

Рис. 7. Манипулятор с 2 степенями свободы

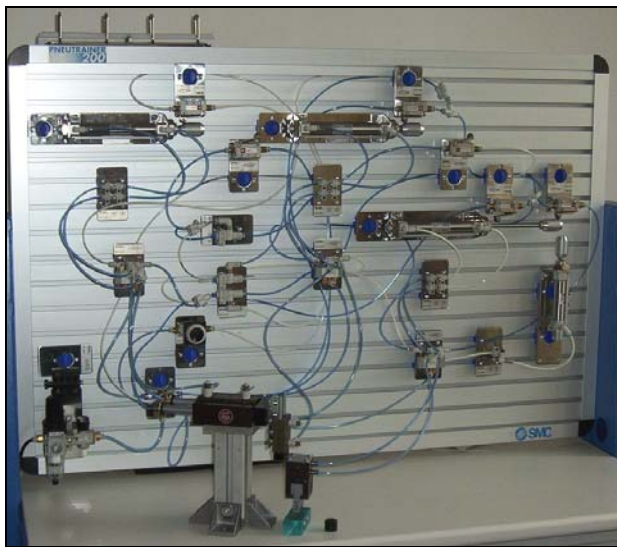


Рис. 8. Пневматическое управление манипулятора

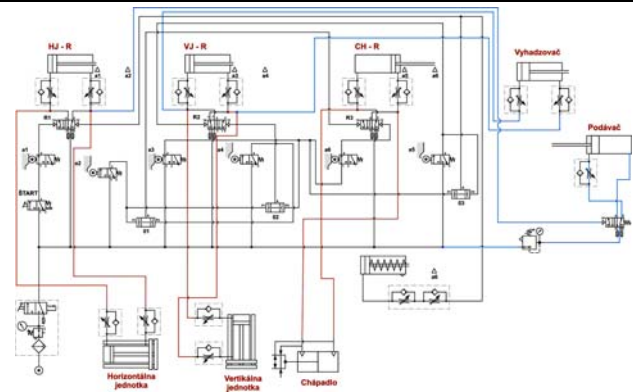


Рис. 9. Схема управления манипулятора

Список использованной литературы:

1. Firemná literatúra a propagačné materiály firmy SMC Industrial Automation SK/CZ.
2. Harsányi, J., Tuleja, P.: Metodické postupy pre návrh a realizáciu pneumatických mechanizmov. Bakalárska práca. TU v Košiciach, 2009.
3. Skoršepa, P., Tuleja, P.: Návrh metodiky pre výučbu pneumatických mechanizmov. Bakalárska práca. TU v Košiciach, 2007.
4. SMC Training : Stlačený vzduch a jeho využití, SMC Industrial Automation CZ s. r. o., Brno 2004.
5. Tuleja, P., Varchola, M., Hajduk, M.: Spolupráca KVTaR TU Košice s japonskou firmou SMC Corp. pri budovaní Laboratória pneumatiky, In.: zborník príspevkov konferencie „Teória i praktika evrointegracijných procesiv viššoi osviti i nauki“, Užgorod 2006, ISBN 966-2921-07-9, ss. 266-267.
6. Tuleja, P., Varchola, M.: Inovačné modely výučby predmetu "Pneumatické prvky pre automatizáciu". In: Sučasni informacijni tehnologiji ta inovacijni metodiki navčannija fachibciv na mižnarodnomu rinku viššoi osviti : Mižnarodnij naukovij visnik : Užgorod, 17-20 kvitnja 2007. Užgorod : Zakarpatskij deržavnij universitet, 2007. ss. 28-33.
7. <http://www.smc.sk>.

In contributions myself deal about building laboratory project assignment for developing university students' for their employment in technical practice. Sign myself sequence in developing and possible methodics vision about arrangements future graduate in two steps of developing in study on automation technics orientation on pneumatic component built.

Key words: pneumatics, pneumatic circuit, pneumatic mechanism, educations methodics.

Отримано: 12.11.2010

УДК 372.853

А. А. Дробін

Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка

ВВЕДЕННЯ «ПРИНЦИПУ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ГЕЙЗЕНБЕРГА» У КУРС ФІЗИКИ СЕРЕДНЬОЇ ШКОЛИ

У статті розглянуто доцільність удосконалення змісту шкільного курсу фізики шляхом введення «Принципу невизначеності Гейзенберга», подано основні методичні моменти вивчення цього поняття, завдання, що стоять перед вчителем при викладанні цього навчального матеріалу та висновки, що мають бути свідомо зроблені учнями внаслідок вивчення цього поняття.

