



Metody matematyczne w fizyce – analiza niepewności pomiarowych

Monika Tota

IV Liceum Ogólnokształcące w Zespole Szkół nr 1 w Tychach

Podstawową metodą badawczą w fizyce jest eksperyment. Eksperyment wiąże się z pomiarami, które zawsze obarczone są niepewnością pomiarową nazywaną też błędem pomiaru. Ocena niepewności pomiarowych ma duże znaczenie, ponieważ na podstawie wyników pomiarów fizycznych formułowane są związki przyczynowo – skutkowe oraz prawa przyrody.

I. Rodzaje niepewności pomiarowych

Niepewności pomiarowe można podzielić na błędy systematyczne i przypadkowe. Źródłem błędów systematycznych jest niedokładność przyrządów pomiarowych oraz warunki w jakich przeprowadza się eksperyment. Takie błędy nie podlegają matematycznej analizie. Trzeba je minimalizować przez staranny dobór aparatury pomiarowej i wybór odpowiednich metod pomiaru. Z kolei błędy przypadkowe, powodujące rozrzut kolejnych pomiarów wokół rzeczywistej wartości mierzonej wielkości fizycznej, podlegają pewnej prawidłowości, którą można opisać matematycznie przy pomocy normalnego rozkładu błędów statystycznych (krzywa Gaussa). Tę metodę stosuje się do oceny niepewności pojedynczych pomiarów. Jeśli zbiór pewnej liczby pomiarów nazwiemy rozkładem, to krzywa Gaussa będzie funkcją $f(x)$ równą prawdopodobieństwu tego, że pojedyncza losowo wybrana z rozkładu wartość będzie zawarta w przedziale od x do $x + dx$.

II. Analiza błędów przypadkowych

W oparciu o krzywą Gaussa można określić wskaźniki dokładności dla pojedynczych pomiarów, takie jak: odchylenie standardowe, czyli błąd średni kwadratowy oraz błąd prawdopodobny i błąd przeciętny.

III. Błędy pomiarów złożonych

Gdy wyznacza się wielkość fizyczną, która jest funkcją jednej lub kilku zmiennych, wówczas stosuje się do analizy błędów metodę różniczki zupełnej lub metodę pochodnej logarytmicznej.

1. Metoda różniczki zupełnej stosowana jest dla dowolnej funkcji jednej lub wielu zmiennych:

$$A = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n).$$

2. Metoda pochodnej logarytmicznej stosowana jest wtedy, gdy wyznaczana wielkość fizyczna jest iloczynem dowolnych potęg mierzonych wielkości: $A = C x_1^a x_2^b x_3^c$.

IV. Przykład analizy niepewności pomiarowej podczas wyznaczania przyspieszenia grawitacyjnego z pomiarów długości i okresu drgań wahadła matematycznego.

[1] T. Dryński, *Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki*, PWN, Warszawa 1978.

[2] G. L. Squires, *Praktyczna fizyka*, PWN, Warszawa 1992.

[3] H. Szydłowski, *Pracownia fizyczna*, PWN, Warszawa 1973.

[4] http://www.eti.pg.gda.pl/katedry/kmoe/dydaktyka/Metrologia/analiza_bledow.pdf