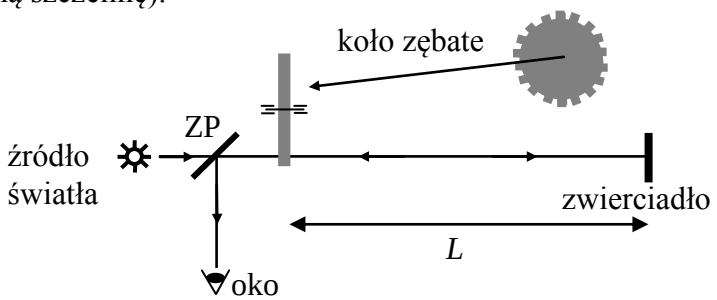
Zadanie 4. Prędkość światła *(10 pkt)*

Pomysł pomiaru prędkości światła zrodził się już u Galileusza. Pierwszy laboratoryjny pomiar prędkości światła wykonał w 1849 r. francuski fizyk A. Fizeau. Schemat układu pomiarowego przedstawiono na rysunku poniżej. Światło wysłane przez źródło przechodziło przez zwierciadło półprzepuszczalne ZP, następnie przez szczelinę między zębami koła, odbijało się od zwierciadła odległego o $L = 8633$ m i – jeśli koło obracało się powoli – po odbiciu ponownie przechodziło przez tę samą szczelinę i po odbiciu od zwierciadła półprzepuszczalnego trafiało do obserwatora. Gdy stopniowo zwiększano częstotliwość obrotów koła, obraz ulegał zaciemnieniu (odbite światło trafiało na ząb koła), a następnie rozjaśnieniu (odbite światło trafiało w kolejną szczelinę).



Zadanie 4.1. *(1 pkt)*

Podaj główną przyczynę tego, że bezpośredni pomiar prędkości światła jest znacznie trudniejszy niż np. pomiar prędkości dźwięku w powietrzu.

Zadanie 4.2. *(3 pkt)*

Oblicz, jaką wartość prędkości światła otrzymał Fizeau, jeżeli pierwsze zaciemnienie wystąpiło, gdy koło obróciło się o jeden ząb (tzn. ząb przeszedł w położenie następnego zębu) w czasie $1{,}1 \cdot 10^{-4}$ sekundy.

Zadanie 4.3. *(1 pkt)*

Podaj dwie możliwe przyczyny niedokładności wyniku otrzymanego przez Fizeau.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	3.1.	3.2.	3.3.	4.1.	4.2.	4.3.
	Maks. liczba pkt	3	3	3	1	3	1
	Uzyskana liczba pkt						

Zadanie 4.4. *(1 pkt)*

Zanim uznano prędkość fali elektromagnetycznej w próżni za stałą znaną dokładnie, wykonywano pomiary tej wielkości dla różnych zakresów tych fal. Uzyskano wartości zamieszczone w tabeli.

rodzaj fal	częstotliwość, Hz	*c*, km/s
kwanty γ	$1{,}5 \cdot 10^{24}$	299790 ± 40
widzialne	$5{,}4 \cdot 10^{14}$	299792,4562 ± 0,0011
podczerwień	$2{,}5 \cdot 10^{12}$	299792,2 ± 0,6
mikrofale	10^{10}	299792 ± 1
radiowe	$7{,}5 \cdot 10^{7}$	299795 ± 30

Czy wyniki tych pomiarów są zgodne z hipotezą, że prędkość fali elektromagnetycznej w próżni nie zależy od jej częstotliwości? Napisz odpowiedź i jej krótkie uzasadnienie.

Zadanie 4.5. *(2 pkt)*

W eksperymencie Michelsona–Morleya porównywano wartość prędkości światła biegnącego w próżni w różnych kierunkach. Wynik tego doświadczenia był jednym z najważniejszych w historii fizyki. Powołując się na obowiązującą obecnie teorię, napisz i uzasadnij, jaka powinna być różnica pomiędzy prędkością światła wysyłanego zgodnie i przeciwnie do zwrotu ruchu Ziemi. Laboratorium pomiarowe porusza się razem z Ziemią z prędkością jej ruchu orbitalnego, równą 30 km/s.

Zadanie 4.6. *(1 pkt)*

Prędkość światła w próżni można wyznaczyć z teorii Maxwella. Sprawdź zgodność jednostek i na tej podstawie ustal, który ze wzorów

A. $c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0 \cdot \mu_0}}$ czy **B.** $c = \sqrt{\varepsilon_0 \cdot \mu_0}$

jest poprawny.

Zadanie 4.7. *(1 pkt)*

W jaki sposób można w warunkach pracowni szkolnej wyznaczyć prędkość światła w wodzie? Przedstaw krótko zasadę pomiaru. Zakładamy, że prędkość światła w powietrzu jest znana.

Wypełnia egzaminator	**Nr zadania**	**4.4.**	**4.5.**	**4.6.**	**4.7.**
	Maks. liczba pkt	**1**	**2**	**1**	**1**
	Uzyskana liczba pkt				