Ключові слова: принцип невизначеності Гейзенберга, дуалізм, квантова теорія, статистичний характер зв'язків у мікросвіті.

Постановка проблеми. Курс фізики входить у державний компонент загальної середньої освіти і є обов'язковим для всіх типів загальноосвітніх шкіл [9]. Цей факт ґрунтується на тому, що фізика була і є фундаментом природничої освіти, філософії природознавства та науково-технічного прогресу. Її предметною областю є загальні закономірності природи у всій її багатогранній множинності від субмікроскопічного рівня природи до Всесвіту, Мегасвіту в цілому. Тому фізика, будучи фундаментальною наукою, вивчає загальні закономірності перебігу природних явищ, закладає основи світорозуміння на різних рівнях пізнання природи і дає загальне обґрунтування природничо-наукової картини світу. Питання наповнення змісту шкільного курсу фізики є

предметом активних дискусій науковців і актуальним з самого моменту його виникнення.

В останні роки здійснюється процес реформування шкільної освіти, який обумовлений основними тенденціями в світовій освітній галузі, об'єктивними чинниками формування постіндустріального суспільства та постнекласичної наукової картини світу. Внаслідок цього набула чинності «Концепція загальної середньої освіти» [10], яка активно запроваджується у життя на виконання Указу Президента України від 17.04.2002 року № 347 «Про Національну доктрину розвитку освіти» [11]. У відповідності до положень [10] та [11], Міністерством освіти і науки України було затверджено нову навчальну Програму «Фізика.

Астрономія» [12]. Відповідно до цих процесів, зазнають змін структура та зміст шкільного курсу фізики.

Дослідження науково-методичної та спеціальної літератури [1; 2; 3; 5; 6; 7; 8; 13; 15; 16] дозволяє зробити висновок, що введення основ квантової фізики в курс фізики середньої школи – складна методична задача. Мала наочність квантово-механічних об'єктів (частинка – хвиля), складність математичного апарату, незвичність її вихідних ідей і понять створюють неабиякі методичні труднощі. Тому питання квантової фізики дуже обережно вводять в шкільний курс. Основними пізнавальними завданнями цього розділу, на нашу думку, є ознайомлення учнів зі специфічними законами, що діють в області мікросвіту, і завершення формування уявлень про будову речовини.

Серед головних ідей вивчення квантової фізики в школі, ми бачимо формування в учнів розуміння, що принципово відмінністю квантової механіки від класичної є її імовірнісний характер. Одним із таких понять, є принцип невизначеності Гейзенберга. Сучасний шкільний курс фізики [9; 12] не передбачає вивчення принципу невизначеності Гейзенберга. Проте деякі науковці такі як М.І. Садовий [13], Б.Є. Будний [1], О.М. Мансуров [4] та інші пропонують ввести дане поняття у шкільний курс фізики на рівні стандарту. Ми поділяємо дану точку зору і пропонуємо нижче розроблену методичку вивчення поняття Принцип невизначеності Гейзенберга у школі. Тому метою статті є наукове обговорення введення у навчальний матеріал шкільного курсу фізики Принципу невизначеності Гейзенберга та методика його вивчення.

Виклад основного матеріалу. Рекомендації дослідників Л.М. Хуторської [16], О.М. Мансурова [4], наш педагогічний досвід дозволяють зробити висновок, що введення у навчальний матеріал поняття «Принцип невизначеності Гейзенберга» доцільно здійснювати у 11 класі після вивчення «Корпускулярно-хвильового дуалізму світла». До учнів доводиться, що після сприйняття науковим світом подвійної природи світла, ідея про подвійність природи інтерполювалась на дрібні частинки речовини – електрони, протони, нейтрони та інші мікрооб'єкти. У класичній фізиці завжди вважалося що речовина складається з частинок і тому хвильові властивості здавались явно чужими йому. Тим більш дивним виявилось відкриття факту про наявність у мікрочастинок хвильових властивостей, першу гіпотезу про існування яких висловив у 1924 р. відомий французький вчений Луї де Бройль (1875-1960). Експериментально ця гіпотеза була підтверджена в 1927 р. американськими фізиками К. Девісоном і Л. Джермером, які виявили явище дифракції електронів на кристалі нікелю, тобто типово хвильову картину. Гіпотеза де Бройля: кожній матеріальній частинці, незалежно від її природи, слід поставити у відповідність хвилю, довжина якої обернено пропорційна імпульсу частинки: $\lambda = h/p$, де h – стала Планка, p – імпульс частинки, що дорівнює добутку її маси на швидкість.

