

# Wyznaczenie jednokierunkowej prędkości światła w układzie inercyjnym

Karol Szostek

Politechnika Rzeszowska, Zakład Mechaniki Płynów i Aerodynamiki, Rzeszów, Polska

*kszostek@prz.edu.pl*

## Streszczenie:

W artykule zostały wyprowadzone zależności na jednokierunkową prędkość światła w próżni oraz ośrodku materialnym. Jednokierunkowa prędkość światła jest jednym z istotnych elementów, który rozróżnia szczególną teorię względności [2] od teorii eteru [5]. Przedstawione obliczenia oparte są na transformacji czasoprzestrzennej teorii eteru [5].

**Słowa kluczowe:** Prędkość światła, prędkość średnia, kierunkowa prędkość światła, szczególna teoria względności, szczególna teoria eteru.

## Wstęp:

We współczesnej fizyce często podaje się, że eksperymenty Michelsona-Morleya [3] oraz Kennedyego-Thorndikea [1] udowodniły, że prędkość światła jest absolutnie stała oraz, że nie istnieje uniwersalny układ odniesienia nazywany eterem.

Okazuje się także, że nigdy dokładnie nie zmierzono jednokierunkowej (chwilowej) prędkości światła. Analiza licznych eksperymentów pod tym kątem została wykonana w pracy [7]. We wszystkich pomiarach prędkości światła mierzono jedynie średnią prędkość światła przebywającego drogę po trajektorii zamkniętej [4].

W pracach [4] – [6], przeprowadzono analizę eksperymentu Michelsona-Morleya oraz Kennedyego-Thorndikea przy innych założeniach niż zrobiono to w Szczególnej Teorii Względności. Rozważania doprowadziły do wyjaśnienia tych eksperymentów w oparciu o teorię eteru, w której wymagane jest tylko, aby w jednym układzie odniesienia prędkość światła była stała. W pracy [8] przedstawiono model kinematyki z dowolnym skróceniem poprzecznym, w której zostały uogólnione założenia teorii eteru i wprowadzono dodatkową funkcję  $\psi(v) > 0$  skrócenia poprzecznego.

Metoda wyznaczenia prędkości opisana w pracy [4] bazowała na geometrii relatywistycznej. Jednokierunkowa prędkość światła w próżni została wyznaczona bez odwoływania się do geometrii relatywistycznej w pracy [5].

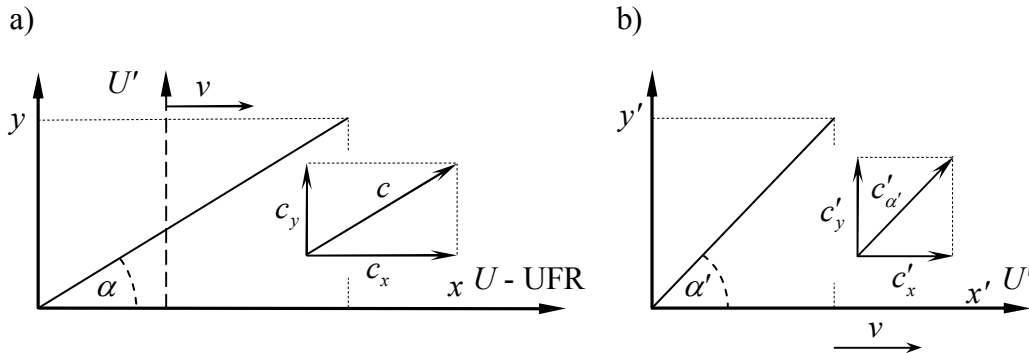
## Wyznaczenie jednokierunkowej prędkości światła w próżni.

Na podstawie transformacji z układu  $U$  połączonego z eterem  $E$  do układu inercyjnego  $U'$  poruszającego się z prędkością  $v$ , względem eteru opisanej w pracy [5], można wyznaczyć transformacje prędkości (1):

$$V'_x = \frac{dx'}{dt'} = \frac{V_x - v}{1 - (v/c)^2}, \quad V'_y = \frac{1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} V_y, \quad V'_z = \frac{1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}} V_z, \quad (1)$$

jak w pracy [4].

