

## Uwagi o zapisie wielkości fizycznych i pewnych nieprawidłowościach w tym zakresie

Tadeusz Molenda

Instytut Fizyki, Uniwersytet Szczeciński

Przeglądając prace uczniów, studentów, a nawet w podręcznikach nadal spotykamy wiele dowolności w zapisie wielkości fizycznych (ściślej – wartości wielkości fizycznej). Przykładowo dla zapisu  $s = 5 \text{ m}$  możemy spotkać bardzo wiele kombinacji, jak

- 1) brak odstępu (spacji) między znakami, np.  $s = 5\text{m}$ ,  $s= 5\text{m}$ ,  $s=5 \text{ m}$  itp.
- 2) symbol wielkości fizycznej zapisany czcionką prostą, a jednostka czy liczba zapisana czcionką pochyłą, np.  $s = 5 \text{ m}$ ,  $s = 5 \text{ m}$ ,  $s = 5 \text{ m}$  itp.
- 3) symbol jednostki fizycznej zapisany w nawiasie, np.  $s = 5 \text{ [m]}$ .

Spotyka też się zapis postaci  $s = 5 = 5 \text{ m}$ , w którym w części pominięto jednostkę. Taki sposób jest praktykowany przez niektórych nauczycieli, gdy dokonuje się przekształceń na wartościach liczbowych a na końcu dopisuje się jednostkę. Takie zapisy można spotkać w starszych książkach, niemniej pojawiają się również w nowo wydanych, a często w pracach uczniów, co wynika z praktyki szkolnej.

Reguły dotyczące zapisu wielkości fizycznych wynikają wprost z definicji, jej zapisu oraz zastosowania w sytuacjach wątpliwych zasady brzytwy Ockhama, natomiast opisują wytyczne Międzynarodowego Biura Miar i Wag (BIPM) [1], a w Polsce – rozporządzenia w sprawie legalnych jednostek [2].

Niech  $A$  oznacza symbol wielkości fizycznej, którą piszemy *kursywą*. Wartość wielkości fizycznej  $A$  zapisujemy jako iloczyn liczby  $\{A\}$  i jednostki  $[A]$ :

$$A = \{A\} [A], \quad (1)$$

przy czym

$\{A\}$  – wartość liczbową wielkości fizycznej  $A$ , w druku czcionka prosta;

$[A]$  – jednostka miary wielkości fizycznej  $A$ , w druku jako czcionka prosta, zazwyczaj szeryfowa np. typu Times New Roman;

między  $\{A\}$  i  $[A]$  nie stawiamy symbolu iloczynu – kropki, stosujemy odstęp – półpauzę (odstęp na jedną spację) za wyjątkiem oznaczeń miar kąta płaskiego: stopnia –  $^\circ$ , minuty –  $'$  i sekundy –  $''$  zgodnie z zaleceniem BIPM [1] i Rozporządzeniami [2].

Z (1) bezpośrednio wynika kształt zapisu i sposób postępowania.

Przykład. Niech wartość przebytej drogi  $s$  wynosi 5 metrów. W zapisie mamy  $s = 5 \text{ m}$ .

Oznacza to, że:

1. Wartość liczbową przebytej drogi  $s$ , w przyjętym układzie jednostek SI, wynosi 5, co zapisujemy:  $\{s\} = 5$ .

2. Jednostką przebytej drogi  $s$ , w przyjętym układzie jednostek SI, wynosi  $m$ , co zapisujemy:  $[s] = m$ .

Powyższe oznacza nie tylko sposób zapisu, ale i postępowania.

Oznaczenia  $\{ \}$  i  $[ ]$  są operacjami. Stosowanie ich do innych celów daje kolizję oznaczeń i może być źródłem nieporozumień. Oznaczenie  $[m]$  w zapisie powinno być jednoznacznie odczytane jako operacja brania jednostki z wielkości „ $m$ ” znajdującej się w nawiasie kwadratowym co w wyniku daje  $kg$ . Jednak w praktyce taki zapis czasami stosuje się do oznaczenia jednostki pisząc  $s = 5 [m]$ , co nie powinno mieć miejsca.

Zgodnie z przyjętymi konwencjami międzynarodowymi i normami, można przytoczyć następujące obowiązujące reguły, które autor opracował dla potrzeb zapisu zadań w Olimpiadzie Fizycznej [8, 9]:

1. Symbole wielkości fizycznych skalarnych piszemy kursywą.
2. Symbole wielkości fizycznych wektorowych piszemy:
  - zwykłymi literami z jedną strzałką nad literą (w niektórych podręcznikach jest zapis kursywą);
  - lub literami pochyłymi pogrubionymi (bez strzałki).