На основі цього ланцюжку подій, учнів підводять до висновку, що таким чином, не тільки фотони, але й частинки речовини, такі, як електрон, протон, нейтрон та інші, мають подвійну природу і володіють як корпускулярними, так і хвильовими властивостями. Це явище, назване згодом дуалізмом хвилі і частинки, зовсім не вкладалося в рамки класичної фізики, об'єкти вивчення якої могли володіти або корпускулярними, або хвильовими властивостями. Той факт, що потік електронів становить собою потік дрібних частинок речовини, знали і раніше, але те, що цей потік виявляє хвильові властивості, утворюючи типові явища інтерференції і дифракції, подібно хвилям світла, звуку і рідини, виявився повною несподіванкою для фізиків.

До учнів доводиться, що дослідження подвійної природи електронів виявило неможливість точного передбачення, в яке саме місце потрапляє, наприклад, електрон у вказаному вище експерименті, які б досконалі засоби спостереження та вимірювання не використовувались. Натомість, науковці можуть лише оцінити його шанси потрапити в певне місце, а отже, застосувати для цього поняття і методи теорії ймовірностей, яка служить для аналізу невизначених ситуацій.

Як логічний розвиток ситуації, учням повідомляють, що експерименти показали, що чим точніше фіксований імпульс, тим більша невизначеність у значенні координати. Аналогічно пов'язані енергія і час – точність вимірювання енергії пропорційна тривалості процесу вимірювання. І це не є неточністю визначення величин, яка може бути поліпшена більш точним приладом, це принципова неточність визначення фізичних величин в атомній фізиці. Причина цього – взаємодія мікрооб'єкту з макроскопічним приладом. Принцип дає обмеження, які не можна усунути жодними удосконаленнями приладу. У класичній науці прилади і спостереження теж спотворювали вимірювання, але ці спотворення можна було зменшувати. Різниця в тому, що стикаються і взаємодіють об'єкти різних світів: вивчення мікросвіту здійснюється приладами і спостерігачами з макросвіту. Вони-то і вносять спотворення в стан мікрооб'єктів, які не усунути. Тому майбутній стан мікрочастинки не може бути достовірно і точно передбачений. Підвищення точності знання одного параметру збільшує неточність у знанні зв'язаного з ним параметра. Звідси – дискусії про непередбачуваність явищ мікросвіту, про «свободу волі» електрона, про перемогу випадковості над детермінізмом, порушення принципу причинності у мікросвіті та ін. Основа інтерпретації квантової механіки – принцип невизначеності Гейзенберга – встановлює межі застосування класичної фізики і вважається загальноновизначним.

Після введення узагальнюючого поняття – принципу Гейзенберга, розкривають його фізичний зміст та основні риси історичної постаті науковця – Вернера Гейзенберга, який уперше сформулював цей принцип у вигляді співвідношення неточностей при визначенні зв'язаних величин в квантовій механіці, який тепер звичайно називають принципом невизначеності Гейзенберга. Суть принципу невизначеності полягає в наступному: якщо ми прагнемо визначити значення однієї із сполучених величин в квантово-механічному описі, наприклад, координати x , то значення іншої величини, а саме швидкості або імпульсу $p = mv$, не можна визначити з такою ж точністю. Інакше кажучи, чим точніше визначається одна із сполучених величин, тим менш точною виявляється інша величина. Це співвідношення неточностей, або принцип невизначеності, виражається формулою: $\Delta x \cdot \Delta p \geq h$, де x – позначає координату, p – імпульс, h – стала Планка, а Δ – зміна величини. Отже, принцип невизначеності постулює: неможливо з однаковою точністю визначити і положення, і імпульс мікрочастинки. Добуток їх неточностей не повинен перевищувати сталу Планка. На практиці, звичайно, неточності вимірювання бувають значно більшими, ніж той мінімум, на який вказує принцип невизначеності, але мова йде про принциповий бік справи. Кордони, які встановлюються цим принципом, не можуть бути подолані шляхом вдосконалення засобів вимірювання. Тому принцип невизначеності, принаймні в даний час, вважається фундаментальним положенням квантової механіки і неявно фігурує в ній в усіх міркуваннях. Учням повідомляють, що теоретично не виключається можливість відхилення цього принципу і відповідно зміни пов'язаних з ним законів квантової механіки, але в даний час він вважається загальноновизначним.