Przeptyw strumienia światła w uniwersalnym układzie odniesienia  $U$ -URF pod kątem  $\alpha$  przedstawiono na rysunku Rys. 1. a), przepływ tego samego strumienia światła w układzie inercyjnym  $U'$  pod kątem  $\alpha'$  przedstawia Rys. 1. b). Układ współrzędnych  $x, y, z$  został tak ustawiony względem kierunku prędkości  $v$  układu inercyjnego  $U'$  oraz kierunku przepływu światła, aby trzecia składowa prędkości światła była równa zero  $c_z = c'_z = 0$ .



Rys. 1. Przepływ światła pod dowolnym kątem a) w uniwersalnym układzie odniesienia URF, pod kątem  $\alpha$ , b) w układzie inercyjnym  $U'$ , pod kątem  $\alpha'$ ,

Do wyznaczenia zależności na prędkość światła w próżni pod dowolnym kątem należy rozwiązać układ pięciu równań (2). Pierwsze i drugie równanie otrzymano na podstawie twierdzenia Pitagorasa zastosowanego do składowych prędkości światła w obu układach, trzecie z definicji cosinusa kąta w układzie inercyjnym  $U'$ , równania czwarte i piąte zostały wyznaczone z transformacji prędkości (1) zastosowanej do składowych prędkości strumienia światła Rys. 1.,

$$\begin{cases} c'^2_{\alpha'} = c'^2_x + c'^2_y, & c^2 = c^2_x + c^2_y, \\ \cos \alpha' = \frac{c'_x}{c'_{\alpha'}}, & \\ c'_x = \frac{c_x - v}{1 - (v/c)^2}, & c'_y = \frac{c_y}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}. \end{cases} \quad (2)$$

W układzie równań (2) dane są wielkości:  $v, c, \alpha'$ , a niewiadome są:  $c_x, c_y, c'_x, c'_y$  oraz  $c'_{\alpha'}$ . Układ równań rozwiązano ze względu na  $c'_{\alpha'}$ . Z czwartego równania wyznaczono  $c_x$ , i

podstawiono do drugiego równania, z drugiego równania układu wyznaczono  $c_y$  i podstawiamy do równania piątego,  $c'_y$  z piątego podstawiono do równania pierwszego, stąd uzyskano (3),

$$c_{\alpha'}^2 = c_x'^2 + \frac{c^2 - \{c'_x[1 - (v/c)^2] + v\}^2}{1 - (v/c)^2}. \quad (3)$$

Przekształcono (3) jak w (4) do (5),

$$c_{\alpha'}^2(c^2 - v^2) = c_x'^2(c^2 - v^2) + c^2(c^2 - v^2) - c_x'^2 \frac{(c^2 - v^2)^2}{c^2} - 2c'_x(c^2 - v^2)v, \quad (4)$$

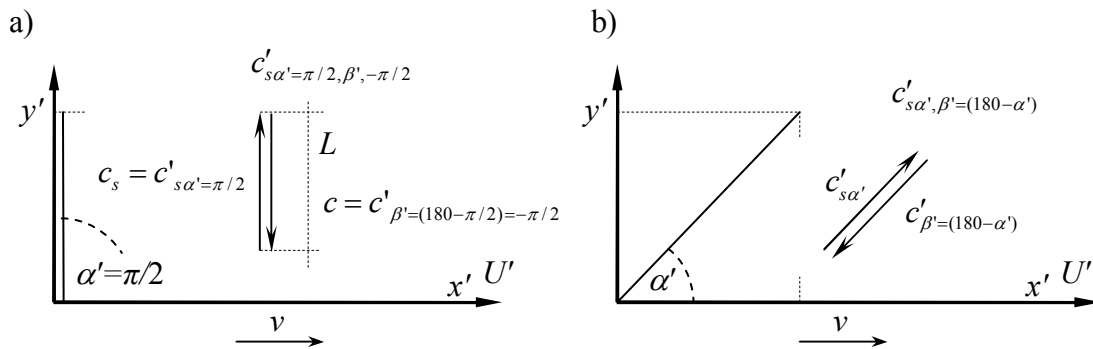
$$c_{\alpha'}' = \frac{c^2}{c + v \frac{c'_x}{c_{\alpha'}}}. \quad (5)$$

Po podstawieniu zależności na  $\cos \alpha'$  z trzeciego równania układu (2) do równania (5) otrzymano wzór (6) na jednokierunkową prędkość światła w próżni,

$$c_{\alpha'}' = \frac{c^2}{c + v \cos \alpha'}. \quad (6)$$

## Jednokierunkowa prędkości światła w ośrodku materialnym.

Na Rys. 2. przedstawiono dwukierunkowy przepływ światła w układzie inercyjnym  $U'$  na drodze  $L$ . W jednym kierunku światło przepływa w ośrodku materialnym z prędkością  $c'_{s\alpha'}$  a w drugą w próżni z prędkością  $c'_{\beta'}$ . Na Rys. 2. a) pokazano przepływ światła pod kątem prostym  $\alpha'=\pi/2$ ,  $\beta'=-\pi/2$ , na Rys. 2. b) przepływ światła pod dowolnym kątem  $\alpha'$ ,  $\beta'=180-\alpha'$ .