**Czcionka indeksów – prosta czy pochyłona**, reguła taka sama jakbyśmy indeks traktowali jako samodzielny znak tj.

- czcionka pochyłona, jeśli jest to symbol wielkości fizycznej albo wskaźnik bieżący np.:  $C_p$  ( $p$  – ciśnienie),  $R_{ij}$  ( $i, j$  – wskaźniki bieżące)  $a_x$  ( $x$  – współrzędna)
  - czcionka prosta dla cyfry, nazwy, skrótu nazwy, np.:  $E_k$  ( $k$  – kinetyczna),  $\epsilon_r$  ( $r$  – względne).
3. Oznaczenia jednostek drukuje się taką czcionką, jak cały tekst, natomiast oznaczenia wielkości fizycznych i wszelkich ich wskaźników, powinny być drukowane czcionką szeryfową.
  4. Wartości liczbowe wielkości fizycznych piszemy czcionką prostą, np.  $5 m$ ,  $1200 W$  itd.
  5. Symbole jednostek miar piszemy drukiem prostym i literami małymi za wyjątkiem, gdy pochodzą od nazwisk, np.  $A$  (amper).
    - Samą nazwę jednostki zapisujemy zawsze małą literą, np. niuton ( $N$ ), metr ( $m$ ).
    - Symbol jednostki nie jest skrótem, lecz wielkością matematyczną. Operacjami matematycznymi nie można działać na nazwy jednostek. Można zapisać np. metr na sekundę, ale nie metr/sekunda.
  6. Wartość liczbowo i symbol jednostki wielkości fizycznej muszą być oddzielone przerwą jednostkową, np.  $23 cm$ , a nie  $23cm$  czy  $23 cm$  (dwie spacje). Również dla symboli  $^{\circ}C$ ,  $\%$  (procent nie jest wielkością fizyczną tylko znakiem dzielenia przez sto) – piszemy  $10 \%$ , a nie  $10\%$ ,  $23^{\circ}C$ , a nie  $23^{\circ}C$  (spacja po wartości liczbowej, do 2006 r. bez spacji [1]).

7. Symbole pierwiastków chemicznych, związków chemicznych, nuklidów, cząstek piszemy czcionką prostą, np.: He, Cu, nukleon – N, proton – p, cząstka alfa –  $\alpha$ ; foton, promieniowanie gamma –  $\gamma$  itd.
8. Symbol punktu – piszemy dużą literą, czcionką pochyłą, np. *A*, *B*.
9. Liczby, wartości liczbowe wielkości fizycznych, symbole stałych matematycznych piszemy czcionką prostą, np.  $\pi$ , *e*.
10. Oznaczenia symboli nazw funkcji matematycznych – piszemy czcionką prostą, np.  $\sin x$ ,  $\cos x$ ,  $\tan x$ ,  $\log x$ ,  $\ln x$  itd., stosujemy przed „*x*” półspację, np. rozstrzelenie czcionki o 1,5 pt. Symbol pochodnej „ $d/dx$ ”, *d* – czcionka prosta, np.:  $\frac{dx}{dt}$ .

Symbole funkcji  $y(x)$ ,  $f(x)$  – piszemy czcionką pochyłą, nawiasy – czcionką prostą.

Przy zapisie komputerowym należy zwrócić uwagę:

- aby stosować między wartością liczbową a jednostką spację nierozdzielającą w tych przypadkach, gdy odstęp między nimi jest większy niż na jedną spację. Pojawia się to często w tekstach ze względu na justowanie (rozciągnięcie tekstu do marginesów).
- aby symbol prędkości „*v*” nie wyglądał jak „*v*”, czyli jak symbol częstotliwości. Mianowicie dobrą czcionką dla „*v*” jest Georgia (stosowana jest też czcionka Book Antiqua – *v*, jednak jest mniej „wyraźna” od „*v*” dla czcionki z zestawu Georgia).