Після розкриття змісту принципу невизначеності, розкриваються основні наслідки та висновки з нього. З принципу невизначеності безпосередньо випливає, що цілком можливо здійснити експеримент, за допомогою якого можна з великою точністю визначити положення мікрочастинки, але в такому разі її імпульс буде визначено неточно. Навпаки, якщо імпульс буде визначений з можливо високим ступенем точності, тоді її положення стане відомим недостатньо точно. У квантовій механіці будь-який стан системи описується за допомогою так званої «хвильової функції», але, на відміну від класичної механіки, ця функція визначає параметри її майбутнього стану не достовірно, а лише з тим чи іншим ступенем ймовірності. Це означає, що для того чи іншого параметра системи хвильова функція дає лише ймовірні прогнози. Наприклад, майбутнє положення будь-якої частинки системи буде визначено лише в деякому інтервалі значень, точніше кажучи, для неї буде відомий лише розподіл

усіх значень. Таким чином, квантова теорія фундаментально відрізняється від класичної тим, що її прогнози мають лише імовірнісний характер і тому вона не забезпечує точних прогнозів, до яких ми звикли у класичній механіці.

Оскільки шкільний курс фізики несе не тільки пізнавальне, але й загальнонаукове та світоглядне навантаження [9; 12], то є певний сенс для розкриття змісту філософської складової, що здійснює принцип невизначеності Гейзенберга. Академік В.С. Стюпін наголошує, що «...принцип невизначеності, тісно пов'язаний з такою фундаментальною проблемою наукового пізнання, як взаємодія об'єкта і суб'єкта, що має філософський характер» [14, с.611].

Перш за все, принцип невизначеності ясно показує, що суб'єкт, тобто фізик, який досліджує світ найдрібніших частинок матерії, не може не впливати своїми приладами і вимірювальними пристроями на ці частинки. До учнів доносять думку, що класична фізика теж визнавала, що прилади спостереження та вимірювання роблять свій вплив на досліджувані процеси, але він був там настільки незначний, що ним можна було знехтувати. Зовсім інше становище спостерігаємо в квантовій механіці, де прилади і вимірювальні пристрої, що використовуються для вивчення мікрооб'єктів, є макрооб'єктами. Тому вони вносять такі збурення в рух мікрочастинок, що в результаті їх майбутні стани не можна визначити цілком чітко і достовірно. Прагнучи точно визначити один параметр, отримують неточність у вимірюванні іншого параметра.

Найважливішим філософським висновком з принципу невизначеності Гейзенберга учнів має бути розуміння принципової невизначеності результатів вимірювання і, отже, неможливості точного передбачення майбутнього. Однак звідси зовсім не має випливати, що передбачення в області мікросвіту абсолютно неможливі. Мова йде тільки про те, що дії приладів спостереження і вимірювання на найдрібніші частинки матерії позначаються на їх поведінці значно сильніше, ніж на поведінці макротіл.

Вивчення теми «Принцип невизначеності Гейзенберга», на нашу думку, слід завершувати формуванням загальних висновків, що випливають із нього. Співвідношення невизначеності є одним з фундаментальних положень квантової механіки. Зокрема, воно дозволяє пояснити той факт, що електрон не падає на ядро атома, а також оцінити розміри найпростішого атома і мінімальну можливу енергію електрона в такому атомі. Співвідношення невизначеностей є наслідком об'єктивно існуючої подвійності природи частинок мікросвіту – наявності у них корпускулярних і хвильових властивостей. Ці співвідношення свідчать про об'єктивно наявні обмеження в можливості опису поведінки мікрооб'єктів за допомогою класичних понять координат та імпульсів. У ряді випадків описувати рух мікрооб'єктів так, як це робиться в класичній механіці – за допомогою завдання в кожний момент часу його координат та імпульсу, не має сенсу, бо й самі ці поняття одночасно не можуть бути застосовані до мікрооб'єктів. У квантовій механіці саме поняття про стан системи набуває інший зміст, ніж у класичній фізиці, – для визначення цього стану потрібен інший підхід. Іншими словами, у квантовій механіці відповідно до вимоги принципу причинності стан мікрооб'єкту, визначений в деякий момент часу, однозначно зумовлює його подальший стан. До мікрооб'єкту не можна застосовувати принцип причинності у формі, запозичений з класичної механіки і заснований на застосуванні понять координат та імпульсів, бо особлива природа мікрооб'єктів цього не допускає. Принцип причинності тут має імовірнісний характер. Імовірнісне (статистичне) тлумачення хвиль де Бройля і співвідношення невизначеностей вказують, що рівняння руху в квантовій механіці повинно бути таким, щоб воно давало змогу пояснити спостережувані на досвіді хвильові властивості частинок.

