

Как упаковать наносферы в фотонный кристалл

Решение

1. Наносферы должны располагаться таким образом, чтобы каждый следующий ряд наносфер был смещен относительно предыдущего на половину диаметра наносферы (см. рис.i).

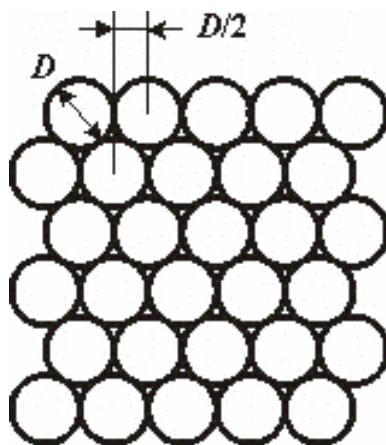


Рис.i.

2. Второй слой можно разместить над первым таким образом, чтобы центры наносфер этого слоя находились между центрами трех соседних наносфер первого слоя (см. рис.ii).

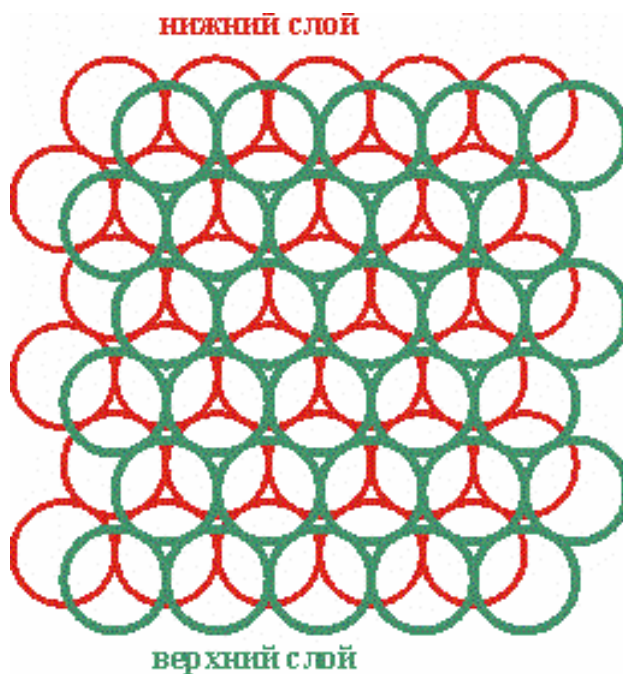


Рис.ii.

Третий слой может быть размещен двумя способами: так, чтобы центры наносфер третьего слоя располагались точно над наносферами первого слоя (см. рис.iii) или так, чтобы наносферы верхнего слоя располагались между наносферами первого слоя (см. рис.iv).

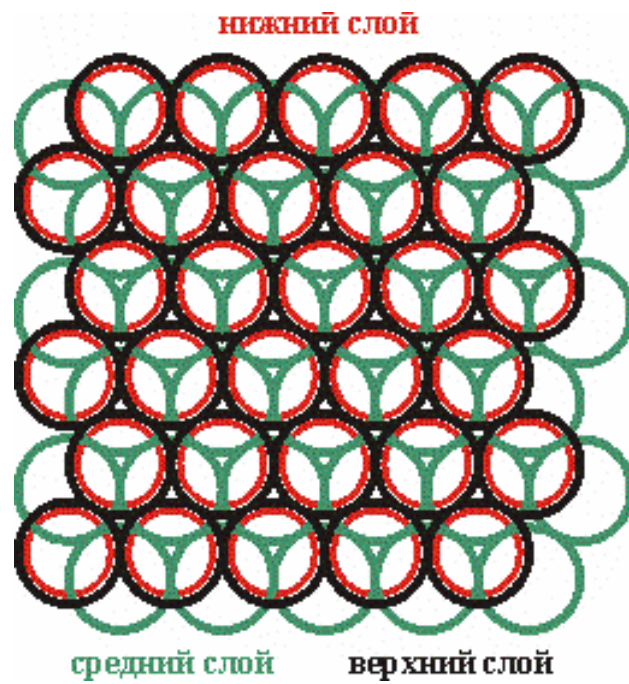


Рис.iii.

