

نام درس: قطعات نیمه رسانا

رشته تحصیلی و کد درس: فیزیک حالت جامد

۱۱۱۳۰۳۸

کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از ماشین حساب

مجاز است.

تعداد سؤالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

زمان آزمون: تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰ دقیقه

آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

امام علی<sup>(ع)</sup>: برتری مردم به یکدیگر، به دانش‌ها و خردهاست؛ نه به ثروت‌ها و تبارها.

۱. یک عنصر پنج ظرفیتی را به عنوان اتم جانشین در یک بلور سیلیسیم کامل وارد می‌کنیم در اینصورت:

الف. همراه بار منفی متحرک باقیمانده در اتم ناخالصی حفره باز ترکیب می‌شود.

ب. یک بار مثبت غیرمتحرک در اتم‌های ناخالصی جانشین شده بر جای می‌ماند.

ج. اگر یونش کامل باشد، تعداد حفره‌ها بیشتر از اتم‌های ناخالصی خواهد بود.

د. مقدار  $E_g$  برابر  $E_d + E_v$  خواهد شد.

۲. چگالی پذیرنده‌های یونیده  $N_a^-$  با حالت‌های اشغال شده پذیرنده برابر است با:  $N_a^- = \frac{N_a}{1 + \frac{1}{4} e^A}$  مقدار  $A$  برابر کدام مقدار است؟

الف.  $\frac{E_d + E_f}{KT}$  د.

ب.  $\frac{E_d - E_f}{KT}$  ج.

ج.  $\frac{E_a + E_f}{KT}$  د.

د.  $\frac{E_a - E_f}{KT}$

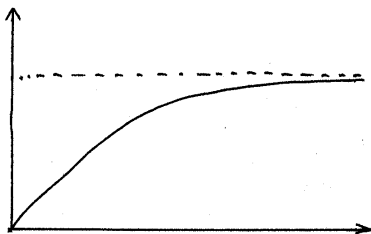
۳. نمودار مقابل بیانگر چیست؟

الف. تحرک الکترون بر حسب دما

ب. تحرک الکترون - حفره بر حسب تراکم ناخالصی

ج. سرعت سوق بر حسب میدان الکتریکی

د. تراکم حامل‌ها بر حسب دما



۴. برای یک نمونه سیلیسیم در دمای اتاق:  $D_n = 38 \frac{cm^2}{s}$  و  $D_p = 13 \frac{cm^2}{s}$  می‌باشند. نسبت  $\frac{\mu_n}{\mu_p}$  تقریباً برابر است با تقریباً:

الف. ۰/۰۳

ب. ۴/۶۱

ج. ۱/۸۷

د. ۲/۹۲

۵. کدام گزینه در مورد بازترکیب غیرمستقیم درست است؟

الف. احتمال به دام افتادن الکترون وابسته به شرایط تعادل و عدم تعادل است.

ب. احتمال گسیل حفره وابسته به شرایط تعادل و عدم تعادل است.

ج. احتمال به دام افتادن الکترون وابسته به شرایط تعادل و احتمال گسیل حفره مستقل از شرایط تعادل است.

د. احتمال به دام افتادن الکترون و گسیل آن از شرایط تعادل و عدم تعادل مستقل است.

تعداد سؤالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴  
زمان آزمون: تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰ دقیقه  
آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

نام درس: قطعات نیمه رسانا  
رشته تحصیلی و کد درس: فیزیک حالت جامد  
۱۱۱۳۰۳۸

کد سری سؤال: یک (۱) استفاده از ماشین حساب مجاز است.

۶. حضور ناپیوستگی در ساختار شبکه در سطح نیمرسانا:

- الف. آهنگ باز ترکیب را تغییر نمی‌دهد.  
ب. تعداد زیادی از حالت های انرژی رادر گاف ممنوع تولید می‌کند.  
ج. آهنگ باز ترکیب در ناحیه سطح را به شدت کاهش می‌دهد.  
د. ترازهای انرژی را ثابت نگه می‌دارد.  
۷. در یک نیمرسانای ناهمگن اگر  $N_d(x) = A n_i$  باشد انرژی  $E_i$  برابر است با:

الف.  $E_f + KT \ln A$  ب.  $E_f - KT \ln A$  ج.  $E_f + \frac{KT}{A} \ln N_c$  د.  $E_f - \frac{KT}{A} \ln N_c$

۸. با استفاده از معادله پواسون می‌توان:

- الف. ترازهای پتانسیل فرمی را محاسبه کرد.  
ب. رابطه بین نواحی باردار با میدان الکتریکی را پیدا کرد.  
ج. احتمال انتقال ترازها را بدست آورد.  
د. تغییرات پتانسیل نسبت به ابعاد را محاسبه نمود.  
۹. اگر پتانسیل داخلی دو برابر شود عرض لایه تهی چند برابر می‌شود؟

الف.  $\frac{1}{p}$  ب. ۲ ج.  $\sqrt{2}$  د. ۴

۱۰. نسبت جریان حامل اقلیتی به سرعت باز ترکیب سطحی به ازای  $x = W_n$  کدام است؟

الف.  $qA \Delta P_n$  ب.  $\frac{q \Delta P_n}{A}$  ج.  $\frac{A \Delta P_n}{q}$  د.  $qA \sqrt{\Delta P_n}$

۱۱. کدام گزینه در مورد دیوید ایساکی درست است؟

- الف. در جریان های خیلی بالا احتمال تونل زنی ناچیز است.  
ب. جریان تونلی به تغییر دما بسیار حساس است.  
ج. زمان لازم برای تونل زنی دیود ایساکی بسیار زیاد است.  
د. سرعت کلید زنی دیود ایساکی بسیار کم است.

