کد کنترل

710

C

710C

جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
سازمان سنجش آموزش کشور

«در زمینه مسائل علمی، باید دنبال قلّه بود.»
مقام معظم رهبری

عصر جمعه
۱۴۰۲/۱۲/۰۴

دفترچه شماره ۳ از ۳

آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌متمرکز) ــ سال ۱۴۰۳

فنّاوری نانو (کد ۲۳۶۳)

تعداد سؤال: ۵۵ — مدت‌زمان پاسخگویی: ۱۳۵ دقیقه

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤال‌ها

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	ریاضی و فیزیک (ریاضی عمومی (۱ و ۲)، ریاضی فیزیک (۱ و ۲)، فیزیک پایه (۱ و ۲))	۲۵	۱	۲۵
۲	مبانی نانوتکنولوژی	۱۰	۲۶	۳۵
۳	نانومواد	۱۰	۳۶	۴۵
۴	ادوات نیمه‌هادی پیشرفته	۱۰	۴۶	۵۵

استفاده از ماشین‌حساب مجاز نیست.

این آزمون، نمره منفی دارد.

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و ...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول زیر، به‌منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤال‌ها، نوع و کد کنترل درج‌شده بر روی دفترچه سؤال‌ها و پایین پاسخنامه‌ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

ریاضی و فیزیک (ریاضی عمومی (۱ و ۲)، ریاضی فیزیک (۱ و ۲)، فیزیک پایه (۱ و ۲)):

۱- اندازهٔ تفاضل مقادیر ممکن برای $z = \sqrt{1+\sqrt{3}i}$، کدام است؟

۱) $\sqrt{2}$

۲) $2\sqrt{2}$

۳) $\sqrt{3}$

۴) $2\sqrt{3}$

۲- مقدار $\lim_{x\to 0} (2e^{\sqrt{|x|}} \sin^2 \frac{1}{x} - 1 + \cos\frac{2}{x})$، کدام است؟

۱) صفر

۲) ۲

۳) $+\infty$

۴) حد وجود ندارد.

۳- اگر $x = \int_0^y \frac{1}{\sqrt{1+4t^2}} dt$ باشد، حاصل عبارت $\frac{d^2y}{dx^2}$، کدام مورد است؟

۱) $8y$

۲) $6y$

۳) $4y$

۴) $2y$

۴- فاصلهٔ همگرایی سری $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}(\frac{x-1}{x})^n$، کدام است؟

۱) $x \le \frac{1}{2}$

۲) $x \ge \frac{1}{2}$

۳) $0 < x < 1$

۴) $-\frac{1}{2} < x < \frac{1}{2}$

۵- سطحی با معادله $z = x^۳ + y^۳ - ۳xy$ مفروض است. نوع نقاط ایستایی (بحرانی)، به‌ترتیب، در نقاط $(۰ , ۰)$ و $(۱ , ۱)$ کدام‌اند؟

۱) مینیمم نسبی ـ نقطه زینی
۲) نقطه زینی ـ ماکزیمم نسبی
۳) نقطه زینی ـ مینیمم نسبی
۴) ماکزیم نسبی ـ نقطه زینی

۶- مقدار $\iint_D \frac{x+y}{\sqrt{x^۲+y^۲}}\,dxdy$ که در آن، D ناحیهٔ محصور به منحنی $x^۲+y^۲=a^۲$، $x \geq ۰$ و $y \geq ۰$ می‌باشد، کدام است؟

۱) $a^۲$
۲) a
۳) $-a$
۴) $-a^۲$

۷- مقدار $\oint_C ydx + ۳xdy$ روی بیضی $C : x^۲ + ۴y^۲ = ۱$، کدام است؟

۱) ۴π
۲) ۲π
۳) π
۴) $\frac{\pi}{۲}$

۸- مقدار $\iint_\sigma \vec{F}.\vec{n}\,d\sigma$ که در آن، $\vec{F}=\left(\frac{x^۳}{a^۲}, \frac{y^۳}{b^۲}, \frac{z^۳}{c^۲}\right)$ و σ سطح بیضی‌گون $\frac{x^۲}{a^۲}+\frac{y^۲}{b^۲}+\frac{z^۲}{c^۲}=۱$ و $\vec{n}$ بردار قائم یکه، رو به خارج رویه σ است، چند برابر $|abc|$ است؟

