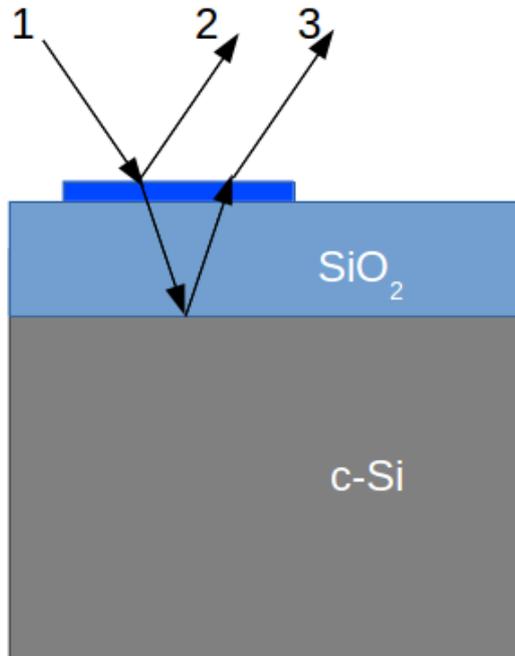


**Физика для школьников 7 – 11 класса (заочный тур)**  
**Решение задачи 2. Графен под микроскопом**



1. Чешуйки будут не видны в оптическом микроскопе, в атомно-силовом микроскопе картина не изменится.
2. Появление характерной фиолетовой окраски у оксидного слоя – результат интерференции света в этом слое. Толстая пленка оксида уже не имеет такой окраски. Лежащая на поверхности чешуйка имеет малую толщину, чтобы свет интерферировал в таком малом слое.

Запишем оптическую разность хода лучей 2 и 3 и приравняем условию минимума:

$$2hn = \frac{m\lambda}{2},$$

т. к. отражение происходит от оптически более плотной среды дважды, то скачок фазы  $\lambda/2$  не набегает.

При освещении белым светом будет наблюдаться окрашивание пленки, если выполняется условие минимума при интерференции. Минимальная толщина пленки оксида соответствует  $m = 1$ , а цвет, являющийся дополнительным к фиолетовому, – желтый. Ему соответствует длина волны  $\lambda = 580$  нм.

$$h = \frac{\lambda}{4n} \approx 100 \text{ нм}$$

3. Чешуйка вносит дополнительную разность хода  $2h_{\text{Graphene}}n_{\text{Graphene}} \approx 16$  нм.

Это может привести к тому, что минимум будет наблюдаться для длины волны 620 нм, соответствующей оранжевому диапазону видимого излучения.

$$2hn + 2h_{Graphene}n_{Graphene} = \frac{\lambda}{2} = 310\text{нм}$$

Если чешуйка будет в 3 раза толще, то дополнительно наберет 48 нм, и чешуйка окрасится в зеленый цвет, т. к. будет выполняться условие минимума для красного цвета  $\lambda = 680$  нм. А если в 3 раза тоньше, т. е. 1 нм, то никакой разницы в цвете мы не заметим, и чешуйка сольется с подложкой.

Справочные данные показателей преломления в видимой области

| Вещество         | $n$ ( $\lambda = 400$ нм) |
|------------------|---------------------------|
| Графен           | 2.70                      |
| SiO <sub>2</sub> | 1.47                      |
| c-Si             | 5.56                      |