас має суб'єктивну та об'єктивну складові. Результатом навчання фізиці має бути процес перетворення об'єктивних наукових знань в особистісні знання учнів [3, 4, 5].

Саме в такому контексті розглянемо зміст навчального матеріалу з основ квантової фізики, який може бути успішно засвоєний учнями в умовах профільного навчання.

Проблема трансформації наукового знання у систему навчального охоплює великий спектр питань від логіко-методологічних до психолого-педагогічних питань теорії змісту навчання. У межах даної статті проаналізуємо зміст

навчального матеріалу з квантової фізики, який на сьогодні не включено до навчальних програм академічного рівня і який не відображений у нині діючих підручниках з фізики, однак який може успішно використовуватись у класах з поглибленим вивченням фізики або на факультативних курсах.

Мова йде про ту частину квантової фізики, яка відноситься до теорії суперструн. Дана теорія є, по суті, продовженням розвитку ідей квантової фізики, ідей висловлених ще у 1900 році М.Планком.

Нижче буде зроблено спробу здійснити ретроспективний огляд розвитку квантових уявлень від гіпотези М.Планка та спеціальної теорії відносності до сучасної теорії суперструн. Основний акцент зробимо на протиріччях і складнощах, з якими вчені-фізики зустрічались в часи зародження квантової теорії та на проблемах які стоять перед фізичною наукою сьогодні.

Фізика як наука представлена квантовою теорією мікросвіту і теорією макросвіту. Ці теорії мають спільні об'єкти дослідження, наприклад, космологічний сценарій Великого вибуху, питання структури простору-часу тощо. Результати останніх досліджень щодо другої проблеми мають непогані підтвердження в супутникових та астрономічних експериментах. Однак не все так однозначно. Квантова теорія мікросвіту має переконливі експериментальні підтвердження, коли об'єктом дослідження є мікрочастинки. Спільне ж використання цієї теорії з іншими, зокрема, із релятивістською фізикою макротіл, створює ряд проблем, які досі остаточно не вирішені.

Більшість науковців вважає, що саме теорія суперструн спроможна подолати проблеми спільного використання законів квантової та релятивістської механіки.

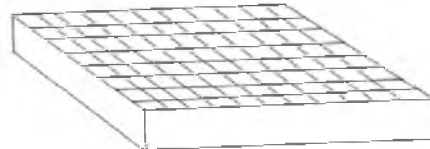
Вивчення елементів цих відомостей у профільних класах з поглибленим вивченням фізики, дозволить, на наш погляд, створити передумови наближення суб'єктів навчання до моделі наукового пізнання і продемонструвати генезис наукових понять, їх трансформацію в залежності від появи нових емпіричних даних. Саме такий підхід є одним із багатьох можливих шляхів вирішення проблем перетворення об'єктивних знань в особистісні знання учнів, про що було сказано у вступній частині статті.

До вивчення елементів теорії суперструн можна приступати лише після ознайомлення учнів із основними класами елементарних частинок (див *табл. 1*). Як вже було сказано вище, теорія суперструн виникла в результаті протиріччя які виникали при спільному використанні релятивістської фізики та квантової механіки. Однак, створення А.Ейнштейном спеціальної, а згодом і загальної теорії відносності супроводжувалось протиріччями (точніше протиріччя слугували причинами створення СТВ та ЗТВ), які необхідно було розв'язати. Тому важливо розкрити ці протиріччя і продемонструвати учням логіку їх виникнення і розв'язання. Можна виокремити три таких протиріччя.

Перше стосується властивостей поширення світла. У відповідності до законів механіки І.Ньютона, якщо об'єкт буде рухатись із швидкістю світла, то відносно нього швидкість поширення світла дорівнюватиме нулю, що входить у протиріччя до законів електромагнетизму Дж.К.Максвелла. А.Ейнштейн розв'язав цю проблему, створивши спеціальну теорію відносності.

