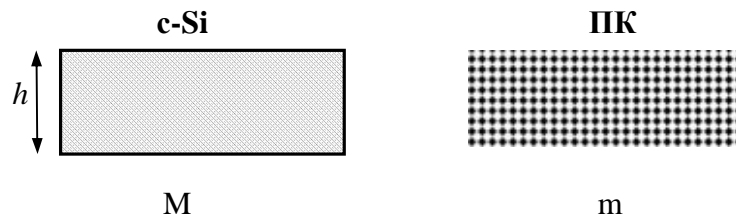


Поглощение света в пористом кремнии



Известно, что спектр пропускания полупроводника определяется шириной его запрещенной зоны, которая для кристаллического кремния (c-Si) равна $E_g = 1.1 \text{ эВ} = 1.76 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$. Энергия квантов света с длиной волны 600 нм превышает ширину запрещенной зоны c-Si, в результате чего свет поглощается, а коэффициент поглощения $\alpha \approx 2000 \text{ см}^{-1}$.

Пластинку из c-Si толщиной $h = 0.02 \text{ мм}$ и массой $M = 1 \text{ г}$ в процессе электрохимического травления превратили в пластинку пористого кремния (ПК), состоящего из кремниевых нанокристаллов с размерами (диаметрами) $d \ll h$ и общей массой $m = 0.2 \text{ г}$.

1. Какова величина пористости P ($P = V_{\text{пор}} / V$) получившегося ПК (**0.5 балла**)?
2. Как (во сколько раз) и почему изменится интенсивность света с длиной волны 600 нм, прошедшего через пластинку из c-Si, после ее трансформации в пластинку ПК той же толщины, но состоящей из нанокристаллов с $d = 10 \text{ нм}$ (**2 балла**)?
3. Как и почему изменится интенсивность прошедшего света, если размер $d = 2 \text{ нм}$ (**2.5 балла**)?

Для простоты можно пренебречь изменением коэффициента отражения, а в качестве простейшей модели можно полагать, что в нанокристаллах кремния с размерами порядка длины волны де-Бройля для электронов и дырок (примерно 3 нм) в результате квантового размерного эффекта происходит увеличение ширины запрещенной зоны до значения

$$E_{g1} \approx E_g + h^2 / (2md^2),$$

где $h = 6.63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$, d – размер нанокристалла, а эффективная масса $m \approx 0.3m_e = 2.73 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$.