

ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ЗАДАЧ ПО ОПТИКЕ (11 КЛАСС)

**Кенжаев Зафар
Муродуллаевич**

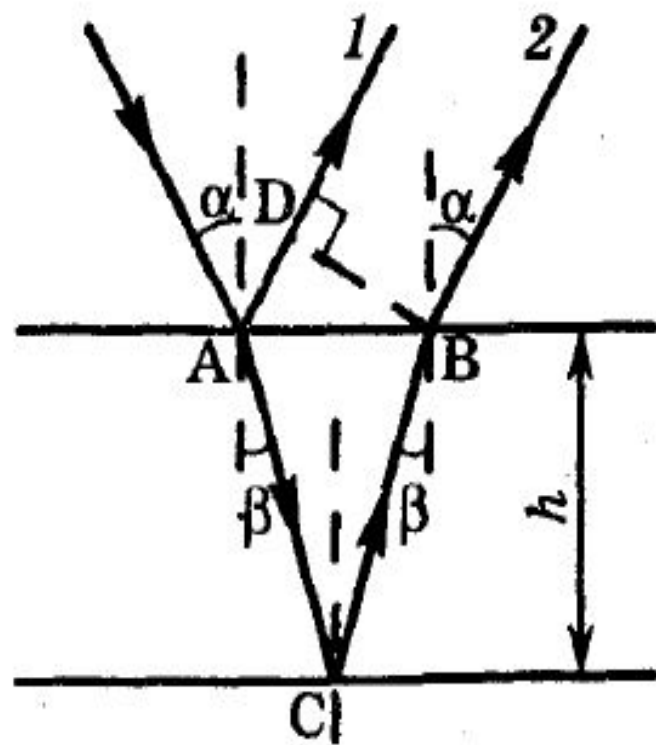
Учитель физики и математики
МБОУ СОШ с. Константиновка

Задача 1.

Лучи белого света падают под углом $\alpha = 60^\circ$ на очень тонкую прозрачную пластинку. При этом пластинка в отраженном свете кажется зеленой. Как изменится цвет пластинки при небольшом уменьшении угла падения лучей? При его увеличении?

Решение. Окраска пластинки обусловлена интерференцией световых волн, отраженных от передней и задней поверхностей (см. рисунок). Если пластинка кажется зеленой, это значит, что Δd пучков 1 и 2 составляет целое число k длин волн зеленого света: $\Delta d = k\lambda$ (условие максимума интерференции). Оптическую разность хода лучей можно записать в виде

$$\Delta d = \frac{\lambda}{2} + n(AC + BC) - AD.$$



Слагаемое $\frac{\lambda}{2}$ учитывает, что при отражении пучка 1 от оптически более плотной среды фаза колебаний электромагнитного поля меняется на противоположную ($\Delta\varphi = \pi$), т. е. возникает такое же изменение фазы, как при прохождении пути $\frac{\lambda}{2}$ (как говорят, «теряется полволны»). Множитель n учитывает уменьшение скорости света в среде: $\Delta\varphi = \omega\Delta t = \omega\frac{s}{v} = \frac{\omega s}{c}n$, т. е. на пути s в среде возникает такое же изменение фазы $\Delta\varphi$, как на пути sn в вакууме.

Учитывая, что $AC = BC = \frac{h}{\cos\beta}$, $AD = AB\sin\alpha = 2h\sin\alpha\operatorname{tg}\beta$, и ис-

пользуя закон преломления света $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = n$, получаем

$$\Delta d = \frac{\lambda}{2} + \frac{2h(n - \sin\alpha\sin\beta)}{\cos\beta} = \frac{\lambda}{2} + 2h\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha}.$$