11. Znaki matematyczne – stosujemy odstęp przed i po znaku, np.:

dla znaków „+”, „–”, „=” spację jednostkową

$$a - b, \quad a + b, \quad a = b;$$

12. Opis osi współrzędnych (zebrane propozycje):

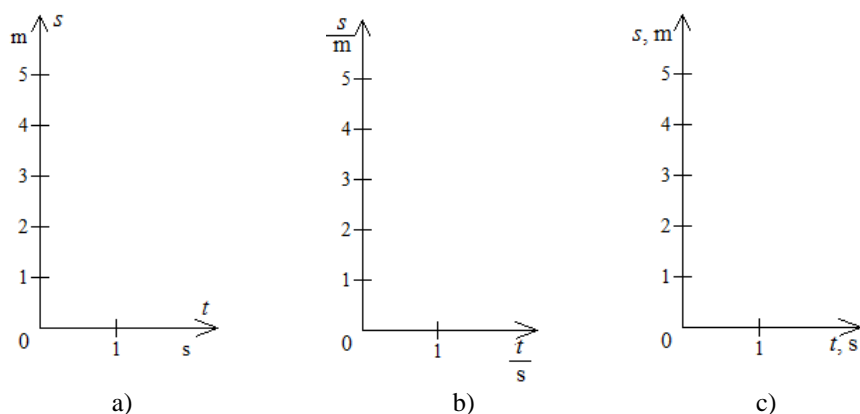
- a) z lewej strony osi rzędnych (obok strzałki) i pod osią odciętych piszemy: symbol wielkości (kursywa), przecinek, spacja, symbol jednostki, np. *s*, *m* – rys. 1c;

lub bardziej przejrzysta

- b) z lewej strony osi rzędnych (obok strzałki) i pod osią odciętych (pod strzałką) piszemy: symbol jednostki (czcionką prostą); natomiast symbol wielkości fizycznej (kursywa) z prawej strony osi rzędnych (obok strzałki) i nad osią odciętych (nad strzałką) – rys. 1a.

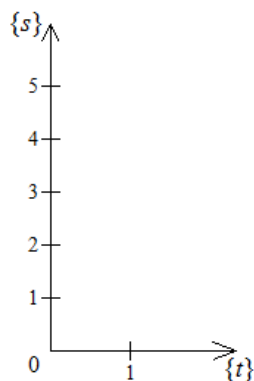
W tym oznaczeniu mamy nad i po wartościach liczbowych symbol jednostki, a obok i nad, oddzielone końcem osi (gdzie strzałka), symbole wielkości fizycznych (rys. 1a).

- c) w postaci ilorazowej:  $A/[A]$  (rys. 1b) według zaleceń BIPM [1].



Rys. 1. Sposoby oznaczania jednostek i symboli wielkości fizycznych przy osiach układów współrzędnych

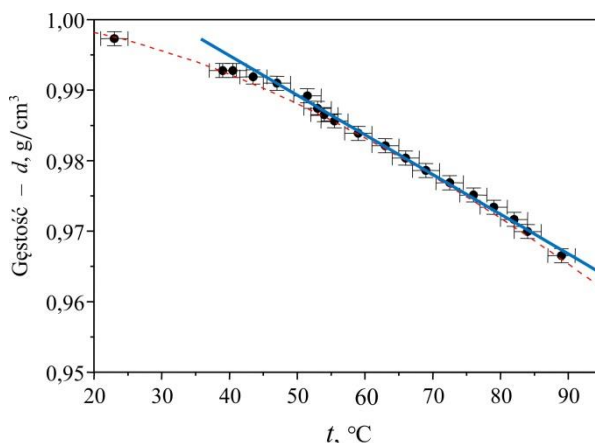
Przykład na rys. 1: a) oznaczenia symboli jednostek na przedłużeniu wartości liczbowych, symbole wielkości po wewnętrznej stronie układu współrzędnych – wydają się bardzo dogodnymi do stosowania tablicowego i dawno temu zastosowane w opracowaniu zadań z olimpiad fizycznych, np. [12]; b) sposób według zalecenia BIPM [1], stosowany też od dawna np. w podręcznikach w Niemczech. Aby uniknąć komplikacji z zapisem dla ułamka – kreski ułamkowej, wygodniej jest użyć ukośnika; c) zamiast zapisu jednostek w nawiasach, zgodne z podaniem wielkości fizycznej: symbol –  $A$ ,  $[A]$  – jednostka, np.  $s$ ,  $m$ .



Rys. 2. Sposób oznaczania osi za pomocą symbolu wartości liczbowej wielkości fizycznej. Jednostka wielkości fizycznej, której brak, na ogół jest znana, można ją podać pod opisem rys., przykład rys. 4

Jakie natomiast należałoby przyjąć rozwiązanie, w szczególności, gdy na osiach nie ma strzałki, a opis „osi” jest pośrodku? Wydaje się, że postępując zgodnie z definiowaniem wielkości fizycznej, dla której podajemy symbol

oznaczenia i jednostkę w takiej właśnie kolejności, należałoby się skłaniać do oznaczania jak na rys. 1c. Jako ilustrację dla tego przypadku, niech posłuży rys. 3, który został zaczerpnięty z rozwiązania zadania z Olimpiady Fizycznej. W tym przypadku, przy „osi” odciętych – dodatkowo podano nazwę wielkości fizycznej oraz zastosowano zapis w pionie – do niej równoległy, co zwiększa przejrzystość. Dla zapisu jednostki –  $\text{g}/\text{cm}^3$ , skorzystano z ukośnika.