۱) ۴π
۲) $\frac{۴\pi}{۵}$
۳) $\frac{۹\pi}{۵}$
۴) $\frac{۱۲\pi}{۵}$

۹- اگر بردارهای $\vec{A}=۳\hat{i}+\hat{j}-۲\hat{k}$ و $\vec{B}=\hat{i}-۳\hat{j}+۴\hat{k}$ توصیف‌کنندهٔ قطرهای یک متوازی‌الاضلاع باشند، مساحت متوازی‌الاضلاع کدام است؟

۱) $۲\sqrt{۳}$
۲) $۳\sqrt{۶}$
۳) $۵\sqrt{۳}$
۴) $۶\sqrt{۶}$

۱۰- بردار واحد عمود بر سطح بیضیوار $x^2+2y^2+z^2=3$ در نقطهٔ $(1,0,1)$ کدام است؟

۱) $\frac{\hat{i}+2\hat{k}}{\sqrt{5}}$

۲) $\frac{2\hat{i}+\hat{k}}{\sqrt{5}}$

۳) $\frac{2\hat{i}+2\hat{j}+\hat{k}}{3}$

۴) $\frac{2\hat{i}+\hat{j}+2\hat{k}}{3}$

۱۱- انتگرال خطی $\int_{(0,0)}^{(2,1)}\vec{F}.d\vec{\ell}$ که در آن $F=xy\hat{i}-y^2\hat{j}$، بر روی مسیر $y=\frac{x^2}{4}$ کدام است؟

۱) $\frac{1}{3}$

۲) $\frac{2}{3}$

۳) ۱

۴) $\frac{5}{3}$

۱۲- u و v توابع اسکالر دلخواه هستند و $\vec{B}=(\vec{\nabla}u)\times(\vec{\nabla}v)$. اگر $\vec{B}=\vec{\nabla}\times\vec{A}$ باشد، آنگاه $\vec{A}$ کدام است؟

۱) $\frac{1}{2}(u\vec{\nabla}v-v\vec{\nabla}u)$

۲) $u\vec{\nabla}v-v\vec{\nabla}u$

۳) $\frac{1}{2}(u\vec{\nabla}v+v\vec{\nabla}u)$

۴) $u\vec{\nabla}v+v\vec{\nabla}u$

۱۳- اگر ماتریس $B=\begin{pmatrix}0&1\\1&0\end{pmatrix}$، آنگاه $e^{iB\frac{\pi}{3}}$ کدام است؟

۱) $\begin{pmatrix}0&e^{i\frac{\pi}{3}}\\e^{i\frac{\pi}{3}}&0\end{pmatrix}$

۲) $\frac{1}{2}\begin{pmatrix}1&i\sqrt{3}\\i^{i\frac{\pi}{3}}&-1\end{pmatrix}$

۳) $\frac{1}{2}\begin{pmatrix}1&i\sqrt{3}\\-i\sqrt{3}&1\end{pmatrix}$

۴) $\frac{1}{2}\begin{pmatrix}1&i\sqrt{3}\\i\sqrt{3}&1\end{pmatrix}$

۱۴- وارون ماتریس $\begin{pmatrix}2&i\\-i&1\end{pmatrix}$ کدام است؟

۱) $\begin{pmatrix}1&i\\-i&2\end{pmatrix}$

۲) $\begin{pmatrix}2&-i\\i&1\end{pmatrix}$

۳) $\begin{pmatrix}2&i\\-i&1\end{pmatrix}$

۴) $\begin{pmatrix}1&-i\\i&2\end{pmatrix}$

۱۵- ماندهٔ تابع $f(z)=\frac{8z+1}{z(1-z)}$ در ناحیه‌ای که $0<|z|<1$ کدام است؟

۱) -9

۲) -1

۳) 1

۴) 9

۱۶- حاصل انتگرال $\oint_c \tan z\,dz$ کدام است؟ (c دایره‌ای به شعاع ۲ و به مرکز مبدأ مختصات است.)