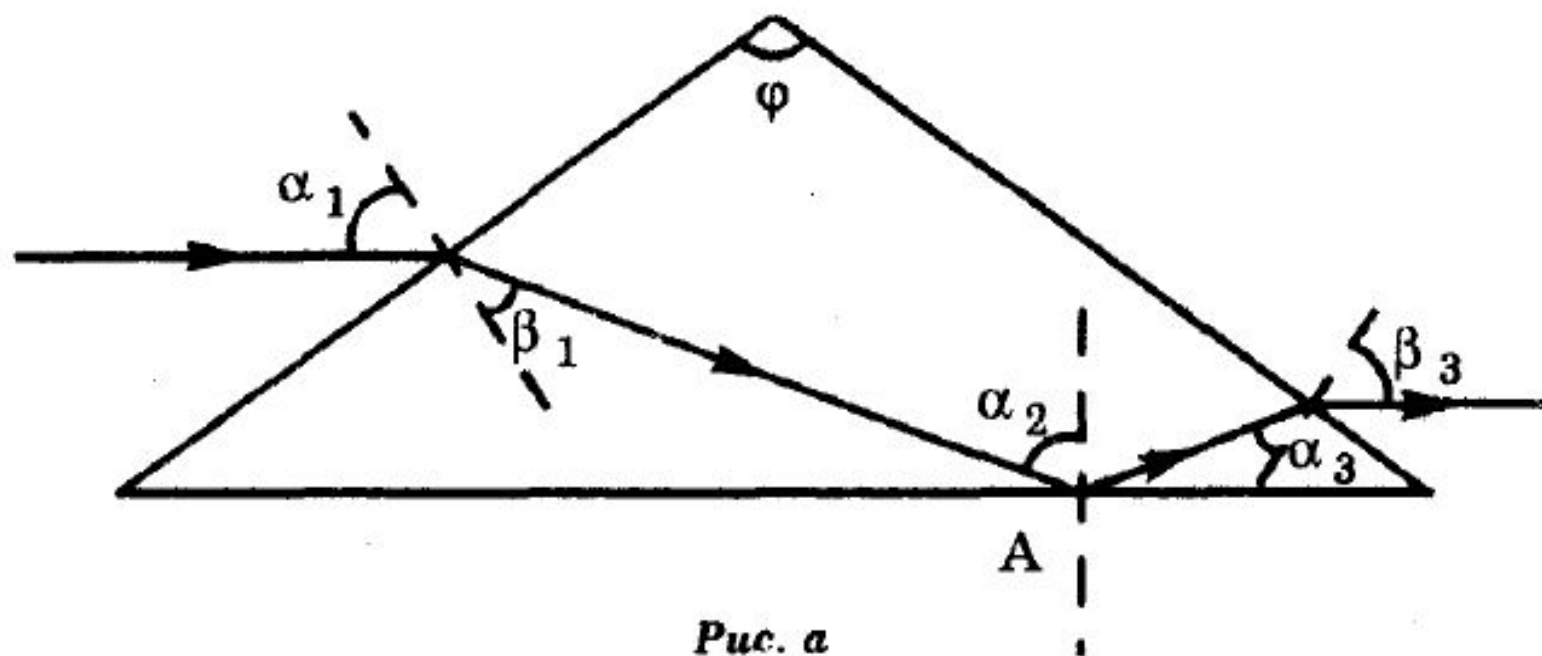
вид. $(k - \frac{1}{2})\lambda = 2h\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha}$. Отсюда видно, что при уменьшении угла α величина λ увеличивается (цвет пластинки смещается к красному концу спектра), а при увеличении угла α величина λ уменьшается (цвет смещается к фиолетовому концу спектра).

Ответ: *смещается к красному концу спектра; смещается к фиолетовому концу спектра*

Задача 2.

На боковую грань равнобедренной призмы падает луч, идущий параллельно основанию призмы. При каком условии луч, пройдя призму, не изменит своего направления?

Решение. Это возможно только в том случае, если луч испытает, помимо двух преломлений на боковых гранях призмы, полное отражение от основания призмы (см. рис. а). Тогда из



закона отражения можно вывести, что

закона отражения можно вывести, что $\beta_1 = \alpha_3$. Отсюда следует, что $\alpha_1 = \beta_3$, т. е. вышедший из призмы луч также параллелен основанию. Если точка A лежит посередине основания призмы, то луч не только сохраняет направление, но вышедший луч лежит на *продолжении* падающего. Выясним теперь, при каком соотношении прелом-

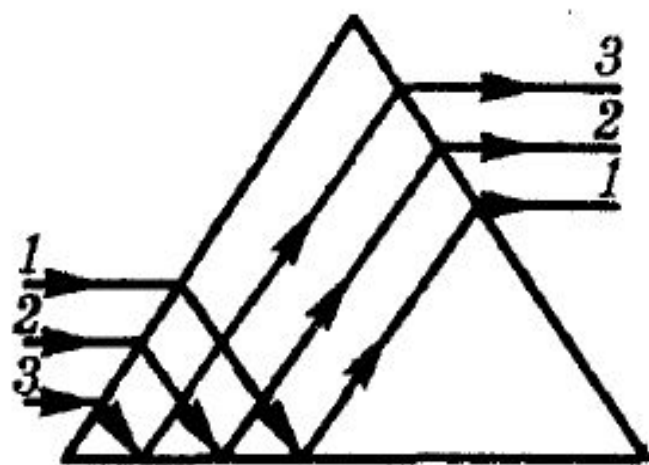


Рис. 6

ляющего угла φ призмы и ее показателя преломления n относительно окружающей среды возможен такой ход луча. Полное

отражение происходит при $\alpha_2 \geq \arcsin \frac{1}{n}$. Из соотношений $90^\circ + \beta_1 =$

$= \frac{\varphi}{2} + \alpha_2$, $\alpha_1 = \frac{\varphi}{2}$ и $\sin \beta_1 = \frac{\sin \alpha_1}{n}$ получаем $\beta_1 \geq \frac{\varphi}{2} + \arcsin \frac{1}{n} - 90^\circ$,

откуда $\sin \frac{\varphi}{2} \geq -n \cos \left(\frac{\varphi}{2} + \arcsin \frac{1}{n} \right)$. Заметим, что для справедлив-

ности этого неравенства достаточно выполнения условия $\frac{\varphi}{2} + \arcsin \frac{1}{n} < 90^\circ$, т. е. $\frac{1}{n} < \cos \frac{\varphi}{2}$. Чаще всего такие призмы используют при $\varphi = 90^\circ$, тогда условие $n > \frac{1}{\cos 45^\circ} = \sqrt{2}$ выполняется практически для всех сортов стекла. На рис. 6 показан результат прохождения параллельного пучка лучей через рассмотренную нами призму. Ее называют *оборотной*, потому что такая призма позволяет переворачивать изображение.