

# 1 Pomiar prędkości światła metoda koła zębatego Fizeau - e-doświadczenie eksperymenty myślowe Einsteina

**Cel ćwiczenia:** Celem doświadczenia jest odtworzenie eksperymentu z 1849 r. przeprowadzonego przez francuskiego fizyka A. Fizeau. Doświadczenie nie jest trudne, wymaga jedynie podstawowych wiadomości o układach optycznych: soczewkach i zwierciadłach i ruchu obrotowym.

- ✓ W panelu górnym e-doświadczenia wybierz ciekawostkę.
- ✓ Przed przystąpieniem do doświadczenia możesz obejrzeć stanowisko eksperymentu klikając na pierwszą ikonę w górnym pasku narzędziowym e-doświadczenia..
- ✓ W oryginalnym eksperymencie koło zębate miało 720 ząbków, a dystans jaki musiała pokonać wiązka światła do zwierciadła wynosił  $l = 8633$  m w jedną stronę, czyli  $2l = 17266$  m w obie. W e-doświadczenie odtworzone są dokładnie te same warunki.
- ✓ Wiązka światła wychodząc ze źródła przechodzi przez jedną ze szczelin w kole zębatym i pokonuje dystans  $l$ .
- ✓ Odbija się od zwierciadła i wracając ponownie pokonuje dystans  $l$ . Jeśli koło zębate nie było wprawione w ruch, ponownie przechodzi przez tę samą szczelinę, a powracające promienie można zaobserwować w postaci jasnego koła w układzie optycznym.
- ✓ Jeśli jednak wprawimy koło zębate w ruch, może się zdarzyć, że powracające promienie nie trafią na szczelinę tylko na ząbek koła. Wtedy właśnie zaobserwujemy wygaszenie światła w układzie optycznym.
- ✓ Przy zwiększaniu obrotów koła zębatego można ponownie zaobserwować jasne koło w układzie optycznym, np. w momencie gdy wiązka światła przejdzie przez kolejną szczelinę koła zębatego.
- ✓ Twoim zadaniem będzie znaleźć najmniejszą prędkość obrotową koła zębatego, przy którym można zaobserwować najjaśniejsze koło w układzie optycznym. Prędkość obrotową koła zębatego oznaczmy poprzez  $n$ .
- ✓ Aby to zrealizować, uruchom e-doświadczenie przyciskiem URUCHOM. Początkowo prędkość obrotowa koła zębatego jest równa  $n = 0$ . Zauważ, że w takiej sytuacji w układzie optycznym obserwujemy maksymalne natężenie światła.
- ✓ A teraz w panelu dolnym zwiększaj prędkość obrotową koła zębatego  $n$  do momentu, w którym powtórnie zaobserwujesz maksymalne natężenie światła. Zapisz otrzymaną przez siebie prędkość obrotową. Na jej podstawie wyznaczmy prędkość światła  $c$ . Przejdźmy zatem do wzorów.

## Prędkość światła wyznaczona metodą koła zębatego Fizeau

Prędkość światła w tym eksperymencie została wyznaczona za pomocą dobrze znanego wzoru

$$c = \frac{2l}{t}, \quad (1)$$

gdzie  $2l$  jest całkowitą drogą przebytą przez promień świetlny, natomiast  $t$  jest czasem obrotu koła o jeden ząbek. Aby obliczyć ten czas skorzystamy ze wzoru na prędkość kątową

$$\omega = \frac{\theta}{t}, \quad (2)$$

w którym prędkość kątowna  $\omega$  jest powiązana ze znaną prędkością obrotową  $n$  następującą zależnością

$$\omega = 2\pi \cdot n. \quad (3)$$

$\theta$  jest odległością kątową pomiędzy środkiem szczeliny, a środkiem zęba i jest równa długości całego okręgu mierzonego w radianach podzielonego na liczbę zębów w kole zębatym, czyli  $\frac{2\pi}{720}$ . Podstawiając dwa powyższe wzory do siebie możemy obliczyć czas obrotu koła o jeden ząbek

$$t = \frac{1}{720 \cdot n}. \quad (4)$$

Ostateczny wzór, za pomocą którego możemy wyznaczyć prędkość światła w eksperymencie z kołem zębatym Fizeau przyjmuje postać

$$c = 2l \cdot n \cdot 720, \quad (5)$$

a wartość prędkości światła wyznaczona tą metodą jest równa 313274304 m/s.

**Sprawozdanie w dowolnym formacie w wersji elektronicznej przesyłamy na platformie e-nauczanie.**

**W sprawozdaniu należy ująć krótki opis i przebieg doświadczenia, tabele pomiarowe lub obliczenia, dyskusję otrzymanego wyniku.**

**Zadanie za - max 10p.**