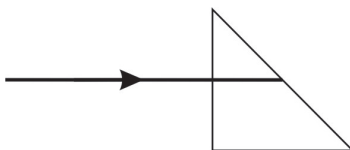


Całkowite wewnętrzne odbicie – zadania

1. Wiązka światła lasera pada prostopadłe na ściankę pryzmatu szklanego, którego podstawa ma kształt trójkąta prostokątnego równoramiennego (rys. 1). Z której strony pryzmatu wyjdzie wiązka światła, jeśli współczynnik załamania światła szkła wynosi 1,5?

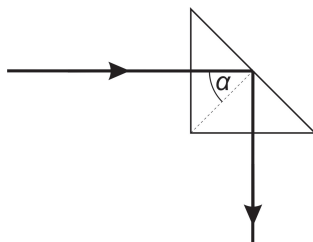


Rys. 1

Rozwiązanie:

Wiązka światła pada prostopadłe na ściankę pryzmatu, tzn. kąt padania wynosi 0° , a zatem kąt załamania również 0° (promień światła nie zmienia kierunku). Promień światła pada na ukośną ściankę pod kątem 45° , czyli pod kątem większym niż kąt graniczny, który dla szkła wynosi $\alpha_{gr} \approx 41,8^\circ$ (obliczony na podstawie znajomości współczynnika załamania światła). Wystąpi więc zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia (rys. 2) i światło nie wyjdzie przez ukośną ściankę pryzmatu. Promień odbity od tej ścianki kieruje się w stronę trzeciej ścianki pryzmatu. Tam znów bez zmiany kierunku wyjdzie na zewnątrz.

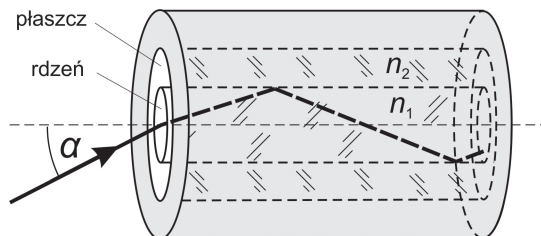
Pryzmat taki działa więc jak zwierciadło, odbijające wiązkę światła pod kątem 90° , pomimo, że powierzchnia odbijająca wcale nie jest pokryta warstwą srebra.



Rys. 2



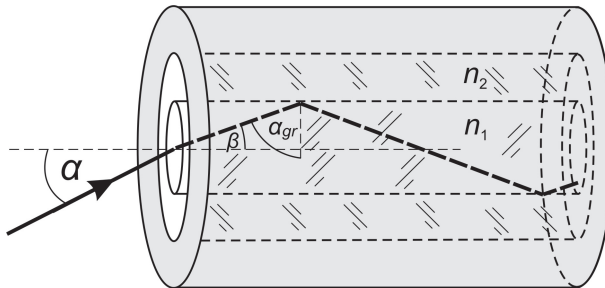
2. Pod jakim największym kątem mogą do światłowodu wpadać promienie światła, tak aby mogły rozchodzić się wzdłuż światłowodu (rys. 3)? Współczynnik załamania światła w rdzeniu światłowodu wynosi $n_1 = 1,48$, a w płaszczu $n_2 = 1,46$.



Rys. 3

Rozwiązanie:

Światłowód, o którym mowa w zadaniu, nazywany jest światłowodem skokowym, gdyż pomiędzy rdzeniem światłowodu a płaszczem występuje skokowa zmiana współczynnika załamania światła. W światłowodzie tym światło może rozchodzić się po krzywej łamanej dzięki zjawisku całkowitego wewnętrznego odbicia, które ma miejsce między rdzeniem o większym współczynniku załamania światła, a płaszczem o mniejszym współczynniku załamania. Aby zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia mogło w światłowodzie zachodzić, kąt padania na granicy płaszczu i rdzenia musi być większy od kąta granicznego. Tak jest, gdy światło wpada do światłowodu prawie prostopadłe (mały kąt padania). Dzięki znajomości trygonometrii możemy obliczyć maksymalny kąt padania α , tak aby zaszło zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia.



Rys. 4

Wykonajmy obliczenia. Kąt graniczny dla granicy rdzeń–płaszcz obliczymy na podstawie równania

$$\sin \alpha_{gr} = \frac{n_2}{n_1}$$

wynosi $80,6^\circ$. Tylko promienie światła, które padają na tę granicę pod większym kątem, będą rozchodzić się wzdłuż światłowodu, pozostałe promienie światła wyjdą na zewnątrz włókna światłowodu. Największy kąt, pod którym mogą wchodzić do światłowodu promienie światła w nim rozchodzące się wynosi $\beta = 90^\circ - 80,6^\circ = 9,4^\circ$. Na podstawie prawa załamania na granicy powietrze–rdzeń światłowodu

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_1$$

możemy obliczyć szukany kąt, pod którym mogą na światłowód padać promienie światła tak, aby mogły rozchodzić się wzdłuż światłowodu:

$$\sin \alpha = n_1 \cdot \sin \beta = 1,48 \cdot \sin 9,4^\circ = 0,24$$

$$\alpha = 14^\circ$$

Tak więc maksymalny kąt padania światła do światłowodu wynosi 14° .

WZ

