



Czy potrzebne jest rozróżnienie pojęć prędkości i szybkości?

Andrzej Sokołowski

Montgomery College, Concordia High School, Houston, USA

Od Redakcji:

Komisja Nazewnictwa PTF przyjęła stanowisko, wbrew sugestiom dużej grupy dydaktyków fizyki (stanowisko to i dyskusje na ten temat są na stronie internetowej PTF Sekcji Nauczycielskiej oraz na stronie *Fizyki w Szkole*), o nieobowiązkowym rozróżnianiu terminów „prędkość” i „szybkość”. Redakcja *Fotonu* jednakowoż jest za ich rozróżnianiem. W zasadzie zakończyliśmy dyskusję na ten temat, uważamy jednak, że warto przekazać Państwu opinię zza oceanu. Korzystne jest też zapoznanie się z nomenklaturą angielską, istotną np. przy zdawaniu międzynarodowej matury. Poniższy artykuł jest skróconą wersją nadesłanego do redakcji.

Chciałbym przyłączyć się do dyskusji na temat kształtowania pojęć prędkości i szybkości, jaką Państwo podjęli na łamach *Fotonu*.

Na podstawie mojej kilkunastoletniej praktyki jako nauczyciela fizyki w Kanadzie i USA mogę powiedzieć, że istnieje potrzeba rozróżniania tych pojęć i właściwej ich interpretacji.

Jest to konieczne nie tylko na szczeblu uniwersyteckim, ale również gimnazjalnym i licealnym. W wielu podręcznikach do nauczania fizyki, a szczególnie tzw. zaawansowanej fizyki (*Advanced Placement Physics*), wykładanej jako drugi rok fizyki w szkołach średnich lub jako pierwszy rok na uniwersytetach w USA, pojęcia te są wyraźnie różnicowane. Chociaż w zadaniach tekstowych wektorowa nomenklatura prędkości jest zwykle uszczuplana, to jednak przy wprowadzaniu tych pojęć w działach kinematyka, dynamika, praca i energia, termodynamika, elektrodynamika lub elektromagnetyzm prędkość (*velocity*) jest wyraźnie odróżniana od szybkości (*speed*). Wymaga się również od studenta, by te wielkości odróżniał i właściwie je interpretował, podobnie jak odróżnia się przemieszczenie (*displacement*) od drogi (*distance*).

Jeśli student z Polski będzie zdawał egzamin z fizyki w języku angielskim (lub będzie kontynuował naukę fizyki w tym języku), byłoby wskazane, by był on zapoznany z tymi różnicami. Czasami mam w swojej grupie studentów z Europy. Są oni zwykle zaskoczeni, że ruch może być opisany za pomocą ujemnych wielkości, które tu symbolizują kierunek.

Jak definiuje się średnią prędkość ciała

Podobnie jak Państwo sugerujecie to w swoim artykule (*Foton 79*, Zima 2002), pojęcie średniej prędkości w USA wprowadzane jest jako iloraz wielkości wektorowej przez wielkość skalarną.

[...]

Chciałbym dodać, że polskie słowa: „kierunek” i „zwrot” są zastąpione jednym angielskim określeniem *direction*. Jeśli dwa ciała poruszają się po linii prostej i ich prędkości mają przeciwne zwroty, mówi się, że ciała te poruszają się w przeciwnych kierunkach (*they move in opposite directions* lub *they move anti-parallel*).

Jeśli zwrot ruchu jest w prawo, to jest zrozumiałe, że ruch jest poziomy i w prawo. Określa się ten kierunek jako *motion to the right* lub *forward motion*.

[...]

Jak definiuje się średnią szybkość ciała

Szybkość jest definiowana jako iloraz całkowitej drogi przebytej przez ciało, dzielonej przez interwał czasu:

$$v_{\text{średnia}} = \frac{\Delta s}{\Delta t}.$$

Szybkość jest wielkością skalarną, ponieważ jest ona rezultatem dzielenia dwóch skalarnych wielkości.

