

С. І. Олефіренко

Науковий ліцей № 3 Полтавської міської ради

м. Полтава

siolefirenko@gmail.com

Н. Є. Яловець

Науковий ліцей № 3 Полтавської міської ради

м. Полтава

nazarjaloveth@gmail.com

МОДЕЛЮВАННЯ РУХУ ТІЛА ПІД ДІЄЮ СИЛИ ТЯЖІННЯ ЗАСОБАМИ MS EXCEL

Вивчення руху тіла, що падає з висоти, має фундаментальне значення для людства, оскільки є одним із найпростіших видів руху, який можна спостерігати і вивчати для фундаментального розуміння основних законів фізики: законів Ньютона і закону всесвітнього тяжіння. Саме вони є основою для дослідження багатьох інших фізичних явищ, що стали підґрунтям для розвитку науки і техніки: балістики (розрахунок траєкторії снарядів, ракет і руху інших об'єктів); авіації і космонавтики (для проектування літаків, космічних кораблів і супутників); інженерії (для розрахунку міцності конструкцій, проектування мостів, будівель, інших споруд); метеорології (вивчення руху повітряних мас і прогнозування погоди); вивчення Всесвіту (закони гравітації, що описують рух падаючих тіл, є ключовими для розуміння руху планет, зірок і галактик); повсякденного життя (оцінка часу падіння предмета, розрахунок траєкторії кинутого м'яча і т.д.).

Розглянемо рух тіла, що падає із висоти, без урахування опору повітря. Це класична задача кінематики, над якою працював ще Арістотель (4 століття до н.е.). Слід зауважити, що його уявлення були неправильними з точки зору сучасної фізики, оскільки він вважав, що швидкість падіння тіла пропорційна його масі. Це було домінуючою теорією протягом багатьох століть [1].

Ідея Арістотеля спиралася на філософські міркування, що мали своїм підґрунтям експериментальний метод, він не просто спостерігав за падінням тіл, а ретельно планував експерименти з похилою площиною, щоб перевірити свої гіпотези про рух тіл під дією сили тяжіння.

Наступні значні результати по дослідженню руху тіла було представлені у працях Галілео Галілея (кінець 16 - початок 17 століття). Він експериментально довів, що всі тіла падають з однаковим прискоренням (без урахування опору повітря). Саме йому належать перші математичні формули для опису рівноприскореного руху і руху тіла, що падає вертикально. Оскільки виміряти час падіння тіл з великої висоти було складно за часів Галілея, він використовував похилу площину, щоб «сповільнити» падіння і зробити вимірювання більш точними. Ймовірно саме він є автором формули

$$S = \frac{gt^2}{2},$$

де S – пройдений шлях, g – прискорення вільного падіння, t – час руху тіла [1].

Вивчення руху тіл продовжив Ісаак Ньютон (кінець 17 - початок 18 століття). Він узагальнив закони руху, сформулювавши закон всесвітнього тяжіння, що дозволило вивести більш загальні рівняння руху, враховуючи різні сили, які діють на рухоме тіло. Рівняння руху тіла під дією сили тяжіння у «ньютонівській механіці» має вигляд

$$F = m \cdot a = m \cdot g,$$

де F – сила, m – маса, a – прискорення.

Експеримент, подібний до описаного у підручниках з історії фізики, полягає у спостереженні за переміщенням тіла, протягом проміжку часу, яке падає з певної висоти (2 м). Мета його проведення: побудувати за результатами експерименту графік, що описує траєкторію руху тіла, що падає з висоти без урахування сили тяжіння, співставити одержані результати з відомими у фізиці аналітичними залежностями.

Визначення числових значень переміщення і часу здійснювали за допомогою відео фіксації. У таблиці (табл. 1) оформлено результати вимірювань для побудови рівняння координати тіла, що вільно падає відносно осі OY . Табличний процесор MS Excel застосували для спрощення процесу обчислень [2, 3].

Таблиця 1

Дані результату експерименту дослідження руху тіла, що падає вертикально вниз під дією сили тяжіння та графік траєкторії руху тіла



Знайдена модель є якісною, оскільки відносна похибка вимірювань становить майже 4 %. Побудована засобами MS Excel математична модель цілком відповідає рівнянню переміщення тіла, що змінюється нелінійно з часом і має квадратичну залежність від часу

$$S = S_0 + g_0 t - \frac{gt^2}{2} \text{ (рух вгору)}, \quad S = S_0 + g_0 t + \frac{gt^2}{2} \text{ (рух вниз)}.$$

Література

- Аксельруд В. В. Нариси з історії фізики. Харків : Основа, 2019. 112 с.
- Оброблення табличних даних. URL: http://kivra.kpi.ua/wp-content/uploads/file/discipline/AOTI/AOTI_2_1.pdf (дата звернення 01.11.2024)
- Осовська Г. Ф. – Формули для розрахунку ліній тренда. URL: <https://westudents.com.ua/glavy/47359-formuli-dlya-rozrahunku-liny-trenda.html> (дата звернення 01.11.2024)

Анотація. Олефіренко С. І., Яловець Н. Є. Моделювання руху тіла під дією сили тяжіння засобами Ms Excel. За результатами експерименту побудовано графік траєкторії руху тіла, що вільно падає, співставлено одержані результати з відомими у фізиці аналітичними залежностями.

Ключові слова: експеримент, математична модель, прискорення вільного падіння, пройдений шлях, рівняння руху, час руху тіла.

Summary. Olefirenko S. I., Yaloveth N. Eu. Modeling body movement under the influence of gravity using Ms Excel. Based on the results of the experiment, a graph of the trajectory of the free-falling body was plotted, and the obtained results were compared with analytical dependencies known in physics.

Key words: experiment, mathematical model, acceleration of free fall, distance traveled, equation of motion, time of body movement.