

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ЗНАНЬ З ФІЗИКИ

В статтє рассматриваеться возможность использования компьютерного моделирования в качестве средства формирования у школьников теоретических знаний по физике.

В процесі розвитку наукових знань про природу та суспільство було відкрито багато методів і прийомів дослідницької діяльності. У філософії їх систематизують, виділяючи наступні три групи:

– методи, які застосовуються в усіх сферах діяльності для отримання як повсякденного, так і наукового знання. Це загальнологічні методи. До них можна віднести аналіз та синтез, індукцію та дедукцію, абстрагування та узагальнення тощо;

– методи дослідження, які використовуються тільки у науковому пізнанні. До таких відносяться дві основні групи: методи побудови емпіричного знання (наприклад, спостереження, вимірювання, експеримент) і методи побудови теоретичного знання (наприклад, ідеалізація та формалізація, аналогія, моделювання, мислений експеримент, гіпотеза, сходження від абстрактного до конкретного, аксіоматичний метод та ін.);

– спеціальні методи та прийоми, процедури експериментального та теоретичного характеру, які безпосередньо пов'язані із сутністю конкретного явища і застосовуються у вузькій області або в одній науці. У фізиці такими є, наприклад, калориметричний метод, рентгеноструктурний аналіз тощо [1].

У методиці фізики поширена думка про те, що методи навчання повинні відповідати методам наукового пізнання [1, 2, 3]. І це справедливо

вже тому, що навчальне пізнання має багато спільного з науковим пізнанням. У ряді випадків метод наукового пізнання є найкращим у дидактичному відношенні. Застосування наукового методу у навчанні фізиці відіграє подвійну роль: з одного боку, він є об'єктом вивчення, дозволяє ознайомити школярів з елементами фізичної науки, з іншого – виступає у якості ефективного методу повідомлення знань.

Надзвичайно важливим методом дослідження у фізиці є метод моделювання. Л.Р. Калапуша у статті [4] наголошує на можливості використання різних видів моделей у навчальному процесі з фізики задля підвищення його ефективності, причому найбільш універсальними навчальними моделями автор вважає комп'ютерні моделі.

Комп'ютерні моделі можуть бути використані у якості засобу формування теоретичних знань. При цьому в процесі викладення нового матеріалу потрібно поставити завдання, що передбачають створення комп'ютерних моделей, і які у подальшому мають бути розв'язані учнями самостійно, а також намітити шляхи їх розв'язання; сформулювати запитання, відповіді на які повинні бути отримані при виконанні завдань; вказати додаткову літературу, у якій можна відшукати допоміжні матеріали для більш успішного їх виконання [5].

Для реалізації методу комп'ютерного моделювання на заняттях доцільно використовувати групові форми організації навчальної діяльності. Підготовку до колективної роботи слід проводити у декілька етапів.

Мета першого етапу – підготовка та мотивація учнів до спільної діяльності. На цьому етапі завдання, запропоновані вчителем, мають бути однаковими для всього класу, простими та спиратися на базовий рівень знань. Вчитель готує учнів до спільної діяльності, відповідним чином мотивуючи їх на спільну роботу, й пояснює основні правила спілкування у групі. Учні, виконуючи завдання, починають ділове зацікавлене спілкування між собою, захоплюються цією роботою.

Метою другого етапу є пробне включення у процес уроку спільної

роботи у групах при розв'язуванні варіативних завдань. Завдання, зазвичай однакові для всього класу, мають певні рекомендації (обговоріть у своїй парі...спільно сформулюйте...перевірте один одного...). Вчитель організує парну форму роботи, виконуючи функції консультанта, відпрацьовує з учнями навички спільної діяльності. Школярі вчаться планувати роботу у мікрогрупі.

Мета третього етапу – закріплення навичок спільної діяльності при виконанні більш складних варіативних завдань, готовність до роботи у групі. Вчитель формує групи, призначає консультантів та контролює їхню роботу, допомагає розподілити обов'язки всередині групи. Школярі вчаться працювати під керівництвом консультанта, виконуючи завдання, отримують навички усного викладення один одному невеликих блоків вивченого матеріалу [6].

Для створення та дослідження (за допомогою ППЗ GRAN1) нескладної комп'ютерної моделі, яку ми пропонуємо у якості прикладу, достатньо одного уроку.