Розв'язавши одну проблему спеціальна теорія відносності породила нову. У відповідності до теорії гравітації І.Ньютона передача взаємодії передається миттєво на величезні відстані, що не відповідало положенням спеціальної теорії відносності. З метою вирішення цієї проблеми А.Ейнштейн запропонував нову концепцію теорії тяжіння, яка була покладена в основу загальної теорії відносності.

Основна ідея – поблизу масивного тіла структура простору-часу викривляється. Вказана кривизна впливає на інші тіла, які рухаються поблизу масивного тіла (наприклад, поблизу Сонця). Цю кривизну можна продемонструвати, провівши наступну аналогію. Простір можна зобразити у вигляді плоскої поверхні на яку нанесена сітка. Якщо у просторі відсутні будь-які тіла, він матиме вигляд, як зображено на *малюнку 1*. Якщо масивну металеву кулю покласти на гумову підставку, попередньо розкреслену "в клітинку", матимемо модель викривленої структури простору (вважається, що час теж викривлено, однак для наочності це не враховується в даній моделі).



Мал. 1. Плоский простір (схематичне зображення)

Якщо І.Ньютон вважав, що гравітація повинна передаватись через певний "посередник" (який саме І.Ньютон не вказував), то А. Ейнштейн поклав "обов'язки" посередника на структуру простору-часу. Проведені ним розрахунки показали, що викривлення простору (збурення) навколо масивного тіла поширюються із швидкістю світла у вакуумі. Тому гравітаційна взаємодія передається не миттєво, а із скінченною швидкістю ($3 \cdot 10^8$ м/с).

І знову створення теорії відносності А.Ейнштейном стало передумовою нового (третього) протиріччя, яке за змістом було глибше і потребувало більших зусиль вчених для розв'язку. Забігаючи наперед, відзначимо, що вирішення саме третього протиріччя призвело до створення теорії суперструн, робота над якою триває й до сьогодні.

Існують задачі в яких тіла досить масивні і водночас мають мікроскопічні розміри. Наприклад, такі властивості буде мати речовина поблизу центру чорної діри або речовина Всесвіту 12-15 млрд. років тому, яка перебувала у сингулярному стані (у відповідності до гіпотези Великого Вибуху). Оскільки подібний об'єкт досить масивний, простір навколо буде викривлено. Тому для опису стану речовини необхідно спільне використання рівнянь квантової механіки та загальної теорії відносності. Як вже відзначалось вище, саме спільне використання цих рівнянь дало розв'язку, згідно з якими імовірність певних квантово-механічних процесів дорівнює нескінченності. Для з'ясування суті цього протиріччя необхідно розглянути кілька концептуальних положень квантової механіки.

А) Співвідношення неозначеностей Гейзенберга.

У 1927 р. Вернер Гейзенберг, аналізуючи можливості вимірювання координати та імпульсу електрона (шляхом постановки мислених експериментів), прийшов до висновку, що якщо для визначення координати електрона його необхідно освітлювати світлом з довжиною хвилі λ , то це призведе до неозначеності координати x , причому координата матиме порядок довжини хвилі: $x \sim \lambda$. Для уточнення координати електрона необхідно щоб довжина хвилі світла була найменшою. Однак, при взаємодії з електроном світло передає йому імпульс, який зростатиме при зменшенні довжини хвилі. Мінімальний імпульс який може бути переданий буде відповідати порядку імпульсу одного фотона

$$p_f = \frac{2\pi\hbar}{\lambda}$$

Тому неозначеність імпульсу електрона $\Delta p \geq 2\pi\hbar/\lambda$. Підставляючи x замість λ будемо мати співвідношення неозначеностей Гейзенберга:

$$\Delta x \Delta p \geq 2\pi\hbar$$

Однак неозначеність імпульсу створює неозначеність енергії $\Delta E = \hbar/\Delta t$ (співвідношення неозначеності Бора).