Jak już wspomniałem, pojęcia szybkości (*speed*) używa się często do określenia wartości prędkości (*magnitude of velocity*), kiedy ciała nie zmieniają zwrotu ruchu. Zadań, w których studenci mają obliczyć tylko drogę (*distance*) i *speed*, raczej się nie spotyka na zaawansowanych kursach fizyki.

Od Redakcji:

Przykładowe zadania ilustrujące różnice pomiędzy prędkością a szybkością, wybrane przez autora z amerykańskich podręczników, będą dostępne na stronie internetowej *Fotonu*. Redakcja nie zdecydowała się na ich zamieszczenie, gdyż ma zastrzeżenia do ich poprawności i wartości dydaktycznej.

Jak definiuje się prędkość chwilową

W ruchu prostoliniowym prędkość chwilowa w punkcie $t = t_0$ (*instantaneous velocity*) to pierwsza pochodna po czasie z funkcji położenia ciała. W obrazie graficznym jest to nachylenie stycznej do wykresu funkcji położenia ciała w tym punkcie (*slope of a tangent line to a position-time graph at $t = t_0$*).

$$v_{\text{chwilowa}}^r|_{t_0} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x^r}{\Delta t} = \left. \frac{dx}{dt} \right|_{t=t_0}$$

[...]

Jak definiuje się szybkość chwilową

Pojęcie chwilowej szybkości (*instantaneous speed*) na ogół nie występuje w amerykańskich podręcznikach. Można je spotkać w podręcznikach matematyki, rachunku różniczkowego i całkowego.

Na przykład w dosyć nowoczesnym podręczniku do *Calculus* redagowanym przez Harvard University twierdzi się, że szybkość chwilowa w ruchu na płaszczyźnie definiuje się jako:

$$v_{\text{instantaneous}} = v_{\text{chwilowa}} = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}$$

Kilka uwag końcowych

- Jak określa się kierunki ruchu? Istnieje wyraźne rozróżnienie pomiędzy ruchem jednowymiarowym (*one dimensional motion*) a dwu- i trójwymiarowym. Studenci pierwszego roku fizyki zapoznawani są w większości z ruchem jednowymiarowym, w którym dominującymi określeniami kierunku są na przykład:
 - 30 m/s, do przodu (*forward*), 50 m/s do tyłu (*backward*),
 - 10 m/s, na wschód (*east*), 4 m/s, na zachód (*west*) itd.,
 - 3 m/s, w górę (*upward*), 2 m/s w dół (*downward*),
 - 2 m/s, w prawą stronę (*right*) itd.,
 - +2 m/s (co może oznaczać ruch do przodu, na wschód, do góry lub na północ),
 - -2 m/s (co oznacza zwroty przeciwne do wymienionych powyżej kierunków).

Od Redakcji:

-2 m/s może być jedynie współrzędną wektora.

- Termin *rate* raczej nie jest używany w kinematyce do określenia ruchu ciała. Poprawna definicja wyrazu *rate* odnosi się do zmiany wartości danej wielkości dzielonej przez czas (*rate of change of a quantity*). Proces ten odnosi się często do obliczenia wartości pochodnej w danym punkcie (*instantaneous rate of change of a function*) lub ilorazu różnicowego funkcji (*average rate of change of a function*). *Rate* jest również używane, niezupełnie słusznie, w kontekście zmiany procentowej do określenia np. stopy bezrobocia (*unemployment rate*), lub stopy procentowej pożyczki na mieszkanie (*mortgage rate*) itd.
- Terminem, którego również używa się w pytaniach o szybkość, jest *fast* (*How fast are you moving?*): Jak szybko się poruszasz? Ten typ pytań dominuje raczej w konceptualnych kursach fizyki.

Podobne różnice terminologiczne występują również w innych działach fizyki. Wydaje się, że ujednoczenie tych pojęć może nie tylko pomóc polskim studentom dobrze prezentować się na międzynarodowych egzaminach, ale może pomóc ułatwić obcokrajowcom studiowanie w Polsce. Ujednoczenia tego typu nie zastępują języka polskiego, a raczej wzbogacają go, czyniąc bardziej elastycznym i precyzyjnym.