

Wprowadzenie teoretyczne

Doświadczenie „S N E L L”

Temat: Wyznaczanie współczynnika załamania światła.

Definicja współczynnika załamania światła

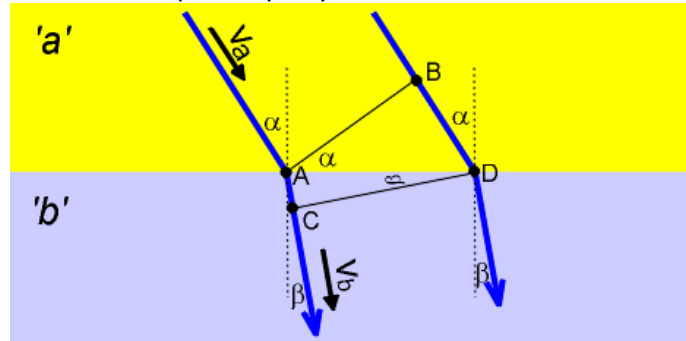
Światło jest falą elektromagnetyczną. Jej szybkość w próżni wynosi $c = 299792458 \text{ m/s} \pm 1 \text{ m/s}$. W ośrodku materialnym szybkość ta jest mniejsza. Współczynnik załamania światła w danym ośrodku jest równy stosunkowi szybkości światła w próżni c do szybkości v w tym ośrodku:

$$n = \frac{c}{v}$$

Względny współczynnik załamania światła ośrodka b względem ośrodka a zdefiniujemy analogicznie, jako stosunek szybkości w ośrodku a do szybkości w ośrodku b .

$$n_{ba} = \frac{v_a}{v_b}$$

Prawo Snella mówi o tym, że światło przechodzące z jednego ośrodka do drugiego zmienia kierunek rozchodzenia się, jak przedstawiono na poniższym rysunku.

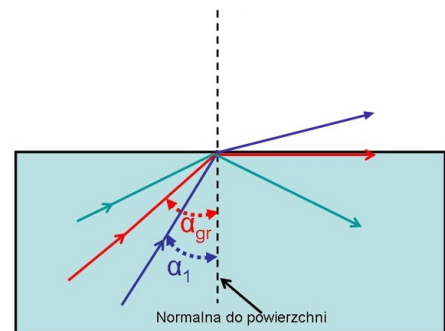


Zgodnie z zasadą Fermata droga AC jest przebywana przez światło w tym samym czasie co droga BD. Zatem:

$$t_{A \rightarrow C} = t_{B \rightarrow D} \Rightarrow \frac{AC}{v_b} = \frac{BD}{v_a} \Rightarrow \frac{AC}{AD v_b} = \frac{BD}{AD v_a} \Rightarrow \frac{\sin \beta}{v_b} = \frac{\sin \alpha}{v_a} \Rightarrow \frac{v_a}{v_b} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

czyli: $n_{ba} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$ co stanowi prawo Snella

Całkowite odbicie wewnętrzne. Jeżeli światło przechodzi z ośrodka, w którym rozchodzi się z dużą prędkością do ośrodka, w którym biegnie wolniej, to kąt załamania jest mniejszy od kąta padania. W przeciwnym przypadku (np. woda-powietrze) kąt załamania jest większy od kąta padania. W związku z tym, w ośrodkach, gdzie światło rozchodzi się wolniej będzie istniał graniczny kąt padania, dla którego światło załamane będzie ślizgać się po powierzchni ośrodka ($\beta = 90^\circ$). Dla kątów większych od kąta granicznego nastąpi odbicie wewnętrzne i światło nie przejdzie do drugiego ośrodka.

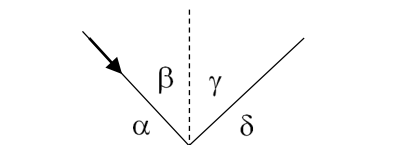


Pytania do przygotowania:

„SNELL”

Temat: Wyznaczanie współczynnika załamania światła.