۱) $-4\pi i$

۲) $-2\pi i$

۳) $2\pi i$

۴) $4\pi i$

۱۷- بخش موهومی عدد $(-3)^{\frac{i}{\pi}}$ کدام است؟

۱) $-e^{-1}\cos(\frac{\ln 3}{\pi})$

۲) $-e^{-1}\sin(\frac{\ln 3}{\pi})$

۳) $e^{-1}\cos(\frac{\ln 3}{\pi})$

۴) $e^{-1}\sin(\frac{\ln 3}{\pi})$

۱۸- در یک سیم رسانا، جریان الکتریکی با آهنگ ثابت، در مدت زمان ۱۰ ثانیه از صفر به ۵ آمپر می‌رسد. در این مدت چند کولن بار الکتریکی از سیم عبور کرده است؟

۱) $5\sqrt{10}$

۲) $10\sqrt{5}$

۳) ۲۵

۴) ۵۰

۱۹- در ناحیه‌ای از فضا میدان مغناطیسی یکنواخت با شدت یک تسلا وجود دارد. در این ناحیه، پروتونی را با تکانهٔ $3/2\times10^{-21}$ کیلوگرم‌متر بر ثانیه، عمود بر خطوط میدان، پرتاب می‌کنیم. شعاع دایره‌ای که پروتون طی می‌کند چند سانتی‌متر است؟

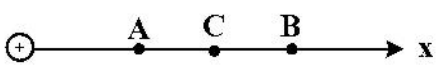
۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) ۴

۲۰- یک بار نقطه‌ای مثبت در مبدأ مختصات قرار دارد. مطابق شکل، نقاط A، B و C بر روی محور x واقع‌اند. نقطهٔ C در وسط فاصلهٔ A و B است. میدان الکتریکی در نقطهٔ A برابر با ۳۶ ولت بر متر و در نقطهٔ B برابر با ۹ ولت بر متر است. میدان الکتریکی در نقطه C چند ولت بر متر است؟



۱) ۱۶

۲) $16\sqrt{2}$

۳) ۲۵

۴) $25\sqrt{2}$

۲۱- جسمی به جرم یک کیلوگرم بر روی سطح افقی قرار دارد. ضریب اصطکاک بین جسم و سطح، برابر با $\frac{۱}{\sqrt{۳}}$ است. اندازه و جهت کمترین نیروی لازم برای به حرکت درآوردن جسم، کدام است؟ (شتاب جاذبه زمین را $g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$ بگیرید.)

۱) ۵نیوتون تحت زاویهٔ ۳۰° نسبت به راستای افقی
۲) ۵ نیوتون تحت زاویهٔ ۶۰° نسبت به راستای افقی
۳) ۱۰ نیوتون تحت زاویهٔ ۳۰° نسبت به راستای افقی
۴) ۱۰نیوتون تحت زاویهٔ ۶۰° نسبت به راستای افقی

۲۲- گلوله‌ای را با سرعت اولیه $v_۰ ۷$ به‌طور عمود از سطح زمین به بالا پرتاب می‌کنیم. در چه ارتفاعی انرژی جنبشی و پتانسیل آن برابرند؟

۱) $\frac{۴v_۰^۲}{۴g}$
۲) $\frac{v_۰^۲}{۲g}$
۳) $\frac{v_۰^۲}{۴g}$
۴) $\frac{۲v_۰^۲}{g}$

۲۳- بردار مکان ذره‌ای برحسب زمان به شکل $\vec{r} = ۲t\hat{i} - (t^۲ - ۱)\hat{j}$ است. معادلهٔ مسیر حرکت این ذره کدام است؟

۱) $x = y^۲ - ۱$
۲) $x^۲ = ۴ - ۴y$
۳) $y = ۱ - ۴x^۲$
۴) $y = ۲x^۲ - ۴$

۲۴- گلوله‌ای به جرم یک کیلوگرم بر یک مسیر دایره‌ای حرکت می‌کند. اندازه سرعت ذره ثابت و برابر با ۲ متر بر ثانیه است. اندازه تغییر تکانهٔ ذره وقتی که یک چهارم مسیر دایره را طی می‌کند، چند کیلوگرم متر بر ثانیه است؟

۱) صفر
۲) $\sqrt{۲}$
۳) ۲
۴) $۲\sqrt{۲}$

۲۵- ذره‌ای در مدت ۱۰ ثانیه مسافت ۶۰ متر را طی می‌کند. اگر شتاب این ذره ثابت بوده باشد و در این مدت، سرعت آن ۵ برابر شده باشد، شتاب آن چند متر بر مجذور ثانیه بوده است؟

۱) ۰/۴
۲) ۰/۶
۳) ۰/۸
۴) ۱/۲

مبانی نانوتکنولوژی:

۲۶- کدام روش برای دیدن نانوذرات بر روی سطح، کاربرد ندارد؟

۱) SEM
۲) STM
۳) FTIR
۴) AFM

۲۷- یک نانوذره نیمه‌هادی با گاف انرژی ۲ الکترون ولت و یک نقطه کوانتومی از همان ماده با گاف انرژی ۲/۵ الکترون ولت در نظر بگیرید. با فرض اینکه نور قرمز با طول موج ۶۰۰ نانومتر بر این دو ساختار فرودآید، جذب در کدام‌یک بیشتر است؟

۱) نانوذره
۲) نقطه کوانتومی
۳) در هر دو برابر است.
۴) به ثابت دی‌الکتریک بستگی دارد.