Тут важливо відзначити, що неозначеність має дещо глибший фізичний зміст, який пов'язаний не лише із актом вимірювання. В основному стані атома водню хвильова функція дає інтервал можливих

Таблиця 1

Сімейство лептонів	Частинка	Лептонний заряд			Спін, \hbar	Маса, MeV	Середній час життя, с
		L_e	L_μ	L_τ			
Електронний дублет	e^-	+1	0	0	S	0,511	∞
	ν_e	+1	0	0	S	$< 46 \cdot 10^{-6}$	∞
Мюонний дублет	μ^-	0	+1	0	S	105,66	$2,2 \cdot 10^{-6}$
	ν_μ	0	+1	0	S	$< 0,25$	∞
Таонний дублет	τ^-	0	0	+1	S	1784	$3,5 \cdot 10^{-13}$
	ν_τ	0	0	+1	S	< 70	∞

значень координат електрона, який пов'язаний з інтервалом можливих значень імпульсу співвідношенням $\Delta p \Delta x \sim \hbar$. Це дозволяє оцінити радіус атома, для інтервалу можливих значень координат. Звідси випливає висновок, що атом у збудженому стані має неозначену енергію. Вказана неозначеність пояснюється переходом на нижні рівні, що супроводжується випусканням кванту енергії. Неозначеність енергії дозволяє глибше поглянути на це питання і зробити ряд висновків.

Неозначеність, таким чином, виникає не лише тоді, коли експериментатор намагається провести вимірювання. Навіть якщо фотонів експериментатора не буде і вони не будуть вносити збурення у рух електрона, швидкість останнього буде раптово змінюватись в різні моменти часу. Із неозначеностей Гейзенберга випливає, що за умови абсолютного вакууму у кожній ділянці простору існує активність, яка зростає із зменшенням масштабів відстаней і часу даної області простору-часу. У вакуумі відбувається безперервний хаотичний перенос енергії та імпульсу на мікроскопічних відстанях і протягом надзвичайно коротких інтервалів часу. В результаті такої флуктуації енергії в абсолютному вакуумі може на короткий проміжок часу виникнути пара електрон-позитрон із анігіляцією цієї пари в наступну мить і "поверненням" енергії у вакуум (під час утворення частинки і античастинки енергія поглинається, під час анігіляції – виділяється). Інакше кажучи, співвідношення неозначеностей накладає обмеження на те, наскільки порожньою може бути певна область простору. Таким чином у Всесвіті постійно відбувається утворення і анігіляція частинок [7]. Причому це стосується не лише електрон-позитронної пари. Під час інших явищ і процесів, які можуть відбуватись у вакуумі – народження і анігіляція інших частинок, сильних коливань інтенсивності електромагнітного поля, зміни полів сильної і слабкої взаємодії тощо – теж відбуваються у формі флуктуацій енергії та імпульсу протягом малих інтервалів часу на мікроскопічних масштабах. Саме ці хаотичні флуктуації слугують основною проблемою для об'єднання квантової механіки із загальною теорією відносності.

Б) Стандартна модель фізики елементарних частинок.

Починаючи з 40-х років минулого століття фізики-теоретики розробляли математичний апарат квантової механіки із врахуванням тих особливостей, про які було сказано вище (П.Дірак, В.Паулі, Ю.Швінгер, Ф.Дайсон, Р.Фейнман та багато інших). В результаті цих досліджень було з'ясовано, що для коректного формулювання законів квантової механіки необхідно врахувати положення спеціальної теорії відносності. Тому було здійснено спробу об'єднати спеціальну теорію відносності з принципами квантової механіки для опису електромагнітного поля та його взаємодії з речовиною. В результаті була створена квантова електродинаміка (релятивістська квантова теорія поля).

Квантова електродинаміка отримала експериментальні підтвердження особливо в розрахунках властивостей і руху елементарних частинок (наприклад, у працях Т.Кіношіті [6]).

