

تمرین درس الکترونیک ۱ - سری اول

۱- تمرین‌های زیر را از فصل اول کتاب حل کنید.

۱ ۴ ۵ ۶ ۸ ۱۰ ۱۳ ۱۶ ۱۷

۲- مواد زیر را در نظر بگیرید.

گالیم (Ga)

آرسنیک (As)

گالیم آرسنیک (GaAs) (با به طور متوسط ۴ الکترون در لایه‌ی ظرفیت)

ایندیم گالیم آرسنیک فسفر (InGaAsP) (با به طور متوسط ۴ الکترون در لایه‌ی ظرفیت)

ژرمانیوم (Ge)

کربن (به صورت الماس)

- کدامیک از این مواد را می‌توان به عنوان نیمه‌هادی استفاده کرد؟
- کدامیک از این مواد را می‌توان به عنوان ناخالصی استفاده کرد؟

برای پاسخ دادن به این سوال می‌توانید از شکل زیر که بخشی از جدول تناوبی عناصر را نشان می‌دهد کمک بگیرید.

	III A	IV A	V A	VIA
	5	6	7	8
	B	C	N	O
	13	14	15	16
	Al	Si	P	S
III B				
30	31	32	33	34
Zn	Ga	Ge	As	Se
48	49	50	51	52
Cd	In	Sn	Sb	Te

۳- چگالی ذاتی حامل‌ها در نیمه‌هادی تابعی از دما است. رابطه‌ی زیر چگونگی این ارتباط را توصیف می‌کند.

$$n_i^2 = BT^3 e^{-\frac{E_G}{KT}} \quad (cm^{-3})$$

$$K = 8.62 \times 10^{-5} \quad (eV/^{\circ}K) \quad \text{and for Si:} \quad E_G = 1.12 \quad (eV), \quad B = 5.4 \times 10^{31} \quad (cm^{-3})$$

- با استفاده از نرم‌افزار MATLAB، چگالی ذاتی حامل‌ها را برای یک قطعه سیلیکن در محدوده‌ی ۳۰۰ تا ۴۰۰ درجه‌ی کلون محاسبه و رسم کنید. با افزایش دما، چگالی ذاتی حامل‌ها چگونه تغییر می‌کند؟ (افزایش یا کاهش؟، به صورت خطی، نمایی یا ...)

- وقتی دما از ۳۰۰ درجه‌ی کلوین به ۳۱۰ درجه می‌رسد چگالی ذاتی حامل‌ها به چه نسبتی تغییر می‌کند؟ در دهه‌های دمایی بعد چگونه؟
- در یک دیود پیوندی، اگر چگالی ناخالصی تزریق شده خیلی بیشتر از چگالی ذاتی حامل‌ها باشد چگالی حامل‌ها به صورت زیر است:

$$n_N = N_D, \quad p_N = \frac{n_i^2}{N_D}, \quad n_P = \frac{n_i^2}{N_A}, \quad p_P = N_A,$$

بر این اساس و با استفاده از نتایج قسمت قبل، قاعده‌ی سرانگشتی زیر را توجیه کنید.
 «به ازای هر ده درجه افزایش دما، جریان اشباع معکوس تقریباً دو برابر می‌شود.»

۴- در یک دیود پیوندی، اختلاف پتانسیل تماس تابعی از دما است. رابطه‌ی زیر چگونگی این ارتباط را توصیف می‌کند.

$$V_0 = \frac{KT}{q} \ln \frac{N_A N_D}{n_i^2} \quad \& \quad n_i^2 = BT^3 e^{-\frac{E_G}{KT}} \quad (cm^{-3})$$

- با استفاده از نرم‌افزار MATLAB، اختلاف پتانسیل تماس را برای یک دیود سیلیکونی در محدوده‌ی ۳۰۰ تا ۴۰۰ درجه‌ی کلوین محاسبه و رسم کنید. با افزایش دما، اختلاف پتانسیل تماس چگونه تغییر می‌کند؟ (افزایش یا کاهش؟، به صورت خطی، نمایی یا ...)
- وقتی دما از ۳۰۰ درجه‌ی کلوین به ۳۰۱ درجه می‌رسد اختلاف پتانسیل تماس به چه میزانی تغییر می‌کند؟ در دماهای دیگر چگونه؟
- آیا ارتباطی بین نتیجه‌ی قسمت قبل و قاعده‌ی سرانگشتی زیر وجود دارد؟
 «به ازای هر ده درجه افزایش دما، ولتاژ مستقیم دیود تقریباً ۲/۵ میلی‌ولت کاهش می‌یابد.»

۵- پدیده‌های شکست (شکست ضرب بهمنی و شکست زبری) را توضیح دهید.

۶- در دیودهایی که عامل اصلی شکست، پدیده‌ی «ضرب بهمنی» است با افزایش دما، مقدار ولتاژ شکست معکوس افزایش می‌یابد. در مقابل، در دیودهایی که عامل اصلی شکست، پدیده‌ی «شکست زبری» است با افزایش دما، مقدار ولتاژ شکست معکوس کاهش می‌یابد. علت را توضیح دهید.