Теоретичні відомості. У результаті численних зіткнень молекул газу між собою та зі стінками у посудині, що містить велику кількість молекул, встановлюється деякий статистичний розподіл молекул за швидкостями. Вид цього розподілу був встановлений Максвеллом. Вираз

$$f(v) = \frac{dN(v)}{Ndv} = 4\pi v^2 \left(\frac{M}{2\pi RT} \right)^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{Mv^2}{2RT}}$$

що визначає відносне число молекул $dN(v)/N$, швидкості яких лежать в інтервалі від v до $v + dv$, є його математичною моделлю.

Завдання для створення моделі: побудувати графік функції розподілу Максвелла для кисню ($M = 0,032$ кг/моль) при $T = 300$ К.

Для цього у вікні «Список об'єктів» виберіть тип залежності «Явна». У меню «Об'єкт» оберіть послугу «Створити». З'явиться вікно «Введення функції». Введіть з клавіатури вираз, що відповідає залежності $f(v)$:

$$Y(X) = 4 \cdot \pi \cdot X \cdot X \cdot ((0.032/2/\pi/8.31/300)^{0.5}) \cdot \exp(-0.032 \cdot X \cdot X/2/8.31/300).$$

Задайте відрізок визначення: $A = 0$; $B = 2000$. Звернувшись до послуги «Графік» / «Побудувати», можна отримати на екрані графік функції (рис. 1).

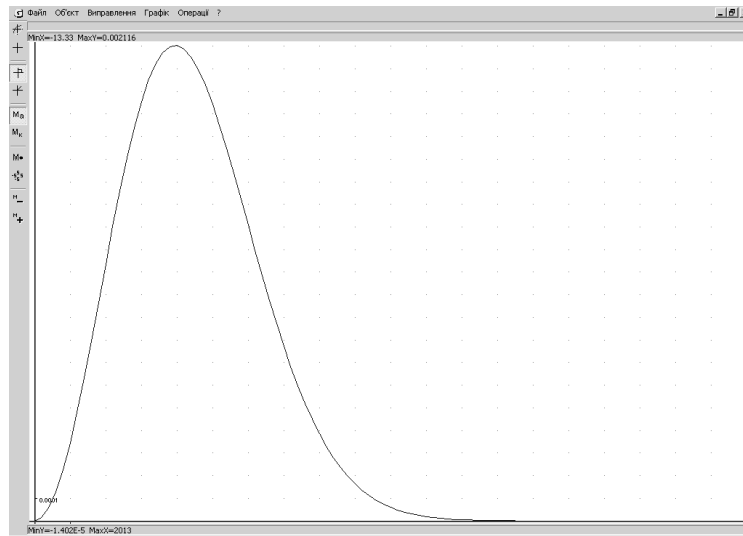


Рис. 1

Завдання для дослідження моделі.

1) Яких значень набуває функція при $v \rightarrow 0$ та $v \rightarrow \infty$? Чому?

Очікувана відповідь: при $v \rightarrow \infty$ $f(v) \rightarrow 0$. Це означає, що ймовірність одержання дуже великої швидкості мізерна. Так само мізерна ймовірність повної зупинки молекули, тому при $v \rightarrow 0$ $f(v) \rightarrow 0$.

2) Яку швидкість має найбільша частина молекул? Яка частина молекул від загальної кількості має таку швидкість?

Для з'ясування цього підведіть курсор миші до точки, яка відповідає максимуму графіка, та визначте її координати (X та Y у верхній частині вікна «Графік»).

Очікувана відповідь: швидкість, яку має найбільша частина молекул газу, називається найбільш імовірною швидкістю: $v_{\text{ім}} = \sqrt{\frac{2RT}{M}}$. Значенню цієї швидкості відповідає координата X максимуму кривої. Для заданих умов

$$v_{\text{ім}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 8,31 \cdot 300}{0,032}} = 394,7 \text{ м/с}, \quad X = 394,7 \text{ (рис. 2).}$$

Частину молекул, які рухаються зі швидкостями, що лежать в одиничному інтервалі навколо $v_{\text{ім}}$,

можна визначити за координатою Y точки, що відповідає максимуму графіка.
У нашому випадку $Y = 0,0021$, тобто $f(v) = 0,21\%$.