Починаючи з 60-х років аналогічний підхід було здійснено для квантово-механічного опису слабкої, сильної та гравітаційної взаємодій. До середини 70-х років цю роботу було успішно завершено. Її результатами стали квантово-польові теорії сильної і слабкої взаємодій, які назвали квантовою хромодинамікою. Причому у працях Ш.Глешоу, А.Салама, С.Вайнберга було показано, що слабка і електромагнітна взаємодії об'єднуються за умов квантово-механічного опису, тобто мають єдине походження (при високих енергіях і температурах та відповідно високої кривизни простору-часу).

Таким чином, три з чотирьох взаємодій (слабка, сильна і гравітаційна) були об'єднані в єдину квантово-механічну теорію, яка отримала настільки вражаюче точні експериментальні підтвердження, що отримала назву *стандартної моделі*.

Підсумовуючи, можна відзначити, що у перші секунди Великого Вибуху електромагнітна і слабка взаємодії були єдиною, електрослабкою взаємодією. З плином часу температура знижувалась, Всесвіт розширювався і з електрослабкої виокремлювались дві – електромагнітна і слабка, які у холодному Всесвіті мають різні прояви. Цей процес виокремлення взаємодій в теоретичній фізиці отримав назву порушення симетрії.

Історія створення стандартної моделі, давала вченим підстави сподіватись на успішне об'єднання загальної теорії відносності та квантової механіки саме в аспекті створення квантово-польової теорії гравітаційної взаємодії. Однак виникли труднощі такого об'єднання, пов'язані з тим, що за відсутності будь-яких тіл гравітаційне поле у вакуумі дорівнюватиме нулю (енергія, імпульс). Із законів квантової механіки випливає, що гравітаційне поле буде нульовим лише в середньому, а миттєве значення енергії та імпульсу буде змінюватись за рахунок квантових флуктуацій. Причому співвідношення неозначеностей вказує на зростання флуктуацій гравітаційного поля при зменшенні розглядуваної області простору. Оскільки у відповідності до загальної теорії відносності, основний прояв гравітаційного поля – кривизна простору, то разом із квантовими флуктуаціями дана кривизна зростає неймовірно. У зв'язку з цим Дж.Уїлер запропонував термін "квантова піна". Саме на таких малих, мікроскопічних відстанях поняття пласкої (або плавно викривленої) геометрії поверхні згідно із загальною теорією відносності стає несумісним із квантовими флуктуаціями. В умовах мікросвіту діє співвідношення неозначеностей, яке входить у протиріччя з основним принципом загальної теорії відносності – геометричною моделлю простору-часу. Спираючись лише на рівняння загальної теорії відносності не можливо передбачити наслідки квантової флуктуації – "квантової піни".

Отже несумісність квантової механіки та загальної теорії відносності проявляється лише за таких умов, які не зустрічаються у переважній більшості задач, а тому, чи варто турбуватись стосовно цієї несумісності? Можливо обмежитись лише застосуванням кожної із вказаних теорій для розв'язання таких задач, де відстані набагато більші планківського масштабу? З іншого боку, чи не є несумісність двох найбільш претензійних теорій сучасної фізики, тривожним сигналом, який попереджує про грубі помилки допущені науковцями у створенні наукової картини світу? Думки вчених з цього приводу розділились. Більшість занепокоєні існуючими протиріччями вказаних теорій і вказують на необхідність більш детального перегляду квантової механіки на концептуальному рівні [2, 6]. Ця думка обґрунтована тим, що розуміння структурної організації матерії на самому елементарному (фундаментальному) рівні, дозволить пояснити і розкрити у логічній послідовності все розмаїття явищ, процесів і законів Природи і Всесвіту в цілому [7].

