

## Комп'ютерне моделювання фізичних процесів у курсі загальної фізики

Щорічне зростання кількості інформації, що має бути засвоєна студентами, потребує від викладачів ВНЗ розробки і впровадження таких засобів, форм і методів навчання, які зменшують непродуктивні витрати часу, прискорюють темп і забезпечують високу якість навчання. Очевидно, що одним із важливих факторів інтенсифікації процесу навчальної діяльності, формування особистості студента є використання у навчальному процесі сучасних технічних засобів навчання, провідне місце серед яких у педагогічних університетах належить використанню новітніх комп'ютерних технологій при читанні лекцій, проведенні практичних та лабораторних занять із всіх дисциплін, у тому числі і з курсу загальної фізики [1-4]. Особливу увагу привертає комп'ютерне моделювання реальних та віртуальних фізичних процесів, оскільки воно змінює не лише характер подання навчального матеріалу, але і його зміст (головним чином за рахунок можливості більш доступного розкриття фізичних закономірностей і явищ у природі). Безперечно, поява швидкодіючих персональних комп'ютерів та відповідних програмних продуктів роблять даний напрямок особливо привабливим і безсумнівно одним із найбільш актуальних [1]. Тому застосування персональних комп'ютерів з кожним днем впевненіше входить у дидактику вищої школи. Крім того, використання ЕОМ засновано на всебічному врахуванні психологічних та фізіологічних можливостей організму людини, дозволяє підвищити вплив викладача на аудиторію та підсилити ефективність засвоєння і творчого відтворення інформації студентами, покращити якість навчального процесу та студентської наукової роботи [4].

До основних причин, що стримують широке використання інформаційних технологій у навчальному процесі, відносяться наступні: відсутність у необхідній кількості персональних ЕОМ у лекційних аудиторіях та аудиторіях, де проводяться лабораторні і практичні заняття, повна ізоляція від мережі Internet, відсутність програмних засобів навчального призначення, затверджених Міністерством освіти і науки України для конкретної спеціальності, а також відсутність у викладачів навичок як самостійно розробляти програмні продукти, так і користуватися сучасними інформаційними технологіями.

Аналізуючи існуючі навчально-методичні посібники, рекомендовані Міністерством освіти і науки України для студентів педагогічних університетів, можна зробити висновок, що автори [1-4], володіючи навичками у програмуванні, демонструють за допомогою персонального комп'ютера динамічне протікання реальних та віртуальних фізичних процесів при читанні лекцій, проведенні практичних та лабораторних занять із всіх розділів курсу загальної фізики. Провідне місце серед них належить програмним засобам, котрі вимагають наявності досить сучасних ЕОМ та високої професійності при їх розробці та використанні [2].

Для розв'язування такої складної проблеми і можливості демонстрації на лекціях віртуальних фізичних процесів за допомогою сучасних комп'ютерних технологій без спеціальної підготовки лектора авторами використана п'ята версія програми Flash [5]. Завдяки можливості підняти чіткість і гнучкість векторної графіки з растром, звуком, анімацією і багатими інтерактивними ідеями використання Macromedia Flash 5 дозволяє створювати яскраві web-додатки. Завдяки можливостям імпорту з Macromedia FreeHand та Macromedia Fireworks Flash 5 легко інтегрується в процес створення web-вузла. Програмні продукти, розроблені у Flash, мають об'єм лише в кілька десятків або сотень кілобайт. Все перераховане вище є вагомим аргументом, який вказує на те, що програмні продукти, створені за допомогою Macromedia Flash 5 та інших версій, незабаром будуть широко використовуватися у навчальному процесі при супроводі лекційних, практичних і лабораторних занять.

В якості прикладу розглянемо одну із цілої низки розроблених нами навчальних програм для студентів фізико-математичного факультету всіх спеціальностей, що супроводжують читання лекцій з курсу загальної фізики на тему "Реальні гази".

Системні вимоги до ЕОМ, на яких встановлюються навчальні програми, що розроблені з використанням Macromedia Flash 5: Pentium 166 MHz, 32 MB RAM або вище.

Запуск програми відкриває головне вікно (рис. 1), що містить назву лекції і пункту, в якому знаходиться користувач, інтерактивний план-меню лекції, годинник та кнопку виходу з програми. У правому верхньому кутку розташований годинник, який вказує проміжок часу до завершення лекції (розраховано на 80 хвилинну лекцію без перерви). Для навігації в план-меню лекції можна користуватися "мишею" (ліва кнопка) або клавіатурою (клавіші Tab та Enter відповідно).

Реальні гази		79
План		
1.	Відхилення властивостей газу від ідеальності	
2.	Рівняння Ван дер Ваальса	
3.	Ізотерми Ван дер Ваальса. Порівняння ізотерм Ван дер Ваальса із експериментальними ізотермами	
4.	Дослід Т. Ендрюса. Критичний стан речовини	
5.	Зрідження газів і одержання низьких температур	
6.	Властивості речовин при низьких температурах	
7.	Література	
	Основні формули	

Рис. 1.