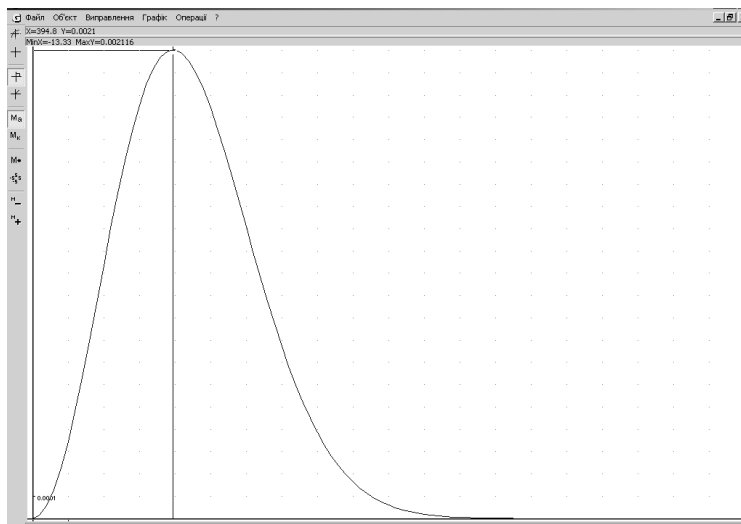


Рис. 2

3) Дослідіть, як змінюється графік функції зі збільшенням температури. Для цього побудуйте у тому самому вікні ще два графіки, що відповідають температурам 500 К та 700 К. Як пояснити таку зміну графіку?

Очікувана відповідь: із підвищенням температури найбільш імовірна швидкість молекул зростає, і максимум кривої переміщується праворуч. Крива розтягується і знижується (рис. 3).

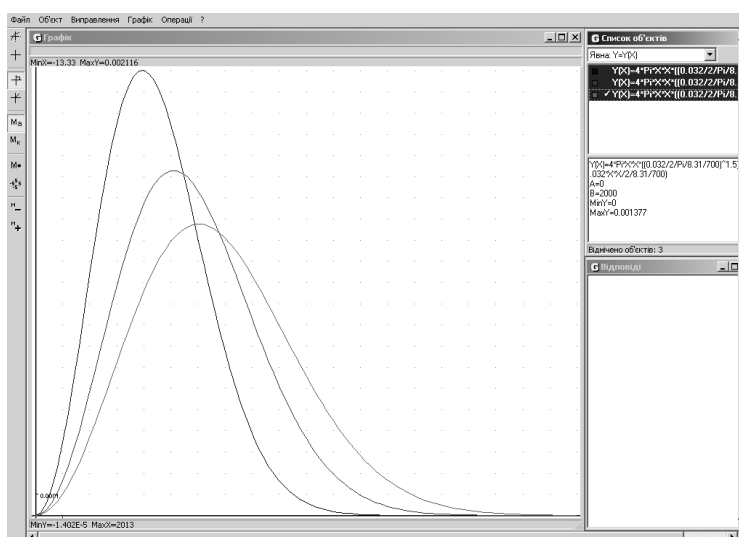


Рис. 3

4) Дослідіть, як і чому змінюється графік функції зі зменшенням маси молекули. Для цього побудуйте у тому самому вікні ще два графіки для азоту

та водню, залишаючи температуру незмінною.

Очікувана відповідь: зі зменшенням маси молекули газу (а відповідно і його молярної маси), найбільш імовірна швидкість молекул зростає, і максимум кривої переміщується праворуч. При цьому крива розтягується і знижується (рис. 4).

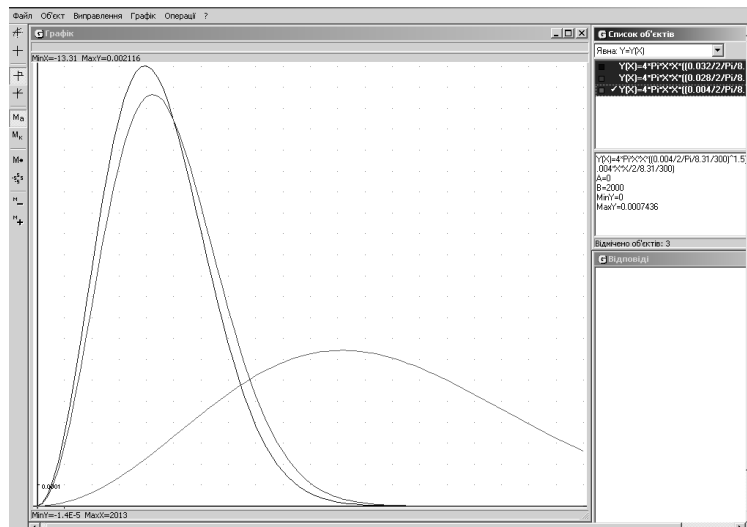


Рис. 4

5) Обчисліть площу під графіком. У меню «Операції» оберіть «Інтеграл» / «Інтеграл...». З'явиться вікно «Введення проміжку інтегрування». Введіть $A = 0$; $B = 2000$ та натисніть кнопку «ОК» або клавішу «Enter» на клавіатурі. У вікні «Відповіді» з'явиться значення інтегралу. Повторіть ці дії для кожного графіку. Спостерігайте за значеннями площі.