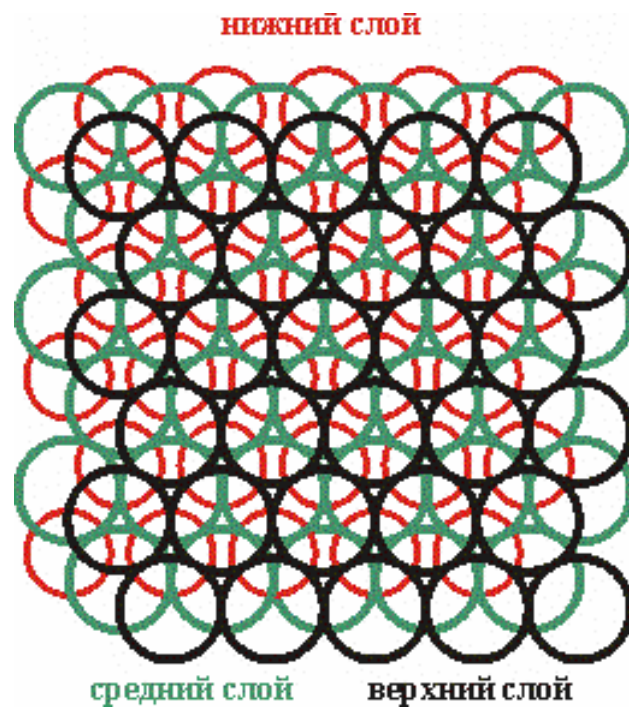


Рис.iv.

3. С двенадцатью. Если рассматривать рис.iii и iv видно, что каждая наносфера среднего слоя граничит с шестью наносферами своего слоя, тремя наносферами нижнего слоя и тремя наносферами верхнего слоя.

4. Максимально плотно упакованный слой наносфер может быть аппроксимирован тремя дифракционными решетками, расположенными под углами $2\pi/3$, как это показано на

рис.в красными, оранжевыми и зелеными линиями. Период d каждой из этих дифракционных решеток будет равен (см. голубой треугольник ABC рис.в) $d = D \cos\left(\frac{\pi}{6}\right) = D \frac{\sqrt{3}}{2}$.

Формула для дифракции света на решетке выглядит следующим образом: $d \sin \theta = m\lambda$, где d – период дифракционной решетки, θ – угол, под которым виден соответствующий дифракционный максимум, m – порядок дифракции, λ – длина волны света. Учитывая, что максимальный угол не может превышать значение $\theta = \pi/2$, и, соответственно, $\sin \theta = 1$, а минимальное значение модуля порядка дифракции $m = 1$, из условия $\lambda = d \frac{\sin \theta}{m} = d = D \frac{\sqrt{3}}{2}$, что приблизительно равно 433 нм.

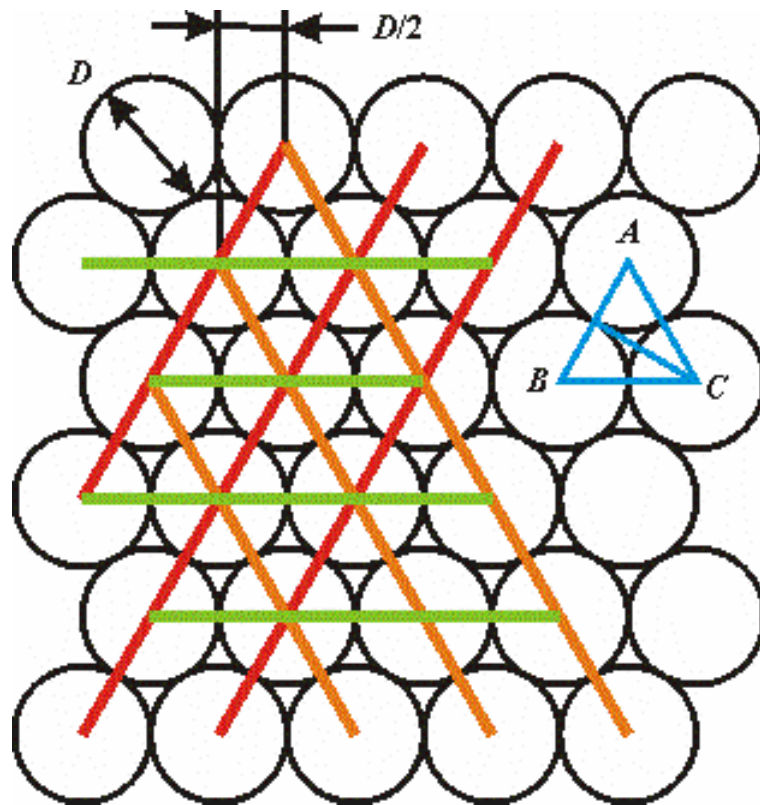


Рис.в.

Таким образом, на указанной структуре в указанной конфигурации возможна дифракция света с длиной волны не менее 433 нм.