

Задача 5. Эффект просветления оптики (6 баллов)

Юный физик Иванов решил пронаблюдать в эксперименте эффект просветления оптики, состоящий в нанесении тончайших (толщиной около 100 нм) покрытий на внешнюю поверхность объективов фотоаппаратов для уменьшения потерь на отражение света и связанных с ним нежелательных бликов, повышенного светорассеяния и низкого контраста получаемых фотографий. От старших коллег он слышал, что просветления (увеличения светопропускания) обычно добиваются в зеленой области спектра на длине волны около 540 нм – области наибольшей чувствительности человеческого глаза – для чего необходимо нанести на объектив слой четвертьволновой толщины из фторида магния или фторида бария (показатель преломления обоих веществ $n_f = 1.38$). Однако, за неимением под рукой подобных материалов Иванов решил использовать глицерин, а для создания из него тонкой пленки – достаточно простой метод ‘spin-coating’, опробованный им при получении пленок с наночастицами селенида кадмия. Выбор глицерина в качестве просветляющего вещества он объяснил тем, что данная жидкость является прозрачной, практически не испаряется при комнатной температуре и имеет, как и в случае с фторидами магния и бария, показатель преломления $n_r = 1.44$ близкий к показателю преломления материала объектива, равному в данном случае $n_o = 1.41$. Использование жидкости для просветляющего слоя существенно ограничивало практическое применение данной методики, поскольку объектив приходилось располагать все время строго горизонтально, однако для наблюдения эффекта просветления этого было достаточно. После серии экспериментов с использованием профилометра (прибора для измерения толщин тонких пленок) Иванов смог подобрать нужное количество глицерина, при нанесении которого на поверхность вращающегося объектива получался равномерный слой толщиной $540/4 = 135$ нм. Однако, к большому удивлению юного физика просветления в зеленой области спектра не наступило, что было очевидно даже без эксперимента по пропусканию света через объектив.

Вопросы.

- 1) Как, не анализируя прошедший через объектив свет, Иванов понял, что допустил ошибку? (2 балла)
- 2) В чем именно состояла ошибка Иванова? (2 балла)
- 3) Какой толщины должна быть глицериновая пленка для достижения эффекта просветления на длине волны 540 нм? (2 балла)