Rys. 2. Przepływ światła w układzie inercyjnym  $U'$  poruszającym się w URF z prędkością  $v$  najpierw światło przepływa w ośrodku materialnym potem w próżni  
a) przepływ światła pod kątem prostym  $\alpha'=\pi/2$ ,  $\beta'=-\pi/2$ ,  
b) pod dowolnym kątem  $\alpha'$ ,  $\beta'=180-\alpha'$ .

### Założenia:

I- Przyjęto, że w eksperymencie w którym światło przepływa, w jednym kierunku w ośrodku materialnym z prędkością  $c'_{s\alpha'}$  a w drugim w próżni z prędkością  $c'_{\beta'=(180-\alpha')}$ , średnia

prędkość światła  $c'_{s\alpha',\beta'=(180-\alpha')}$ , na drodze  $L$  jest niezależny od kierunku tj. kąta  $\alpha'$ , oraz prędkości  $v$  układu inercyjnego  $U'$ , stąd można napisać (7),

$$c'_{s\alpha'=\pi/2,\beta'=-\pi/2} = c'_{s\alpha',\beta'=(180-\alpha')} = const, \quad (7)$$

II Przyjęto, że dwukierunkowa średnia prędkość światła w obu kierunkach w ośrodku materialnym  $c'_{s\alpha',s\beta'=(180-\alpha')}$  jest stała i równa prędkości w ośrodku  $c_s$ , prędkość ta jest niezależny od kierunku tj. kąta  $\alpha'$ , oraz prędkości  $v$  układu inercyjnego  $U'$ , stąd można napisać (8),

$$c'_{s\alpha'=\pi/2,s\beta'=-\pi/2} = c'_{s\alpha',s\beta'=(180-\alpha')} = c_s = const. \quad (8)$$

Na podstawie oznaczeń na Rys. 2. a) średnią prędkość światła  $c'_{s\alpha',\beta'=(180-\alpha')}$  na drodze  $L$  można zapisać jak w (9),

$$c'_{s\alpha',\beta'=(180-\alpha')} = \frac{2L}{\frac{L}{c'_{s\alpha'}} + \frac{L}{c'_{\beta'=(180-\alpha')}}}, = 2 \frac{c'_{s\alpha'}c'_{\beta'=(180-\alpha')}}{c'_{s\alpha'} + c'_{\beta'=(180-\alpha')}}. \quad (9)$$

Jeżeli światło biegnie pod kątem prostym  $\alpha'=\pi/2$ ,  $\beta'=-\pi/2$ , względem prędkości  $v$  układu inercyjnego  $U'$  Rys. 2. a), wówczas w obu kierunkach prędkość światła ma taką samą wartość równą wartości średniej w danym ośrodku. Własność ta wynika z tego, że kierunki tam i powrotem prostopadłe do prędkości układu inercyjnego  $v$  są nierozróżnialne, stąd oraz z założenia II można napisać równania (10),

$$\begin{aligned} c'_{s\alpha'=\pi/2,s\beta'=-\pi/2} &= c'_{s\alpha'=\pi/2} = c'_{s\beta'=-\pi/2} = c_s, \\ c'_{\alpha'=\pi/2,\beta'=-\pi/2} &= c'_{\alpha'=\pi/2} = c'_{\beta'=-\pi/2} = c. \end{aligned} \quad (10)$$

Z równań (10) wyznaczono prędkość średnią światła dla kąta  $\alpha'=\pi/2$ ,  $\beta'=\pi/2$ , przepływającego w jednym kierunku w próżni a w drugim w ośrodku, równanie (11),

$$c'_{s\alpha'=\pi/2,\beta'=-\pi/2} = 2 \frac{L}{\frac{L}{c_s} + \frac{L}{c}}, = 2 \frac{c_s c}{c_s + c}. \quad (11)$$