۲۸- مقدار مقاومت الکتریکی یک نانوسیم با سطح مقطع کروی (قطر a)، چند برابر مقاومت الکتریکی همان نانوسیم با سطح مقطع مربع (ضلع a) است؟

۱) π
۲) ۱/۲۷
۳) ۲
۴) ۴

۲۹- کدام مورد، از روش‌های سنتز ساختارهای نانومتری نیست؟

۱) Electrodeposition ۲) Lithography

۳) Sol Gel ۴) TEM

۳۰- سایز «گلبول قرمز خون»، «قطر تار مو» و «فاصله بین اتم‌ها در ساختار ماده»، به‌ترتیب، کدام است؟

۱) ۱۰۰ نانومتر ـ ۱ میکرومتر ـ ۱۰ نانومتر ۲) ۱۰۰ میکرومتر ـ ۱۰ میکرومتر ـ ۱۰ نانومتر

۳) ۱۰۰ میکرومتر ـ ۲۰۰ میکرومتر ـ ۱۰ نانومتر ۴) ۱۰ میکرومتر ـ ۱۰۰ میکرومتر ـ ۰/۱ نانومتر

۳۱- کدام خواص مغناطیسی، صرفاً در ابعاد نانومتری وجود دارد؟

۱) Ferromagnetism ۲) Ferrimagnetism

۳) Superparamagnetism ۴) Antiferromagnetism

۳۲- کدام موارد زیر، بیشترین تأثیر را در پایداری نانوذرات کلوئیدی دارند؟

الف ـ افزایش اندازه نانوذرات

ب ـ کاهش بار سطحی

ج ـ کاهش pH سوسپانسیون کلوئیدی

د ـ افزایش پتانسیل زتا

۱) «الف» و «ب» ۲) «ج» و «د»

۳) «الف» ، «ب» و «ج» ۴) «الف» ، «ب» ، «ج» و «د»

۳۳- افزایش میزان بلورینگی و دمای محیط یک نانوذره، به‌ترتیب، چه تغییری در اندازه شدت رخشایی ایجاد می‌کند؟

۱) کم ـ کم ۲) زیاد ـ زیاد ۳) زیاد ـ کم ۴) کم ـ زیاد

۳۴- یک نقطه کوانتومی فلزی را ۵ برابر کوچک می‌کنیم. کمینه انرژی مجاز الکترون در ساختار، چه تغییری می‌کند؟

۱) ۲۵ برابر افزایش ۲) ۲۵ برابر کاهش

۳) ۵ برابر افزایش ۴) ۵ برابر کاهش

۳۵- کدام مورد، جزو روش‌های فیزیکی برای ساخت نانومواد محسوب می‌شود؟

۱) سل ـ ژل ۲) هیدروترمال

۳) لایه نشانی از فاز بخار (CVD) ۴) آسیاب گلوله‌ای

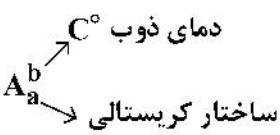
نانومواد:

۳۶- با کدام مکانیزم زیر، نمی‌توان نانوذرات یک اندازه به‌دست آورد؟

۱) نرخ جوانه‌زنی زیاد ۲) نرخ جوانه‌زنی کم و نرخ رشد زیاد

۳) نرخ جوانه‌زنی زیاد و نرخ رشد کم ۴) نرخ جوانه‌زنی زیاد و کاهش غلظت

۳۷- ترتیب به‌دست آوردن اندازه دانه‌های کوچکتر با روش آسیاب کاری در مواد زیر، کدام است؟



$W^{۳۴۰۰}_{BCC}$: تنگستن

$Ni^{۱۴۵۰}_{FCC}$: نیکل

$Al^{۶۶۰}_{FCC}$: آلومینیوم

۱) $W < Ni < Al$ ۲) $Al < Ni < W$

۳) $Ni < W < Al$ ۴) $W < Ni \approx Al$

۳۸- **سختی براساس رابطه هال ـ پچ در یک کریستال، با کاهش اندازه دانه، چگونه تغییر می‌کند؟**

۱) ابتدا با شیب تند افزایش می‌یابد و بعد تقریباً ثابت می‌ماند.

