

Задача:

Написать m-функцию **EnergyFrequency(meff, L, n)**, возвращающую значение n-ого энергетического уровня  $E_n$  (meV) и соответствующей угловой частоты  $\omega_n$  (rad\*s<sup>-1</sup>) для электрона в зоне проводимости полупроводника (с заданной относительной массой meff) в прямоугольной бесконечно глубокой потенциальной яме ширины L(нм). Все необходимые для расчета константы загрузить из созданного mat-файла. Вывести в консоль полученные значения  $E_n$ \_meV и  $\omega_n$ .

Фото задания:

## 1D-ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЯМА

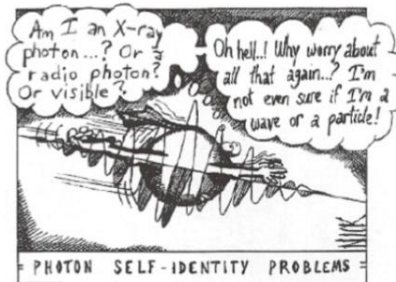
### Упражнение

Написать m-функцию **EnergyFrequency(meff, L, n)**, возвращающую значение n-го энергетического уровня  $E_n$  (meV) и соответствующей угловой частоты  $\omega_n$  (rad\*s<sup>-1</sup>) для электрона в зоне проводимости полупроводника (с заданной относительной эффективной массой meff) в прямоугольной бесконечно глубокой потенциальной яме ширины L (нм). Все необходимые для расчета константы загрузить из созданного mat-файла. Вывести в консоль полученные значения  $E_n$ \_meV и  $\omega_n$ .

Например, при обращении к функции **EnergyFrequency(meff, L, 2)** вывод в консоль:

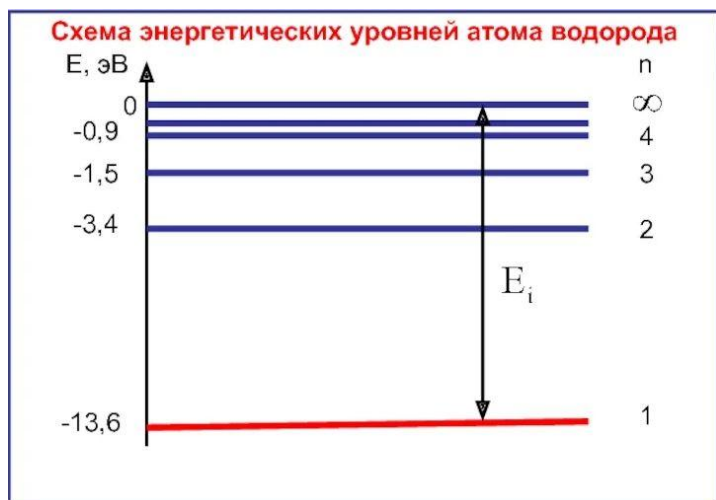
For an electron meff = X.XX, in L = XX nm:  
 $E_2 = 54$  meV;  $\omega_2 = 8e+13$  rad/s

Справка: doc function

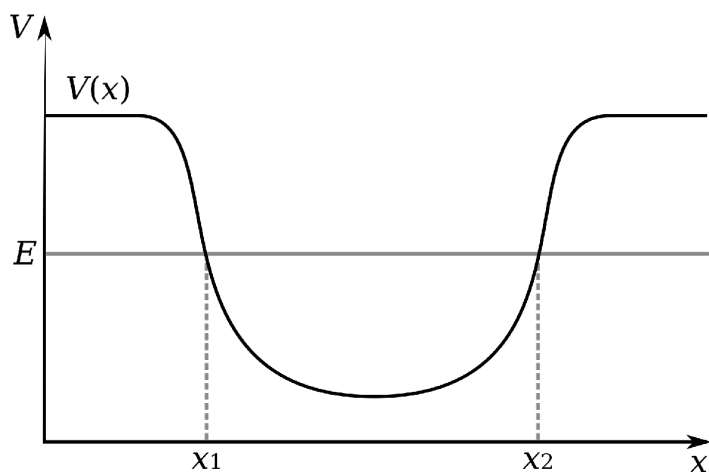


Теория:

**Энергетический уровень** — собственные значения энергии квантовых систем, то есть систем, состоящих из микрочастиц и подчиняющихся законам квантовой механики. Каждый уровень характеризуется определённым состоянием системы, или подмножеством таковых в случае вырождения. Разница между энергетическими уровнями определяет частоту кванта света, выделяемого или поглощаемого при переходе.



**Потенциальная яма** — область пространства, где присутствует локальный минимум потенциальной энергии частицы.



Решение:

Энергию состояния, описываемого волновой функцией  $\psi_n = C_n \sin\left(n \frac{\pi x}{L}\right)$ , получим подставив  $k_n = n \frac{\pi}{L}$  в

$$E = \frac{\hbar^2}{2m} k^2:$$

$$E_n = \frac{n^2 \hbar^2 \pi^2}{2mL^2}$$

,где  $n$  - номер орбитали,  $\hbar$  - постоянная Планка-Дирка,  $m$  - масса частицы ( по условию  $m = m_{eff} * m_0$ ,  $L$  - ширина потенциальной ямы(нм).

Угловая частота равна:

$$\omega_n = \frac{E_n}{\hbar}$$

Код матлаба:

- Основная часть:

```
EnergyFrequency(0.07, 20, 1:3);
```

```
For an electrton meff = 0.07, in L = 20 nm\n
E1 = 13 meV;w1 = 1e+35 rad/s
E2 = 54 meV;w2 = 5e+35 rad/s
E3 = 121 meV;w3 = 1e+36 rad/s
```

```
EnergyFrequency(0.07, 10, 1:3);
```

```
For an electrton meff = 0.07, in L = 10 nm\n
E1 = 54 meV;w1 = 5e+35 rad/s
E2 = 215 meV;w2 = 2e+36 rad/s
E3 = 483 meV;w3 = 5e+36 rad/s
```

```
datetime('now')
```

```
ans = datetime
12-Oct-2021 11:09:54
```

- Функция:

```
function [En, wn] = EnergyFrequency(meff, L_nm, n)
    disp(['For an electrton meff = ', num2str(meff), ', in L = ', num2str(L_nm), ' nm\n']);
    load('constans.mat', 'hbar', 'm0', 'J2eV');
    En = (n * pi * hbar / (L_nm * 1e-9)).^2 ./ (2 * meff * m0);
    En = En * J2eV * 1e3;
    wn = En / hbar;
    fprintf('E%i = %3i meV;w%i = %1.0e rad/s\n', [n; round(En); n; wn]);
end
```