Podstawiając zależności (9) oraz (11) do równania (7) otrzymano drugie równanie układu równań (12), które wiąże wartości średnie prędkości światła w próżni i ośrodku z wartościami jednokierunkowymi w próżni i ośrodku. Prędkość kierunkową w ośrodku materialnym można wyznaczyć rozwiązując układ równań (12),

$$\begin{cases} c'_{\beta'} = \frac{c^2}{c + v \cos \beta'}, \\ \frac{c'_{s\alpha'}c'_{\beta'}}{c'_{s\alpha'} + c'_{\beta'}} = \frac{c_s c}{c_s + c}. \end{cases} \quad (12)$$

Z pierwszego równania układu (12) wyznaczono  $v \cos \beta'$  (13),

$$v \cos \beta' = \frac{c^2 - c'_{\beta'} c}{c'_{\beta'}}, \quad (13)$$

Drugie równanie układu (12) przekształcono do równania (14),

$$c'_{s\alpha'} = \frac{1}{\frac{(c_s + c)}{c_s c} - \frac{1}{c'_{\beta'}}}. \quad (14)$$

Licznik i mianownik prawej strony równania (14) pomnożono przez  $c_s c^2$ , stąd uzyskano (15),

$$c'_{s\alpha'} = \frac{c^2 c_s}{c^2 - c_s \frac{c^2 - c'_{\beta'} c}{c'_{\beta'}}}. \quad (15)$$

Po podstawieniu  $v \cos \beta'$  z równania (13) do (15) oraz uwzględnieniu, że  $\beta' = 180 - \alpha'$  otrzymano wzór (16) na jednokierunkową prędkość światła w ośrodku materialnym.

$$c'_{s\alpha'} = \frac{c^2 c_s}{c^2 - c_s v \cos \beta'} = \frac{c^2 c_s}{c^2 + c_s v \cos \alpha'} \quad (16)$$

## Wnioski:

W artykule przedstawiono nową metodę wyznaczenia jednokierunkowej prędkości światła w próżni oraz ośrodku materialnym. Prędkość określono na podstawie transformacji czasoprzestrzeni teorii eteru [5], oraz przyjętych dodatkowych założeń.

Dzięki wyznaczeniu kierunkowej prędkości światła, zgodnej z wynikami eksperymenty Michelsona-Morleya pokazano, że pomimo tego, że eksperyment ten i jemu podobne nie dały pozytywnych wyników tzn. nie wykryto zmian obrazu interferencyjnych odrzucenie istnienia eteru światłonośnego było niezasadne na podstawie tylko tych eksperymentów.

## Literatura:

- [1] Kennedy Roy J., Thorndike Edward M., *Experimental Establishment of the Relativity of Time*, Physical Review, 42 (3), 400-418, 1932.
- [2] Mansouri Reza, Sexl Roman U., *A Test Theory of Special Relativity: I. Simultaneity and Clock Synchronization*, General Relativity and Gravitation, Vol. 8, No. 7, 497-513, 1977.
- [3] Michelson Albert A., Morley Edward W., *On the relative motion of the earth and the luminiferous ether*, American Journal of Science, 34, 333-345, 1887.
- [4] Szostek Karol, Szostek Roman *The derivation of the general form of kinematics with the universal reference system Results in Physics*, Vol. 8, 2018, 429-437 (<https://doi.org/10.1016/j.rinp.2017.12.053>), ISSN: 2211-3797

- [5] Szostek Karol, Szostek Roman, *Special Theory of Ether* (w języku angielskim), Publishing house AMELIA, Rzeszów, Poland, 2015, ([www.ste.com.pl](http://www.ste.com.pl)), ISBN 978-83-63359-81-2.
- [6] Szostek Roman, Szostek Karol, *Kinematics in Special Theory of Ether* (w języku angielskim: *Kinematyka w Szczególnej Teorii Eteru*), Moscow University Physics Bulletin, Vol. 73, № 4, **2018**, 413-421, ISSN: 0027-1349, <https://link.springer.com/article/10.3103/S0027134918040136>
- [7] Yuan Zhong Zhang, *Special Relativity and Its Experimental Foundation*, Singapore, World Scientific Publishing, 1997.
- [8] Szostek Roman, *Derivation method of numerous dynamics in the Special Theory of Relativity* (w języku angielskim), Open Physics, Vol. 17, 2019, 153-166, ISSN: 2391-5471, <https://doi.org/10.1515/phys-2019-0016>.