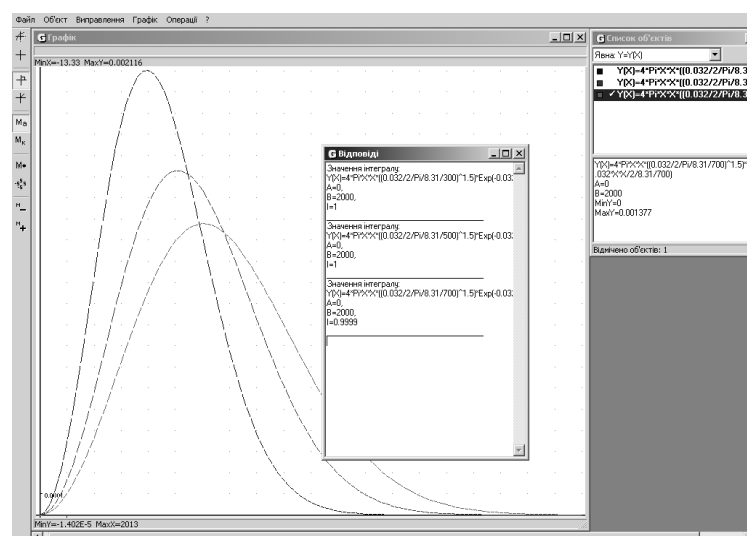


Рис. 5

Очікувана відповідь: площа під графіком залежності $f(v)$ незмінна і дорівнює одиниці (див. рис. 5). Так можна пояснити зміни форми графіку, які спостерігалися раніше.

Розглядаючи тему, насамкінець слід пояснити дослід Штерна з вимірювання швидкостей молекул. Математичне описання розподілу дозволяє отримати висновки, які перевіряються за допомогою досліду. Узгодження висновків, отриманих на основі уявлень про внутрішній механізм явища, з дослідом підтверджує справедливість вихідної модельної гіпотези.

Слід прагнути до того, щоб робота учнів з комп'ютером проводилася активно. На відміну від демонстраційних програм, які дозволяють тільки проілюструвати фізичні явища, створення та дослідження моделі дозволяє учню брати безпосередню участь у її роботі, керуючи протіканням виучуваного процесу, спостерігаючи за результатами та даючи відповіді на запитання. Чим вищий рівень взаємодії з моделлю, тим більше варіантів можна прослідкувати при моделюванні, тим вона цікавіша та ефективніша, оскільки глибше виявляє закономірності виучуваного явища, призводить до кращого засвоєння матеріалу. Найбільший інтерес представляють ті моделі, які можна використовувати різним чином протягом усього періоду вивчення теми, а також ті, які відкривають вчителю простір для індивідуальної творчості, дають можливість краще застосовувати методичні прийоми подачі матеріалу.

Література

1. Голин Г.М. Вопросы методологии физики в курсе средней школы: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1987. – 127 с.
2. Мощанский В.Н. Формирование мировоззрения учащихся при изучении физики. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 1989. – 192 с.

3. Шодиев Д. Мысленный эксперимент в преподавании физики: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1987. – 95 с.
4. Калапуша Л.Р. Моделі в науці та в навчальному процесі з фізики. Частина II // Фізика та астрономія в школі. – 2007. – № 3. – С. 13-17
5. Лапчик М.П. Методика преподавания информатики: Учеб. Пособие для студ. пед. вузов / М.П. Лапчик, И.Г. Семакин, Е.К. Хеннер; Под общей ред. М.П. Лапчика. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 624 с.
6. Рогозина В. Педагогические условия развития творческих способностей школьников на уроке // Воспитание школьников. – 2007. – № 4. – С. 28-30
7. Савельев И.В. Курс общей физики, том 1. Механика, колебания и волны, молекулярная физика. – М.: Издательство «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 1973. – 512 с.