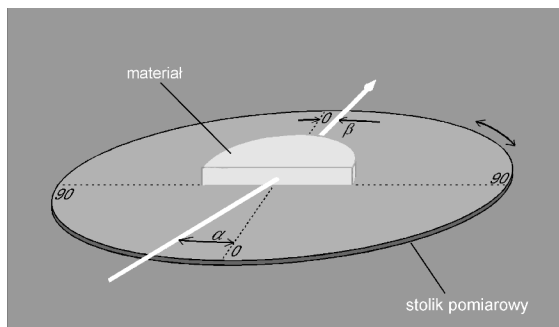
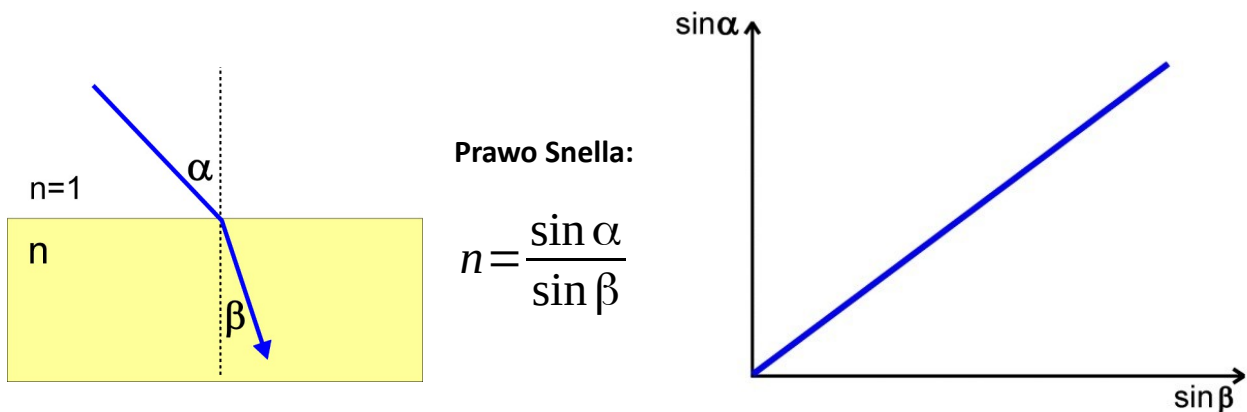
1. Podaj definicję względnego współczynnika załamania światła i jego jednostkę.
2. Podaj definicję bezwzględnego współczynnika załamania światła i jego jednostkę.
3. Ile wynosi wartość współczynnika załamania światła dla takich materiałów jak woda, szkło, pleksi?
4. Dlaczego wartość współczynnika załamania światła wynosi więcej niż jeden?
5. Podaj prawo odbicia i pokaż je na rysunku w oparciu o optykę geometryczną.
6. Podaj prawo załamania światła (prawo Snella).
7. Pokaż na rysunku prawo załamania w oparciu o optykę geometryczną i wyjaśnij co to jest kąt załamania.
8. Na czym polega zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia?
9. Jakimi literami oznaczone są na rysunku kąty padania i załamania?
10. Pod jakim kątem światło odbiło się od lusterka, jeżeli suma kątów padania i odbicia wynosiła 60° ?
11. Jeżeli kąt δ na rysunku poniżej jest równy 30° to ile wynosi wartość kąta padania?



12. Podaj definicję radiana.
13. Podaj sposób przeliczania stopni kątowych na radiany, np. 10° ile to radianów?
14. Podaj sposób przeliczania radianów na stopnie kątowe, np. 1 radian ile to stopni kątowych?
15. Podaj cechy światła laserowego.

„SNELL”

Temat: Wyznaczanie współczynnika załamania światła.



Aby **wyznaczyć współczynnik załamania** światła metodą bezpośrednią należy:

1. Położyć półkružek badanej substancji na stoliku optycznym tak, aby środek płaskiej powierzchni profilu pokrywał się ze środkiem stolika, a krawędź leżała na osi stolika (rysunek).
Tylko w takim położeniu światło nie będzie załamywać się drugi raz wychodząc z półkola, bo będzie padać prostopadle na granicę dwóch ośrodków.
2. Dokonać 10 pomiarów kątów padania światła α (w powietrzu) oraz odpowiadających im kątów załamania światła β (w materiale).
3. Obliczyć wartości $\sin \alpha$ oraz $\sin \beta$.
4. Wyznaczyć wartości współczynników załamania n , dla każdej pary kątów.
5. Obliczyć średnią arytmetyczną współczynnika załamania n_{sr} .
6. Obliczyć odchylenie standardowe współczynnika załamania σ_n , oraz jego trzykrotność jako niepewność maksymalną współczynnika załamania światła.

Sprawozdanie

.....
Nazwisko i Imię

.....
Data

Temat: Wyznaczanie współczynnika załamania światła.

1. Wyniki pomiarów

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
α	[°]										
β	[°]										

2. Obliczenia przykładowe (odnoszą się np. do pomiaru nr 3)

$$\sin \alpha = \dots$$

$$\sin \beta = \dots$$

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} =$$

3. Wyniki obliczeń

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\sin \alpha$	[-]										
$\sin \beta$	[-]										
n	[-]										

4. Oblicz:

Średni współczynnik załamania:

$$n_{sr} =$$

Odchylenie standardowe

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (n_i - n_{sr})^2}{N}}$$

gdzie: n_i – wartość współczynnika dla kolejnego pomiaru,

n_{sr} – średnia wartość współczynnika załamania n ,

N – liczba pomiarów.

5. Podsumowanie

Wyznaczona wartość współczynnika załamania n wynosi ...

Niepewność maksymalna wyznaczonego współczynnika załamania wynosi: $3 \cdot \sigma_n =$

Dodatkowe wnioski, spostrzeżenia, przyczyny niepewności pomiarowych.