

Задачи к курсу «Электродинамика твердотельных наноструктур и метаматериалов»

1. Брэгговское зеркало.

Рассчитать спектры отражения и пропускания брэгговского зеркала, состоящего из N пар $\lambda/4$ слоев GaAs/AlAs. Пусть диэлектрическая проницаемость GaAs (AlAs) равна 12 (9), а центральная частота стоп-зоны соответствует энергии фотона 1 эВ. Как велико должно быть число брэгговских пар N , чтобы коэффициент отражения в центре стоп-зоны превосходил $R = 0.9999$?

2. Брэгговский микрорезонатор.

Рассчитать спектры отражения и пропускания брэгговского микрорезонатора, состоящего из двух зеркал с N парами $\lambda/4$ слоев GaAs/AlAs и резонаторного GaAs или AlAs λ -слоя. Пусть резонансная частота соответствует энергии фотона 1 эВ. Как велико должно быть число брэгговских пар N , чтобы добротность микрорезонатора была $Q = 10000$?

3. Брэгговский микрорезонатор с экситон-поляритоном.

Рассчитать спектры отражения и пропускания брэгговского микрорезонатора, состоящего из двух зеркал с N парами $\lambda/4$ слоев GaAs/AlAs, резонаторного GaAs λ -слоя с 10 нм квантовой ямой InGaAs посередине λ -слоя. Диэлектрическая проницаемость квантовой ямы имеет экситонный резонанс, $\varepsilon(E) = \varepsilon_0 [1 + 2E_0\Delta / (E_0^2 - E^2 - iE\Gamma)]$, $E = \hbar\omega$ — частота света, E_0 — экситонный резонанс, Δ — экситонное продольно-поперечное расщепление, Γ — ширина экситонного резонанса. Расчеты провести, например, с $[\varepsilon_0, E_0, \Delta, \Gamma] = [12, 1 \text{ эВ}, 1 \text{ мэВ}, 0]$ и $[12, 1 \text{ эВ}, 1 \text{ мэВ}, 0.1 \text{ мэВ}]$ и сравнить то, что получилось.

4. Брэгговский микрорезонатор с экситон-поляритоном.

Рассчитать спектры отражения и пропускания брэгговского микрорезонатора, состоящего из двух зеркал с N парами $\lambda/4$ слоев GaAs/AlAs, резонаторного AlAs λ -слоя с 10 нм квантовой ямой GaAs посередине λ -слоя. Куда нужно поместить квантовую яму для того, чтобы получить ненулевое экситон-поляритонное расщепление? Как усилить это расщепление?