Fizyka

Michał Nycz

r.a. 2024/2025

Spis treści

1 Wprowadzenie

1.1 Wielkości fizyczne

Zakres badań fizyki obejmuje wiele przeróżnych obiektów materialnych (ciał, materiałów) i zjawisk (zdarzeń, procesów) występujących w przyrodzie. W badaniach podaje się zwykle ich obserwowane cechy, zwane **wielkościami fizycznymi** — jest to pojęcie podstawowe w fizyce.

Przykłady:

- masa ciała,
- długość,
- czas,
- temperatura,
- objętość,
- prędkość ruchu ciała,
- siła,
- natężenie prądu w przewodniku.

Wyróżniamy badania doświadczalne (eksperyment) i teoretyczne. Wielkości w eksperymencie przedstawiamy przy pomocy **wartości liczbowych** — cechy przedmiotu muszą być **mierzalne**. Związki pomiędzy wielkościami (prawidłowości, prawa fizyki) przedstawiamy przy pomocy **wzorów matematycznych**. **Opis matematyczny** oparty o liczby i wzory pozwala na głębsze zrozumienie eksperymentu i formułowanie teorii fizycznych. Przewidywania teorii są weryfikowane przez eksperyment. Teoria naukowa musi być falsyfikowalna w sensie popperowskim.

1.2 Jednostki fizyczne

W celu określenia różnic między wartościami danej wielkości musimy wartości te przedstawiać w określonych jednostkach. Jednostkowa wielkość - **jednostka miary** - pozwala otrzymać wartości znormalizowane, które można ze sobą porównywać. Jednostka posiada unikalną nazwę i stanowi podstawę miary danej wielkości, np. jednostką długości jest metr, a jej miarą — 10 m. **Prostą wielkość** w eksperymencie porównujemy z wzorcem odnoszącym się do jednej podstawowej jednostki fizycznej. Wzorce wielkości podstawowych są dostępne i niezmienne. Miarę **wielkości złożonej** określa jednostka pochodna na podstawie wzoru matematycznego. Wymiar pochodnych wielkości fizycznych przedstawiony jest przy pomocy iloczynu potęg kilku wybranych jednostek podstawowych. Obecnie w fizyce przyjmuje się siedem jednostek podstawowych .Wprowadza się również dwie jednostki uzupełniające dot. kąta płaskiego (np. radian) i bryłowego (np. steradian).

1.3 Pomiar fizyczny

W eksperymencie fizycznym źródłem informacji jakościowych jest obserwacja, a ilościowych — pomiar. **Pomiar fizyczny** prowadzi do wyznaczenia w danym układzie jednostek wartości liczbowej $\{A\}$ określonej wielkości fizycznej A przy ustalonej jednostce miary $[A]$. Wielkość fizyczna określona jest przez sposób pomiaru lub przez sposób obliczania jej na podstawie innych pomiarów. Na przykład droga i czas mogą być zdefiniowane przez określenie metod ich pomiaru, takich jak użycie miarki lub stopera, natomiast prędkość średnia może zostać zdefiniowana jako iloraz drogi i czasu. Do pomiarów stosujemy

przyrządy bezpośrednie lub pośrednie. Przyrządy nie są idealne, mają określoną dokładność. Na **dokładność pomiarową** mają wpływ nieuniknione niepewności pomiarowe oraz usuwalne błędy grube (pomyłki). **Niepewność pomiarową** można ograniczać stosując zarówno doskonalszą aparaturę pomiarową, jak i poprzez optymalizację metody pomiarowej.

1.4 Analiza wyników

- **Dokładność** – dotyczy urządzenia pomiarowego, mówi o jego precyzji,
- **Błąd** – to różnica między wartością rzeczywistą i wartością zmierzoną,
- **Niepewność** – to statystyczne oszacowanie błędu

  Ocena niepewności typu A (przypadkowej) metody wykorzystujące statystyczną analizę serii pomiarów (obliczanie średnich, regresji itd.)