Найважливішим філософським висновком з даної теми має бути усвідомлення учнями, що при спостереженні об'єктів у мікросвіті існує принципова невизначеність результатів вимірювання і, отже, неможливість точного передбачення майбутнього.

Результати проведеного нами педагогічного експерименту показують, що якість усвідомленого засвоєння школярами понять перервного, неперервного та імовірнісного в розділі «Квантова фізика» та розуміння змісту шкільного навчального матеріалу з цього розділу значно покращуються при введєнні у навчальний матеріал Принципу невизначеності Гейзенберга.

Отже, ми можемо зробити **висновок**, що можливе введєння у шкільний курс фізики поняття «принцип невизначеності Гейзенберга» хоч і несе певне розумове навантаження, проте дозволяє сформулювати більш повну фізичну картину світу і досягти кращого рівня засвоєння навчального матеріалу, а відповідно і рівня розумового розвитку школяра.

Список використаних джерел:

1. Будний Б.С. Формування фундаментальних фізичних понять. – К.: АСК, 1996. – 128 с.
2. Величко С.П., Костенко Л.Д. Вивчення основ квантової фізики: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка, 2002. – 274 с.
3. Гончаренко С.У., Розенберг М.І. Методика навчання фізики в середній школі. Коливання і хвилі. Оптика. Теорія відносності. Фізика атомного ядра. – К.: Радянська школа, 1974. – 239 с.
4. Мансуров А.Н. Фізика, 10-11: для шкіл с гуманитарним профилем обучения: книга для учителя / А.Н. Мансуров, Н.А. Мансуров. – М.: Просвещение, 2000. – 160 с.
5. Мартинюк М.Т. Науково-методичні засади навчання фізики в основній школі: Автореф. дис. д-ра пед. наук. – К., 1999. – 34 с.
6. Методика преподавания физики в 8-10 классах средней школы / Под ред. В.П. Орехова, и А.В. Усовой. – М.: Просвещение, 1980. – 320 с.
7. Методика преподавания физики в средней школе: Электродинамика нестационарных явлений. Квантовая физика: Пособие для учителя / А.Т. Глазунов, И.И. Нурминский, А.А. Пинский; Под ред. А.А. Пинского. – М.: Просвещение, 1989. – 272 с.
8. Мултановский В.В. Физические взаимодействия и картина мира в школьном курсе. – М.: Просвещение, 1977. – 168 с.
9. Постанова КМУ від 14.01.2004 р. №24 «Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти» // Офіційний вісник України. – 30.01.2004. – № 2. – Т.1.
10. Постанова Президії Академії педагогічних наук України від 22.11.2001 №12/5-2 «Про Концепцію загальної середньої освіти (12-річна школа)» // Інформаційний збірник Міністерства освіти і науки України. – 2002. – №2.
11. Про національну доктрину розвитку освіти: Указ Президента України від 17.04.2002 року № 347 // Офіційний вісник України. – 2002. – №16. – С. 11-14.
12. Програма «Фізика. Астрономія, 7-12 кл.» – К.; Ірпінь: Перун, 2005. – 80 с.
13. Садовий М.І. Теоретичні та методичні основи становлення та розвитку фундаментальних ідей дискретності та неперервності в курсі фізики загальноосвітньої школи: Автореф. дис.... д-ра пед. наук: 13.00.02 / М.І. Садовий; Нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова. – К., 2001. – 37 с.
14. Стєпін В.С. Теоретическое знание: Структура, история, эволюция. – М.: Прогресс-Традиция, 2000. – 743 с.
15. Трифонова О.М. Взаємозв'язки принципів науковості та наочності в умовах кредитно-модульної системи навчання квантової фізики студентів вищих навчальних закладів: Дис. канд. наук: 13.00.02. – Кіровоград, 2009. – 19 с.
16. Хуторская Л.Н. Общая и частная методика обучения физике. – М.: Центр дистанционного образования "Эйдос", 2005. – 342 с.

The article considers the feasibility of improving the content of school physics course by entering the «Heisenberg uncertainty principle», are the main teaching points to examine this concept, the task facing the teacher in teaching this learning material and conclusions should be consciously made as a result of pupils studying this term.

Key words: principle of vagueness of Heisenberg, dualism, quantum theory, statistical character of connections in micro world.

Отримано: 23.08.2010