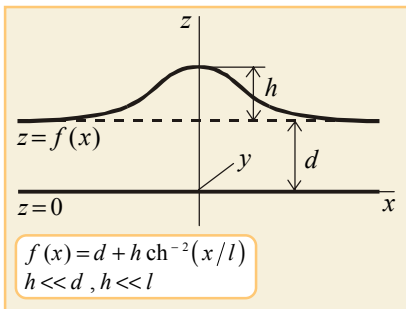


# задачи повышенной трудности

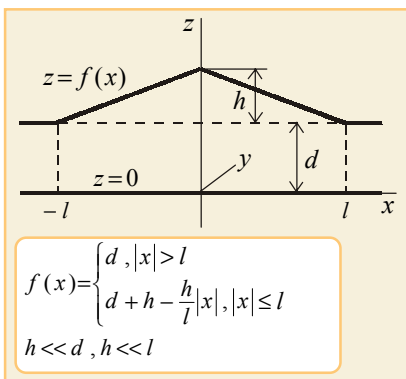
1

Прямозонный полупроводник находится в постоянном электрическом поле  $\mathbf{F}$ . Определить поведение коэффициента поглощения оптического излучения на частоте  $\omega$  в области  $\omega < \omega_0$ , где  $\hbar\omega_0 = E_g$ ,  $E_g$  - ширина запрещенной зоны. Эффективную массу считать заданной. Использовать квазиклассический подход.



2

Тонкая пленка имеет локальное утолщение (см. рис.). Определить спектр электронных состояний, локализованных в плоскости пленки вблизи выступа. При этом границу пленки считать бесконечно высоким потенциальным барьером, а движение электронов описывать в приближении эффективной массы. Воспользоваться приближением, учитывающим малость параметров  $h/d$  и  $h/l$ .



3

Условие то же, что и в задаче 2, но с другой формой выступа (см. рис.).

4

Найти спектр и плотность электронных состояний в первой зоне Бриллюэна для одномерной цепочки атомов, описываемой гамильтонианом

$$\hat{H} = \sum_{i,\sigma} \left\{ T(\hat{C}_{i,\sigma}^+ \hat{C}_{i-1,\sigma} + \hat{C}_{i,\sigma}^+ \hat{C}_{i+1,\sigma}) + T'(\hat{C}_{i,\sigma}^+ \hat{C}_{i-2,\sigma} + \hat{C}_{i,\sigma}^+ \hat{C}_{i+2,\sigma}) \right\} + \text{h.c.},$$

где  $i$  - номер узла цепочки,  $\sigma$  - спин электрона,  $C_{i,\sigma}^+$  и  $C_{i,\sigma}$  - соответственно операторы рождения и уничтожения электрона на узле,  $T$  и  $T'$  - матричные элементы взаимодействия соответственно с ближайшими соседними узлами и узлами, следующими за ближайшими. Построить соответствующий график. Исследовать линейный отклик такой системы на внешнее монохроматическое поле  $\mathbf{E}$  с частотой  $\omega$ .