Rys. 3. Zależność gęstości nieznanego roztworu od temperatury. Linia ciągłą zaznaczono dopasowaną prostą, natomiast linia przerywana przedstawia zależność gęstości wody od temperatury (dane z tablic). (Skorzystano z wykresu z rozwiązania zadania doświadczalnego zawodów II stopnia XLVI Olimpiady Fizycznej [13], [http://www.of.szc.pl/pdf/46OF3D\\_roz469.pdf](http://www.of.szc.pl/pdf/46OF3D_roz469.pdf))

Skorzystanie z zalecenia BIPM, którego zapis ilorazowy jest związany z działaniem matematycznym dzielenia, w wielu przypadkach prowadzi do zapisu w postaci ułamka piętrowego, tak np. byłoby dla opisu osi rzędnych na rys. 3, co staje się kłopotliwe. Zwróćmy uwagę, że zamiana zapisu przy osi odciętych z postaci  $t, ^\circ\text{C}$  na zapis przy użyciu ukośnika  $t/^\circ\text{C}$ , niewiele zmienia.

Oznaczenie osi za pomocą symbolu wartości liczbowej wielkości fizycznej jak na rys. 2 może zilustrować wykres zaczerpnięty z rozwiązania zadania z Olimpiady Fizycznej zawodów finałowych – rys. 4 [13].

W tym przypadku gdybyśmy skorzystali z zalecenia BIPM należałoby

a) opis osi zapisać jako

$$\log(R/m) \text{ lub } \log\left(\frac{R}{m}\right)$$

$$\log((\Delta x/n)/m), \text{ lub } \log\left(\frac{\Delta x/n}{m}\right), \text{ lub } \log\left(\frac{\Delta x}{n/m}\right).$$

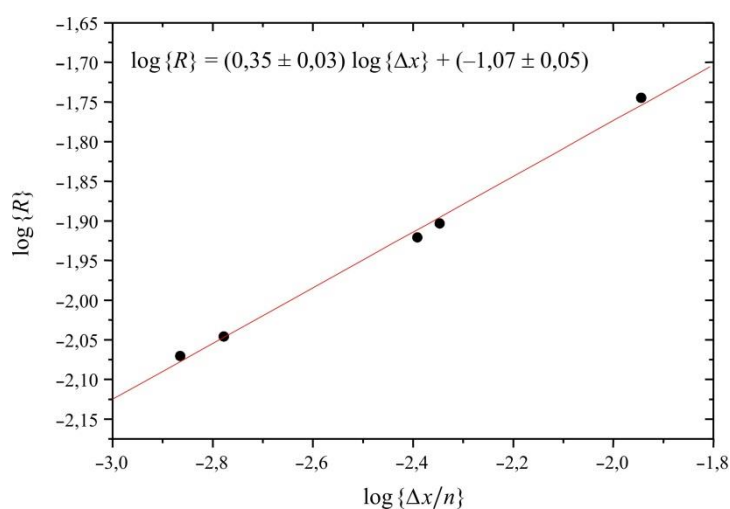
Ostatni zapis dla osi odciętych jest uciążliwy. Wydaje się, że w przypadku zapisów piętrowych należałoby skorzystać z drugiej postaci – mieszanej. Sym-

bole tego samego rodzaju byłyby oddzielane ukośnikiem a różnego rodzaju – kreską ułamkową, tj. linią poziomą oddzielającą w ułamku licznik od mianownika. Jednak obrót do pozycji pionowej takiego ułamka (dla osi rzędnych jak na rys. 3) wymaga bardziej specjalistycznego narzędzia.

b) Natomiast równanie prostej znajdujące się w oknie wykresu jako

$$\log \frac{R}{m} = (0,35 \pm 0,03) \log \frac{\Delta x}{m} + (-1,07 \pm 0,05).$$

Zapis za pomocą symbolu wartości liczbowej jest bardziej wygodny, jednak narzuca potrzebę opisu pod rysunkiem – rys. 4.