Після ознайомлення із темою лекційного заняття та її планом лектор переміщує курсив на екрані до пункту 7 (рис. 1), де натискання лівої кнопки “миші” активізує вказаний пункт і на екрані з’являються назви основної та додаткової літератури (параграфи, сторінки тощо) до вказаного заняття.

Обравши наступний пункт плану лекції, викладач супроводжує подання фактичного матеріалу таблицями, малюнками, динамічними моделями тощо (рис. 2). Показані на рис. 2 у правому нижньому кутку кнопки у вигляді стрілок призначені для прокрутки текстової інформації у вікні програми. Після завершення доповіді до даного параграфа лектор натискає на кнопку „План”, яка знаходиться над кнопками прокрутки, що призводить повернення до плану-меню.

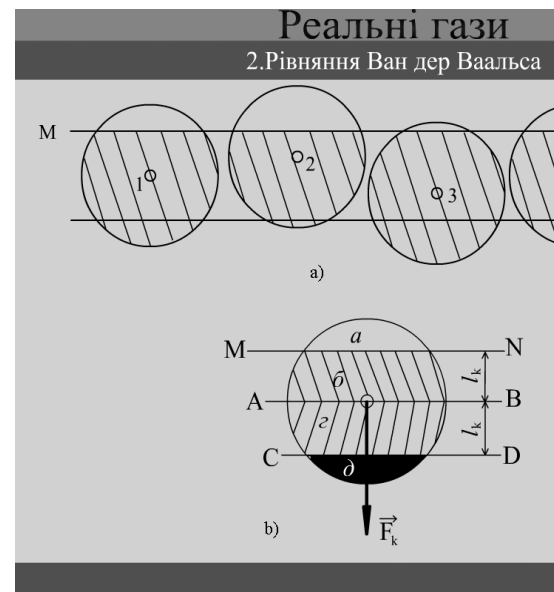


Рис. 2.

Реальні гази		45
Виведення основних формул		
$P_{ид} V_M = RT$	(1)	
$P_{ид} (V_M - b) = RT$	(2)	
$b = 4\gamma N_A$		
$P = P_{ид} - P_i$	(3)	
$P_{ид} = P + P_i$	(4)	
$(P + P_i)(V_M - b) = RT$	(5)	
$P_i = \frac{a}{V_M^2}$	(6)	П л а н
$(P + \frac{a}{V_M^2})(V_M - b) = RT$	(7)	
$V = \frac{m}{\mu} V_M \Rightarrow V_M = \frac{\mu}{m} V$	(8)	↑
$(P + \frac{a m^2}{V^2 \mu^2})(V - \frac{m}{\mu} b) = \frac{m}{\mu} RT$	(9)	↓

Рис. 3.

Для полегшення роботи лектора всі основні та додаткові формули, які використовуються при виведенні рівняння реального газу (Ван дер Ваальса), винесено в окремий пункт плану – „Основні формули” (рис. 3). Усі формули подаються у тому ж порядку, що й у тексті лекції. Для отримання першої та всіх наступних формул необхідно натиснути на клавіатурі клавішу „Space”. Очевидно, що мультимедійний проектор дозволяє забезпечити одну із основних вимог, які ставляться при читанні лекції –

наглядність та чіткість запису формул, протікання віртуальних фізичних процесів та ін.

У параграфах 3 (рис. 4) та 4 (рис. 5) вперше з теми “Реальні гази” запропоновано динамічні моделі. Так, у п.3 (рис. 1) “Ізотерми Ван дер Ваальса. Порівняння ізотерм Ван дер Ваальса із експериментальними ізотермами”, використовуючи рівняння Ван дер Ваальса, будується теоретична ізотерма для одного моля реального газу (рис. 4). Для перевірки гіпотези про неперервність переходу від газоподібного до рідкого стану речовини демонструють віртуальний експеримент для реального газу. Схема досліду представлена у нижньому правому кутку екрана. Лектор акцентує увагу студентів на тому, що під поршнем скляного циліндра міститься 1 моль реального газу  $\text{CO}_2$ . Тиск і об’єм газу при будь-якому положенні поршня реєструються за допомогою манометра М і шкали об’єму V. Прозорість циліндра дозволяє спостерігати простір, зайнятий газом.