У 1970 р. групою фізиків-теоретиків (Й.Намбу, Х.Нільсен, Л.Сасскінд) було запропоновано цікаву і оригінальну ідею: представити фундаментальні частинки маленькими одномірними струнами, що коливаються. Виявилось, що подібні струни добре описують сильну взаємодію за допомогою функції Ейлера (використати функцію Ейлера для опису сильної взаємодії вперше запропонував Г.Венеціано у 1968 р., який працював в Європейській лабораторії прискорювачів, в ЦЕРНі (Швейцарія)). У 1974 р. Шварц і Джоель Шерк вивчивши моди коливань струн, які нагадували властивості частинок-носіїв фундаментальних взаємодій, зробили сміливе припущення про те, що ці властивості співпадають із властивостями гіпотетичної частинки – гравітоном. Таким чином, теорія струн пояснює не лише механізм сильної взаємодії, а є квантовою теорією, яка включає гравітацію. В середині 80-х років теорія струн набула найбільшої популярності серед вчених. Однак отримані рівняння були наближеними і відповідно отримати точні розв'язки, а відтак перевірити новостворену теорію експериментально було неможливо.

Ситуація кардинально змінилась, коли у 1995 р. Едвард Віттен на конференції з теорії струн, яка проходила в

університеті Північної Каліфорнії, виклав план нового етапу досліджень властивостей струн, над якими науковці працюють й до сьогодні.

Теорія струн стверджує, що фундаментальні частинки, які є об'єктом вивчення стандартної моделі, являють насправді струну у вигляді петлі. Довжина петлі, утворена струною, близька до планківської довжини (це у 10^{20} разів менше розміру атомного ядра). Які переваги має теорія струн перед стандартною моделлю?

Відповідно до стандартної моделі існує три сімейства фундаментальних частинок (лептонів), в кожне з яких входить заряджена частинка і нейтрино: електронний дублет, мюонний дублет і таонний дублет (табл. 1). Крім цього, відомо, що всі адрони (наприклад, протон, нейтрон) складаються з кварків – фундаментальних частинок, що мають дробові заряди. Так, наприклад протон складається з двох *u*-кварків і одного *d*-кварка, протон – з двох *d*-кварків і одного *u*-кварка. Причому кварки так само як і лептони утворюють три сімейства. Таким чином існує кварклептонна симетрія. Цікаво, що все що нас оточує складається з комбінацій електронів, *u*-кварків і *d*-кварків.

Стандартна модель не відповідає на ряд важливих питань: чому існує велика кількість фундаментальних частинок, тоді як структурно матерія складається з електронів і двох видів кварків? Чому існує лише три сімейства? З чим пов'язана кварклептонна симетрія? Чому маси фундаментальних частинок мають значення, які видаються випадковим набором чисел? На всі ці та подібні питання стандартна модель не дає відповіді.

Стандартна модель, крім цього, має ряд недоліків: 1) відсутність гравітаційної взаємодії (про це мова велась вище) 2) відсутність опису об'єктів вивчення – фундаментальних частинок (електрон, кварки та ін.).

Стандартна модель неспроможна дати відповідь на поставлені питання, оскільки всі відомості якими вона оперує (перелік частинок, сімейств, властивостей, симетрій тощо), отримані як емпіричний матеріал, який не піддається теоретичному обґрунтуванню хоча й дозволяє робити передбачення щодо виходу ядерної реакції в прискорювачі елементарних частинок. Якщо буде виявлено нові класи частинок, в стандартній моделі порівняно легко зробити зміни, оскільки її структура досить гнучка. Однак пояснити фундаментальні властивості частинок, спираючись лише на стандартну модель, неможливо.

Прихильники теорії суперструн стверджують, що дана теорія здатна пояснити всі властивості мікросвіту. Якщо провести аналогію із струнами музичальних інструментів (наприклад, скрипки), то можна стверджувати, що так само, як моди резонансних коливань струн скрипки утворюють

різні музикальні ноти, так і моди коливань фундаментальних струн утворюють різні маси, квантові числа і константи взаємодій. Однак це лише сподівання. Насправді, теорія суперструн знаходиться на стадії розробки і поки що немає експериментальних підтверджень [2]. Хоча струна залишається математичною ідеалізацією та попри всі її недоліки, вона має дві важливі характеристики: 1) струна може бути однозначно описана в рамках квантової механіки; 2) серед резонансних мод коливань є мода, властивості якої співпадають із властивостями гравітона. Отже, гравітаційна взаємодія і квантова механіка будуть об'єднані теорією струн, як єдиною квантово-механічною концепцією будови Всесвіту.