Rys. 4. Zależność logarytmu wydluzenia  $\Delta x$  sprężyny przypadającej na liczbę  $n$  zwojów sprężyny od logarytmu jej promienia  $R$ . Jednostka  $[R] = [\Delta x] = m$ , nawias klamrowy  $\{ \}$  oznacza wartość liczbową. (Skorzystano z wykresu z rozwiązania zadania doświadczalnego zawodów finałowych XLVIII Olimpiady Fizycznej [13], [http://www.of.szc.pl/pdf/48OF4D.\\_roz561.pdf](http://www.of.szc.pl/pdf/48OF4D._roz561.pdf))

### 13. Opis w tabelce:

- symbol wielkości (kursywa), przecinek, spacja, symbol jednostki (czcionka prosta), np.  $F$ ,  $N$ ;

Lp.	$x$ , cm	$x'$ , cm	$n = x/x'$	$v = c/n$ , m/s
-----	----------	-----------	------------	-----------------

lub

- podzielona część główki tabelki na górną, gdzie znajdują się symbole wielkości fizycznych i dolną, gdzie są symbole jednostek – po lewej i po prawej jako iloraz.

Lp.	$x$	$x'$
	cm	cm

Lp.	$\frac{x}{\text{cm}}$	$\frac{x'}{\text{cm}}$
-----	-----------------------	------------------------

Przykład główki tabeli przy wyznaczaniu ciepła właściwego żelaza.

Lp.	stal		woda		$t_k$	stal	
	$m_s$	$t_s$	$m_w$	$t_w$		$c$	$\Delta c/c$
	kg	°C	kg	°C		°C	J/(kg · K)

### Podsumowanie

W procesie kształcenia przy wprowadzaniu pojęć fizycznych należy zadbać zarówno o prawidłową kolejność poszczególnych faz ich kształtowania i poprawność znaczeniową oraz merytoryczną, jak również zgodność oznaczeń z zaleceniami i przyjętymi ustaleniami. Dotyczy to w szczególności zapisu symboli wielkości fizycznych i ich jednostek.

### Literatura

- [1] *The International System of Units (SI)*, 8th edition, BIPM, S'evres, 2006; [http://www.bipm.org/utis/common/pdf/si\\_brochure\\_8\\_en.pdf](http://www.bipm.org/utis/common/pdf/si_brochure_8_en.pdf); SI Brochure: *The International System of Units (SI)* [8th edition, 2006; updated in 2014]; [www.bipm.org/en/publications/si-brochure/](http://www.bipm.org/en/publications/si-brochure/)
- [2] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 listopada 2006 r. w sprawie legalnych jednostek miar. Dz.U. Nr 225, poz. 1638; Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 stycznia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie legalnych jednostek miar. Dz.U. Nr 9, poz. 61
- [3] Nelson R.A., *Guide for Metric Practice, Physics Today*, August 1996, BG 15; August 1998, BG 13; [http://www.public.iastate.edu/~bkh/teaching/518/metric\\_practice.pdf](http://www.public.iastate.edu/~bkh/teaching/518/metric_practice.pdf)
- [4] Błażejowski S., *Najważniejsze jednostki miar*, PWT, Warszawa 1960
- [5] Massalski J.M., Studnicki J., *Legalne jednostki miar i stałe fizyczne*. Wyd. IV, poprawione i poszerzone, PWN, Warszawa 1999
- [6] Massalski J.M., Praktyka stosowania SI, *Fizyka w Szkole* nr 3, 150 (1998)
- [7] Massalski J.M., O układzie SI i symbolach, *Postępy Fizyki* 48, 227 (1997)
- [8] Molenda T.M., *Wytyczne do zapisu zadań z olimpiady fizycznej*; <http://of.szc.pl/index.php?strona=16>
- [9] Molenda T.M., *O nieprawidłowościach w oznaczeniach wielkości fizycznych i pojęciu ciepła*; Problemy dydaktyki fizyki, Krośnice–Wrocław 2011. ISDN 978-83-7432-732-9, str. 169 – 174; [http://dydaktyka.fizyka.szc.pl/pdf/pdf\\_161.pdf](http://dydaktyka.fizyka.szc.pl/pdf/pdf_161.pdf)
- [10] Musiał E., *Pisownia oraz wymowa nazw i oznaczeń jednostek miar*; [http://redinpe.d2.pl/attachments/article/231/INPE\\_175-176-art\\_01.pdf](http://redinpe.d2.pl/attachments/article/231/INPE_175-176-art_01.pdf)
- [11] *Symbols, Units and Nomenclature in Physics*, Document IUPAP 25 (1987) – International Union of Pure and Applied Physics SUN Commission
- [12] Czarnecki S., *Olimpiady Fizyczne I–IV*, PZWS, Warszawa 1956
- [13] Komitet Główny Olimpiady Fizycznej – A. Wyszomłek (ówczesny kierownik ds. zadań doświadczalnych)