۱۲. برای یک دیود  $g_D = 0.04 \Omega^{-1}$  و  $\tau_p = 1 \mu s$  ظرفیت پخشی دیود چند فاراد است؟

الف.  $5 \times 10^{-7} F$  ب.  $2.5 \times 10^{-8} F$  ج.  $2 \times 10^{-8} F$  د.  $4.2 \times 10^{-8} F$

۱۳. جریان تولید شده توسط نور در مقاومت بار:

- الف. باعث خزیدن حفره ها از سد پتانسیل به بالا می‌شود.  
ب. باعث خزیدن الکترون های طرف  $P$  از سد پتانسیل به بالا می‌شود.  
ج. در خلاف جهت جریان اشباع معکوس پیوندگاه  $P-n$  است.  
د. در همان جهت جریان اشباع معکوس پیوندگاه  $P-n$  است.

تعداد سؤالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴  
زمان آزمون: تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰ دقیقه  
آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

نام درس: قطعات نیمه رسانا  
رشته تحصیلی و کد درس: فیزیک  
۱۱۱۳۰۳۸

کد سری سؤال: یک (۱) استفاده از ماشین حساب مجاز است.

۱۴. برای بهینه شدن کارایی باتری خورشیدی:

- الف. باید  $I_{mp}$  کوچک باشد.  
ب. باید  $V_{mp}$  کوچک باشد.  
ج. باید  $I_{mp}$  و  $V_{mp}$  بزرگ باشند.  
د. باید  $\sqrt{I_{mp} + V_{mp}}$  کوچک باشد.

۱۵. در یک باتری نیمرسانا اگر  $n = 3$  باشد نور بازتابیده به چند درصد می‌رسد؟ جمله  $\left(\frac{\lambda\alpha}{4\pi}\right)^2$  ناچیز است.

- الف. ۷۵٪ ب. ۲۵٪ ج. ۴۵٪ د. ۳۰٪

۱۶. کارایی کوانتومی داخلی کلی برابر است با:

- الف.  $\eta\gamma$  ب.  $\frac{\eta_i}{T}$  ج.  $\frac{\eta_i}{1+\alpha}$  د.  $\frac{\eta}{\gamma}$

۱۷.  $G_o$  رسانایی کانال بدون لایه‌های تهی با کدام کمیت متناسب است؟

- الف.  $\frac{1}{a}$  ب.  $\frac{1}{Z}$  ج.  $\frac{1}{N_d}$  د.  $\frac{1}{L}$

۱۸. ترانسانایی عرضی مؤثر برای مقادیر کوچک  $g_m R_s$  برابر است با:

- الف.  $g_m$  ب.  $\frac{1}{2} g_m$  ج.  $\sqrt{g_m}$  د.  $g_m^2$

۱۹. در یک ترانزیستور در کدام ناحیه هر دو پیوندگاه گسیلنده و گردآور دارای پیش ولت موافق هستند؟

- الف. فعال عادی ب. قطع ج. اشباع د. تهی و بار فضائی

۲۰. در حالتی که  $\frac{x_B}{L_n} \ll 1$  باشد اگر مقدار  $x_B$  دوبرابر شود، زمان‌گذار پایه در ترانزیستور چند برابر می‌شود؟

- الف. ۲ ب.  $\frac{1}{2}$  ج. ۴ د.  $\frac{1}{4}$

نام درس: قطعات نیمه رسانا

رشته تحصیلی و کد درس: فیزیک

۱۱۱۳۰۳۸

کد سری سؤال: یک (۱)

استفاده از ماشین حساب

مجاز است.

تعداد سؤالات: تستی: ۲۰ تشریحی: ۴

زمان آزمون: تستی: ۶۰ تشریحی: ۶۰ دقیقه

آزمون نمره منفی دارد ○ ندارد ⊗

## «سؤالات تشریحی»

۱. چگالی حالت‌های قابل دسترس با تابع زیر بیان می‌شود: (۱/۲۵ نمره)

$$N(E) = \frac{4\pi}{h^3} (2m_e)^{\frac{3}{2}} (E - E_c)^{\frac{1}{2}}$$

تعداد کل الکترون‌ها در نوار رسانش را با استفاده از چگالی حالت‌ها و احتمال اشغال برحسب کمیت‌های  $E_c$ ،  $E_f$ ،  $T$  و ثابت‌ها به دست آورید.

۲. ویژگی‌های یک دیود پیوندی  $P-n$  به صورت زیر است (۲/۲۵ نمره)

$$N_d = 10^{15} \quad , \quad N_a = 4 \times 10^{17} \quad , \quad \tau_n = \tau_p = 2 \mu s \quad A = 0.02 \text{ cm}^2$$

فرض کنید عرض دو طرف پیوندگاه از طول پخش حامل اقلیتی متناظر بزرگتر باشد.

الف. جریان اشباع را حساب کنید.

ب. ولتاژ اعمال شده در جریان مستقیم  $2 \text{ mA}$  را در دمای اتاق ( $300^\circ \text{ K}$ ) حساب کنید. تحرک الکترون در طرف  $P$  برابر  $120 \frac{\text{cm}^2}{\text{V-s}}$

و تحرک حفره در طرف  $n$  برابر  $1100 \frac{\text{cm}^2}{\text{V-s}}$  می‌باشند.  $n_i = 1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$  و  $V_T = 26 \text{ mV}$

۳. جذب (در آشامی) نوری در نیمرسانا را توضیح داده و رابطه زیر را نتیجه‌گیری کنید: (۱/۷۵ نمره)

$$F_t = F(d) = F_{ph} e^{-\alpha d}$$

۴. جریان نشی در یچه و ولتاژ شکست در یک  $JFET$  را توضیح دهید. (۱/۷۵ نمره)