

XXIII OLIMPIADA FIZYCZNA (1973/1974). Etap III, zadanie teoretyczne – T3.

Źródło: Olimpiady Fizyczne XXIII i XXIV, 1977

Autor: Waldemar Gorzkowski

Nazwa zadania: O substancji optycznie czynnej

Działy: Optyka

Słowa kluczowe: Polaryzator, substancje optycznie czynne, skręcenie płaszczyzny polaryzacji, wiązka światła spolaryzowanego, wiązka załamana, wiązka odbita, całkowite wygaszenie wiązki światła, kąt Brewstera

Zadanie teoretyczne – T3, zawody III stopnia, XXIII OF.

Niektóre przezroczyste substancje (zwane substancjami optycznie czynnymi) skręcają płaszczyznę polaryzacji przechodzącego przez nie światła. Weźmy pod uwagę płytkę wykonaną z takiej właśnie substancji. Wykaż, że niezależnie od tego, którą stroną płytka będzie zwrócona ku nadbiegającej prostopadle wiązce światła spolaryzowanego, kąt, o jaki ulegnie skręceniu płaszczyzna polaryzacji, będzie taki sam.

Rozwiązanie

Zadanie to nawiązuje do zadania z zawodów I stopnia, dotyczącego płytki przepuszczającej tylko w jedną stronę.

Przede wszystkim zauważmy, że nie może istnieć płytka, która przepuszczałaby różny procent padającego niespolaryzowanego promieniowania elektromagnetycznego w zależności od tego, czy promieniowanie to pada na jej lewą, czy prawą stronę. Gdyby bowiem płytka taka istniała, to można by zbudować urządzenie, które naruszałoby II zasadę termodynamiki.

Weźmy pod uwagę układ złożony kolejno z: polaryzatora, badanej płytki optycznie czynnej oraz jeszcze jednego polaryzatora ustawionego w takim położeniu, by całkowicie przepuszczał promieniowanie spolaryzowane przez pierwszy polaryzator, a przechodzące przez płytkę. Jasne jest, że gdyby płytka obracała płaszczyznę polaryzacji inaczej dla promieniowania padającego z jednej strony, a inaczej dla promieniowania padającego z drugiej strony, to urządzenie nasze stanowiłoby praktyczną realizację płytki, o której wyżej udowodniliśmy, że nie może istnieć ze względu na II zasadę termodynamiki. Wynika stąd, że kąt, o jaki ulegnie skręceniu płaszczyzna polaryzacji dla obu kierunków, musi być taki sam.

Oczywiście podany tu dowód nie jest jedyny. Różnych układów prowadzących do sprzeczności z II zasadą termodynamiki można skonstruować dużo.