۲) ابتدا با شیب کم افزایش می‌یابد، بعد با شیب تند افزایش می‌یابد و در انتها تقریباً ثابت می‌ماند.

۳) ابتدا با شیب تند افزایش می‌یابد، بعد با شیب کمتر افزایش می‌یابد و در انتها تقریباً ثابت می‌ماند.

۴) ابتدا با شیب کم افزایش می‌یابد، بعد با شیب تند افزایش می‌یابد و در انتها شیب منفی می‌شود.

۳۹- **ترتیب ضریب نفوذ در یک ماده نانومتری، به کدام صورت است؟ (D ضریب نفوذ، s سطح، g مرز دانه و L شبکه کریستالی است.)**

۱) $D_s > D_g > D_L$

۲) $D_s \approx D_g < D_L$

۳) $D_s \approx D_g > D_L$

۴) $D_L > D_g > D_s$

۴۰- **دو نانولوله با بردارهای کایرال $\mathbf{a_2}$ $A = 1a_1 + 6a_2$ و $B = 5a_1 + 2a_2$ به‌ترتیب چه نوع نانولوله‌هایی هستند؟**

۱) رسانا ـ نارسانا

۲) نارسانا ـ رسانا

۳) نارسانا ـ نارسانا

۴) رسانا ـ رسانا

۴۱- **اگر یک مکعب به طول $1cm$ از جنس نیکل را به نانوذرات مکعبی به طول $10nm$ تبدیل کنیم، مجموع سطح نانوذرات جدید، چند برابر سطح اولیه خواهد بود؟**

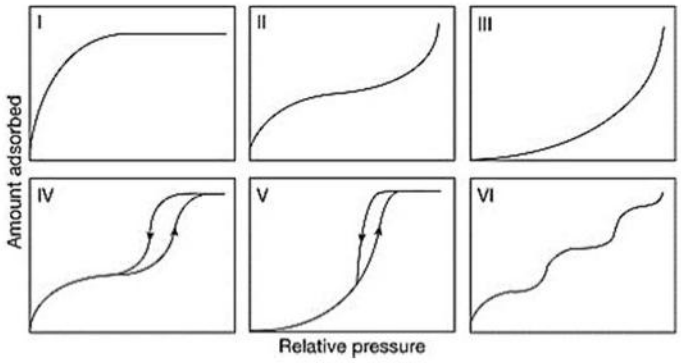
۱) ۱۰,۰۰۰

۲) ۱۰۰,۰۰۰

۳) ۱۰۰۰,۰۰۰

۴) ۱۰,۰۰۰,۰۰۰

۴۲- **کدام‌یک از نمودارهای ایزوترم جذب، نشان‌دهنده حضور مزوحفره در ماده است و مفهوم آن چیست؟**



۱) نمودار VI به دلیل وجود شیب پله‌ای ـ وجود تخلخل در ابعاد بیش از ۵۰ نانومتر

۲) نمودارهای IV و V به دلیل وجود هیسترسیس ـ وجود تخلخل در ابعاد بین ۲ تا ۵۰ نانومتر

۳) نمودارهای IV و V به دلیل وجود هیسترسیس ـ وجود تخلخل در ابعاد کمتر از ۲ نانومتر

۴) نمودارهای II و III به دلیل وجود شیب افزایش تدریجی ـ وجود تخلخل در ابعاد بین ۲ تا ۵۰ نانومتر

۴۳- **کدام مورد درخصوص روش آسیاب مکانیکی پرانرژی، درست نیست؟**

۱) یک روش بالا به پایین محسوب می‌شود.

۲) دارای حدّ بحرانی برای کاهش اندازه است.

۳) امکان آلیاژسازی در مقیاس نانومتری را فراهم می‌آورد.

۴) میزان کاهش اندازه دانه با افزایش زمان آسیاب‌کردن، مستقل از جنس ماده است.

۴۴- **مهم‌ترین دلیل استفاده از مس به‌عنوان منبع اشعه x در مشخصه‌یابی نانوساختارها در روش طیف‌سنجی پراش اشعه ایکس (XRD)، کدام است؟**

۱) خواص مغناطیسی مناسب

۲) هدایت حرارتی بالا

۳) آمورف بودن در شرایط آزمایش

۴) نزدیک بودن طول موج به‌دست‌آمده با فواصل بلوری مواد

۴۵- تغییر مکانیزم انتقال حرارت از «نفوذی» به «بالیستیک»، چه زمان اتفاق می‌افتد؟

۱) میزان حرارت تا یک حدّ آستانه‌ای کاهش یابد.