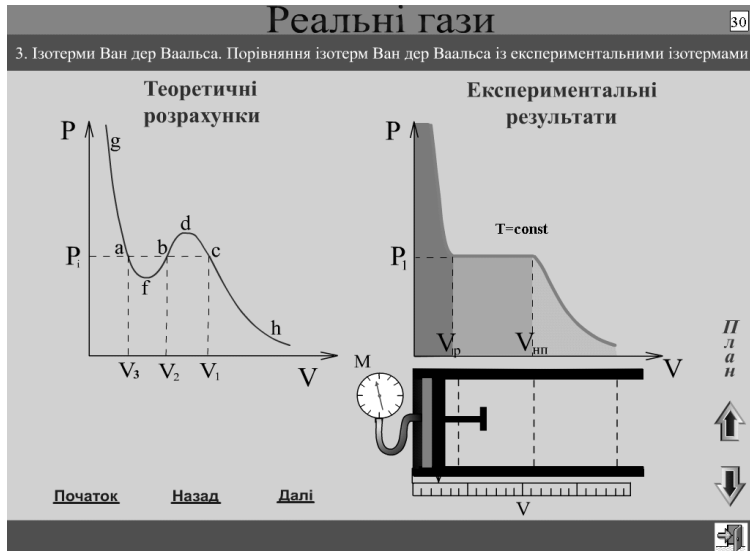


Рис. 4.

Модель є динамічною: за допомогою кнопок управління „Початок”, „Далі” та „Назад”, можна рухати поршень, що стискає газ. При цьому можливе багаторазове спостереження процесу. Паралельно із рухом поршня синхронно відбувається графічне відображення стану часу у координатній системі P-V ( $T = \text{const}$ ,  $m = \text{const}$ ). Стрілка манометра М, переміщуючись, вказує на значення тиску газу під поршнем. Наступним кроком є накладання теоретичної та експериментальної кривих і поетапний аналіз кожної ділянки у прямому і зворотному напрямі. Увесь дослід розділено на три етапи і його можна повторювати як поетапно, так і в цілому необмежену кількість разів. Натиснувши на кнопки прокрутки тексту, можна одержати повне теоретичне обґрунтування досліду з формулами та поясненнями.



Рис. 5.

На рис. 5 (у нижньому кутку) за допомогою Macromedia Flash 5 відтворено дослід Т. Ендрюса, який у 1869 році експериментально дослідив залежність тиску реального газу від молярного об’єму вуглекислого газу при ізотермічному стисканні. Модель містить кнопки управління, аналогічні до попередньої моделі. Поршень починає рухатися при натисканні на відповідні кнопки. Газ під дією поршня стискається. Тиск і об’єм газу при довільному положенні поршня також реєструється за допомогою манометра М і шкали об’єму V. Термометр фіксує температуру, за якої відбувається

ізотермічне стиснення чи розширення реального газу. Паралельно з рухом поршня відбувається динамічне графічне відображення процесу у координатній системі P-V. Дослід розділено на шість частин відповідно до температури газу, що досліджується (273, 284, 295, 304, 320, 353 °K). У таблиці зазначається номер досліду, колір кривої, що відповідає даному досліду, та температура досліджуваного газу. При проведенні аналізу отриманих експериментальних ізотерм за різних температур звертається увага, що у разі збільшення температури ділянка конденсації пари скорочується і, нарешті, при температурі 304,1 K і тиску близько 75 атм вона перетворюється в точку, що відповідає так званому критичному стану вуглекислоти, в якому зникає різниця між газом і рідиною. На екрані з'являється пунктирна крива, яка чітко розмежовує агрегатні стани вуглекислоти.

Навчальні програми із курсу загальної фізики виконані у вигляді ехе-файлу і не потребують встановлення додаткового програмного забезпечення. Розмір програми для одного лекційного заняття не перевищує 600 кілобайт. Для розміщення вище вказаних розробок на web-сторінках в Internet можна використовувати swf-варіант даних програм. У такому разі розмір файлу зменшується до ~ 240 кілобайт і може бути розміщений на web-сайті. Браузер Internet Explorer 5 містить вбудований програвач flash фільмів, тому немає потреби встановлювати ніяких додаткових програм. Для більш ранніх версій Internet Explorer вказаний програвач можна завантажити через Internet (<http://download.macromedia.com/pub/shockwave/cabs/flash/swflash.cab#version=5,0,0,0>).

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Венгер Є.Ф., Мельничук Л.Ю., Мельничук О.В., Шевчук О.Г. Механіка. Молекулярна фізика та основи термодинаміки. Лабораторний практикум. – К.: Такі справи, 2000.
2. Сумський В.І. ЕОМ при вивченні фізики. – К.: Віпол, 1997.
3. Кошарний О.І., Мельничук Л.Ю., Мельничук О.В. Використання комп'ютерного моделювання фізичних процесів на лекціях із курсу загальної фізики “Молекулярна фізика і термодинаміка // Третя Всеукраїнська конференція молодих науковців “Інформаційні технології в науці освіті і техніці” (ІТОНТ). – Тез. доп.: Черкаський державний університет імені Богдана Хмельницького (Україна), 2002.– С. 22-24.
4. Гулд Х., Тобочник Я. Компьютерное моделирование в физике. – М.: Мир, 1990.
5. Лин К. Flash 5: Web профессионалам. – К.: Издательская группа BHV, 2001.