

Задача 5.181 (Иродов, 1988 год) Плоский пучок естественного света с интенсивностью I_0 падает под углом Брюстера на поверхность воды. При этом $\rho=0,039$ светового потока отражается. Найти интенсивность преломленного пучка.

Решение.

Прежде всего, вспомним выражение для угла Брюстера. При падении света под таким углом p -компонента не отражается, а полностью проходит (напомним, что p -компонента поляризована в плоскости падения). Для угла Брюстера сумма углов падения и преломления равна 90 градусам, или $\pi/2$:

$$\varphi_{Br,nao} + \varphi_{Br,npe} = \pi/2.$$

Из закона преломления

$$\sin \varphi_{nao} = n \cdot \sin \varphi_{npe}$$

следует:

$$\operatorname{tg} \varphi_{Br,nao} = n.$$

Вспомним закон сохранения энергии при отражении-преломлении. Он записывается в виде:

$$S_{n,nao} = S_{n,omp} + S_{n,np},$$

где S_n - нормальная компонента вектора Умова-Пойнтинга для каждой из волн. Подобная запись означает, что энергия, упавшая в единицу времени на единичную площадку, полностью уходит от этой площадки с отраженным и преломленным пучками. Так как интенсивность есть среднее значение модуля вектора Умова-Пойнтинга $I = \langle S \rangle$, то отсюда следует:

$$I_{nao} \cdot \cos \varphi_{nao} = I_{omp} \cdot \cos \varphi_{omp} + I_{np} \cdot \cos \varphi_{npe},$$

или

$$I_{nao} = I_{omp} + I_{np} \cdot \frac{\cos \varphi_{npe}}{\cos \varphi_{nao}} \quad (1)$$

(несколько неожиданная формула, не правда ли?).

По условию

$$I_{omp} = \rho \cdot I_{nao}.$$

Так как для угла Брюстера

$$\cos \varphi_{Br,npe} = \sin \varphi_{Br,nao},$$

то (1) для такого угла имеет вид:

$$I_{nao} = I_{omp} + I_{np} \cdot n \quad (1a)$$

В результате

$$I_{np} = \frac{I_{nao} - I_{omp}}{n} = \frac{I_{nao}(1 - \rho)}{n}.$$