۲) علاوه بر الکترون‌ها، فونون‌ها نیز در ماده فعال شوند.

۳) سرعت گرمادهی به سیستم از حدّ آستانه‌ای عبور کند.

۴) اندازه ذرات به متوسط پویش آزاد (Mean Free Path) یا کمتر از آن کاهش یابد.

ادوات نیمه‌هادی پیشرفته

۴۶- با افزایش دما در یک قطعه نیمه‌هادی و یک فلز، هدایت الکتریکی به‌ترتیب دچار چه تغییری می‌شود؟

۱) افزایش ـ افزایش ۲) افزایش ـ کاهش

۳) کاهش ـ افزایش ۴) بدون تغییر ـ افزایش

۴۷- کدام مورد درخصوص نقش نقاط کوانتومی در ترانزیستورهای تک‌الکترونی، درست است؟

۱) کاهش گاف انرژی ۲) منبع تولید انرژی

۳) افزایش هدایت حرارتی سیستم ۴) فراهم‌کردن بستر انتقال الکترون از ترازهای گسسته

۴۸- مقدار Packing factor در ساختار Simple Cubic (sc)، چند برابر آن در ساختار body-centered cubic (bcc) است؟

۱) ۰/۹۱ ۲) ۰/۷۶

۳) ۰/۶۸ ۴) ۰/۵۲

۴۹- استفاده از نقاط کوانتومی، چگونه می‌تواند در عملکرد لیزر دیودی مؤثر باشد؟

الف) پهنای طول موجی بیشتر **ب) قابلیت تنظیم طول موج**

ج) ولتاژ روشن کمتر **د) کاهش اتلاف داخلی**

۱) «ب» و «ج» ۲) «الف» و «ب»

۳) «الف» و «د» ۴) «ج» و «د»

۵۰- در یک پیوند فلز ـ نیمه‌هادی در حالت تعادل، تراز فرمی فلز نسبت به تراز فرمی نیمه‌هادی، در چه وضعیتی قرار دارد؟

۱) بالاتر ۲) پایین‌تر

۳) برابر ۴) بستگی به نوع فلز دارد.

۵۱- در یک ترانزیستور MOSFET، با افزایش ولتاژ گیت، مقدار ضخامت لایه اکسید چه تغییری می‌کند؟

۱) بدون تغییر می‌ماند. ۲) کاهش می‌یابد.

۳) ابتدا افزایش و سپس کاهش پیدا می‌کند. ۴) ابتدا کاهش و سپس افزایش پیدا می‌کند.

۵۲- MOSFET یک قطعه ..... است.

۱) Current Contorolled Voltage Source ۲) Curren Controlled Current Source

۳) Voltage Controlled Voltage Source ۴) Voltage Controlled Current Source

۵۳- کدام مورد درخصوص نیمه‌هادی نوع n و p، درست است؟

۱) n به‌صورت − باردار و p به‌صورت + باردار است.

۲) n به‌صورت + باردار و p به‌صورت − باردار است.

۳) هر دو ناحیه به‌صورت − باردار هستند، ولی با مقادیر متفاوت.

۴) هیچ‌کدام از ذرات باردار نیستند.

۵۴- فرض کنید یک نیمه‌هادی ذاتی با چگالی 10^{10} حامل بار در واحد حجم داشته باشیم. اگر به تعداد 10^{15} آلاینده نوع بخشنده به این ماده اضافه شود، تعداد الکترون‌ها و حفره‌ها به‌ترتیب در ساختار، کدام خواهد بود؟

۱) 10^{5} و 10^{15}
۲) 10^{15} و 10^{5}
۳) 10^{14} و 10^{12}
۴) 10^{12} و 10^{14}

۵۵- ثابت نفوذ حفره‌ها در یک نیمه‌هادی، برابر $14\frac{cm^2}{s}$ است. اگر تابع غلظت حفره‌ها در یک قطعه از این نیمه‌هادی به‌صورت $p = 2\times10^{+14}\ x$ باشد، چگال جریان نفوذ حفره‌ها در این قطعه نیمه‌هادی، چه مقدار است؟

۱) $4\frac{mA}{cm^2}$
۲) $448\frac{\mu A}{cm^2}$
۳) $28\frac{nA}{cm^2}$
۴) $28\frac{\mu A}{cm^2}$