В межах даної статті складно описати всі найбільш помітні досягнення вчених в розробці теорії суперструн та наслідки цих досягнень. Однак, викладений матеріал свідчить про його досить високий потенціал з формування наукового світогляду у старшокласників, який за правильно організованої методики вивчення дозволить значною мірою підвищити науковий рівень вивчення відомостей про структуру організації матерії у класах з поглибленим вивченням фізики в профільній школі. Тому дослідження в такому напрямку є актуальними і потребують належного розв'язання.

Список використаних джерел:

1. *Вахтомин Н.К.* Генезис научного знания. Факт, идея, теории. – М.: Наука, 1973. – 286 с.
2. *Грин Брайан.* Элегантная вселенная: суперструны, скрытые размерности и поиск окончательной теории: Перевод с англ. / Под общ. руковод. акад. РАН С.С.Герштейна. – М.: Просвещение, 2000. – 245 с.
3. *Леднев В.С.* Содержание образования: сущность, структура, перспективы. – М.: Высшая шк., 1991. – 224 с.
4. *Ляшенко О.І.* Формування фізичного знання в учнів середньої школи: Логіко-дидактичні основи. – К.: Генеза, 1996. – 128 с.
5. *Теоретические основы содержания общего среднего образования / Под ред. В.В.Краевского, И.Я.Лернера.* – М.: Педагогика, 1989. – 318 с.
6. *Timolhy Ferris.* The Whole Shebang. – New York: Simon Schuster, 1997. – P.97.
7. *Richard Feynman.* QED: The Strange Theory of Light and Matter. – Princeton: Princeton University Press, 1988.

In the article the analysis of information is carried out about the theory of superstrings with the purpose of their selection and bringing in to the study in type classes with the deep study of physics.

Key words: theory of superstrings, type classes with the deep study of physics.

Отримано: 16.11.2007

УДК 528

І.А. Ткаченко

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛЯ АСТРОНОМІЇ

У статті обґрунтовуються проблеми підготовки майбутніх вчителів астрономії до впровадження сучасних освітніх інформаційно-комунікаційних технологій.

Ключові слова: інформаційно-комунікаційні технології, підготовка майбутнього вчителя астрономії

Розвиток науки і техніки потребує постійного вдосконалення змісту і методів навчання різних дисциплін. Одна з нагальних проблем сьогодення – пошук способів інтенсифікації пізнавальної діяльності, створення стимулювального середовища для її суб'єктів. Її вирішення невіддільне від розв'язання проблем інформатизації системи освіти, яка з одного боку відображає досягнутий рівень науково-технічного і соціально-економічного розвитку суспільства і залежить від нього, а з іншого – суттєво його обумовлює [3]. Для засвоєння дедалі зростаючої кількості інформації на належному за якістю рівні необхідні нові засоби і технології навчання. Використання інформаційних технологій в освіті відкриває нові можливості для моделю-

вання та демонстрації різноманітних природних процесів і об'єктів; сприяє підвищенню інтересу і загальної мотивації навчання завдяки новим формам роботи і причетності до пріоритетного напрямку високотехнологічного суспільства; активізує навчання завдяки використанню привабливих і швидкозмінних форм подання інформації; підвищує ефективність навчального процесу, зокрема забезпечує індивідуалізацію та диференціацію навчання при різноманітній підготовці; дозволяє об'єктивно перевірити та оцінити рівень навчальних досягнень об'єкта навчання.

Значна частина досліджень спрямована на розробку різноманітних інтерактивних моделей та методики їхнього використання в навчальному процесі з різних дисциплін