  Ocena niepewności typu B (systematycznej) metody wykorzystujące wszystkie informacje o pomiarze oraz źródłach jego niepewności (dokładność przyrządów pomiarowych)

1.4.1 Analiza wyników metodą typu B

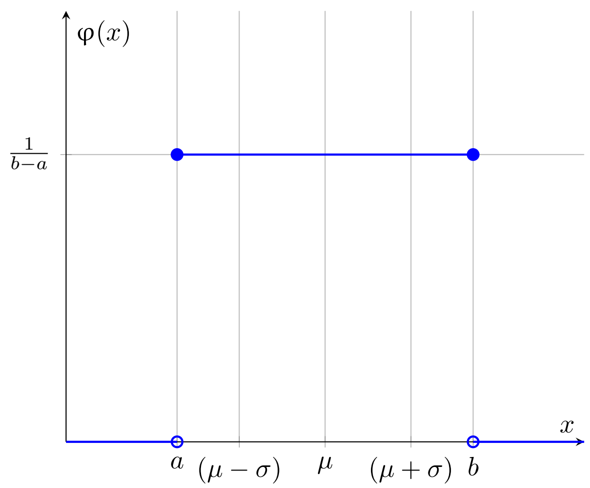
Δx – Dokładność przyrządu (maksymalny błąd pomiaru),
x – wartość zmierzona,
μ – wartość rzeczywista,
$\sigma^2 = \frac{(b-a)^2}{12}$ – wariancja,
$u(x) = \sigma = \frac{\Delta x}{\sqrt{3}}$ – niepewność standardowa

Niepewność standardowa obliczana metodą B jest równa odchyleniu standardowemu.

Funkcja rozkładu gęstości prawdopodobieństwa dla rozkładu jednostajnego:

$$\varphi(x) = \begin{cases} \frac{1}{2\sigma\sqrt{3}} & x \in [a, b] \\ 0 & x \notin [a, b] \end{cases}$$

$$a = \mu - \Delta x$$
$$b = \mu + \Delta x$$



Wyniki innych pomiarów długości tego samego przedmiotu tym samym przyrządem w 100% będą się mieścić w przedziale $[a, b]$, a w 58% będą się mieścić w przedziale $(\mu - \sigma, \mu + \sigma)$.

Dowód: Dla przyrządu z podziałką dokładność przyrządu określa najmniejsza podziałka. Przyjmując, że korzystamy ze zwykłej linijki dokładność przyrządu wynosi $\Delta x = 0.1cm$. Powierzchnia pod wykresem funkcji określa prawdopodobieństwo, że zmienna losowa przyjmie wartość w określonym przedziale co można policzyć za pomocą całki. Dlatego całka oznaczona ww. funkcji w przedziale maksymalnego błędu $[a, b]$ wynosi 1:

$$a = \mu - \Delta x \qquad b = \mu + \Delta x$$

$$\sigma\sqrt{3} = \frac{\Delta x}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{3} = \Delta x$$

$$\int \frac{1}{2\sigma\sqrt{3}} dx = \frac{x}{2\sigma\sqrt{3}} + c$$

$$\int_a^b \frac{1}{2\sigma\sqrt{3}} dx = \frac{\mu + \Delta x}{2\sigma\sqrt{3}} - \frac{\mu - \Delta}{2\sigma\sqrt{3}} = \frac{\mu + \Delta x - \mu + \Delta x}{2\sigma\sqrt{3}} = \frac{2\Delta x}{2\Delta x} = 1 = 100\%$$

Tym samym sposobem można wyliczyć prawdopodobieństwo dla przedziału niepewności standardowej:

$$\int_{\mu-\sigma}^{\mu+\sigma} \frac{1}{2\sigma\sqrt{3}} dx = \frac{\mu + \sigma}{2\sigma\sqrt{3}} - \frac{\mu - \sigma}{2\sigma\sqrt{3}} = \frac{\mu + \sigma - \mu + \sigma}{2\sigma\sqrt{3}} = \frac{2\sigma}{2\sigma\sqrt{3}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \approx 0.58 = 58\%$$