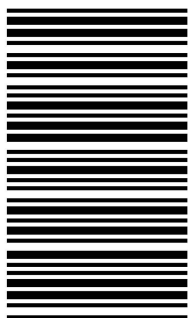


کد کنترل

910

A



910A

عصر پنجشنبه

۱۴۰۳/۱۲/۰۲



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

«علم و تحقیق، کلید پیشرفت کشور است.»
مقام معظم رهبری

دفترچه شماره ۳ از ۳

آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۴۰۴
فناوری نانو (کد ۲۳۶۳)

مدت زمان پاسخگویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۵۵ سؤال

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 نانو تکنولوژی	۱۰	۲۶	۳۵
۳	نانومواد	۱۰	۳۶	۴۵
۴	ادوات نیمه‌هادی پیشرفته	۱۰	۴۶	۵۵

استفاده از ماشین حساب 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 کادر زیر، به منزله 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 سؤالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی جلد دفترچه سؤالات و پایین پاسخنامه ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

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

۱- مقدار $\lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{1 + \sinh(x)}{x+1} \right)^{\frac{1}{x^3}}$ ، کدام است؟

(۱) $\frac{1}{\sqrt[6]{e}}$

(۲) $\sqrt[6]{e}$

(۳) $e^{\frac{1}{2}}$

(۴) e

۲- کدام مورد درست است؟

(۱) $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3 + 2^n}{2^{n+2}} = \frac{9}{4}$

(۲) $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{2^{n+3}}{e^{n-3}} = \frac{8e^4}{2-e}$

(۳) سری $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{2^{n+3}}{e^{n-3}}$ واگرا است.

(۴) سری $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3 + 2^n}{2^{n+2}}$ واگرا است.

۳- نقطه P واقع در صفحه مختصات به گونه‌ای حرکت می‌کند که در لحظه t (ثانیه) در محل تقاطع خم‌های $xy = t$ و

$y = tx^2$ قرار می‌گیرد. فاصله P از مبدأ مختصات در لحظه $t = 2$ ثانیه با چه آهنگی حرکت می‌کند؟

(۱) $\frac{\sqrt{5}}{2}$

(۲) ۱

(۳) $\frac{2}{\sqrt{5}}$

(۴) $\frac{1}{\sqrt{5}}$

۴- فرض کنید $f(x, y) = \begin{cases} \frac{2xy}{x^6 + y^6} + x^5 - y^6, & (x, y) \neq (0, 0) \\ 0, & (x, y) = (0, 0) \end{cases}$ است. $\nabla f(0, 0)$ کدام است؟

(۱) $(0, 0)$

(۲) $(1, 1)$

(۳) $(1, -1)$

(۴) $(-1, 1)$

۵- مؤلفه x (\bar{x}) مرکز ثقل هندسی ناحیه محصور به خط $y = x$ و منحنی $y = x^2$ ، کدام است؟

(۱) $\frac{1}{8}$

(۲) $\frac{1}{6}$

(۳) $\frac{2}{5}$

(۴) $\frac{1}{2}$

۶- ناحیه R محصور به درون کره $x^2 + y^2 + z^2 = 4$ و خارج استوانه $(x-1)^2 + y^2 = 1$ مفروض است. اگر جسمی با

چگالی حجمی $\rho(x, y, z) = \sqrt{4 - x^2 - y^2}$ این ناحیه را پر کرده باشد، آن گاه جرم این جسم کدام است؟

(۱) 8π

(۲) $\frac{19\pi}{2}$

(۳) 11π

(۴) $\frac{25\pi}{2}$

۷- فرض کنید میدان برداری $\vec{F}(x, y, z) = (yz)\vec{i} - (xz)\vec{j} + z\vec{k}$ بر سطح استوانه S با ضابطه $r = 2 + \cos \theta$ ،

گذر می‌کند. مقدار $\iint_S \vec{F} \cdot d\vec{S}$ ، کدام است؟

(۱) 2π

(۲) π

(۳) صفر

(۴) -2π

۸- فرض کنید C منحنی بسته جهت‌داری باشد که از تقاطع رویه $z = x^2 + 4y^2 + 1$ با استوانه $x^2 + y^2 = 1$ به دست آمده

و جهت آن مثبت است. مقدار کار انجام‌شده توسط نیروی $\vec{F}(x, y, z) = -y\vec{i} + x\vec{j}$ در مسیر بسته C ، کدام است؟

(۱) 2π

(۲) π

(۳) صفر

(۴) $-\pi$

۹- حاصل انتگرال $\int_0^{2\pi} \frac{d\theta}{3 - 2\cos\theta + \sin\theta}$ ، کدام است؟

- (۱) صفر
- (۲) π
- (۳) $\frac{\pi}{2}$
- (۴) 2π

۱۰- تحت تبدیل $w = (1+i)z - 2$ ، خط $y = -1$ در صفحه xy ، به چه شکلی در صفحه uv نگاشته می شود؟

- (۱) خط $v = u$
- (۲) خط $v = +2$
- (۳) خط $v = -u$
- (۴) دایره‌ای به شعاع ۲

۱۱- حاصل $\oint_{c_1} \frac{dz}{z-3} - \oint_{c_2} \frac{dz}{z-3}$ چقدر است؟ (c_1 دایره $|z|=1$ و c_2 دایره $|z+i|=4$ در صفحه مختلط هستند و

هر دو مسیر، در جهت پادساعتگرد دور زده می شوند.)

- (۱) $4\pi i$
- (۲) $2\pi i$
- (۳) صفر
- (۴) $-2\pi i$

۱۲- تابع $f(z) = (1+i)(x+y)^2$ ، در چه ناحیه‌ای مشتق پذیر است؟

- (۱) روی دایره‌ای به شعاع ۱
- (۲) روی خط $y = -x$
- (۳) در هیچ ناحیه‌ای
- (۴) همه جا

۱۳- انتگرال $\frac{1}{4\pi R^2} \oint \vec{r} \cdot \hat{n} da$ بر روی سطح کره‌ای به شعاع R ، کدام است؟

- (۱) $3R$
- (۲) $2R$
- (۳) R
- (۴) $\frac{1}{3}R$

۱۴- حاصل ضرب ویژه مقادیر ماتریس $\begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 2 & 2 & 3 \end{pmatrix}$ ، کدام است؟

- (۱) ۶
- (۲) ۴
- (۳) ۲
- (۴) صفر

۱۵- اگر \vec{A} و \vec{B} بردارهایی ثابت و \vec{r} بردار مکان باشد، حاصل $\vec{\nabla}(\vec{A} \cdot \vec{B} \times \vec{r})$ کدام است؟

- (۱) صفر
- (۲) $\vec{A} \times \vec{B}$
- (۳) $\frac{1}{2} \vec{A} \times \vec{B}$
- (۴) $-\vec{A} \times \vec{B}$

۱۶- اگر ϕ یک تابع اسکالر و \vec{r} بردار مکان باشد، حاصل $(\vec{r} \times \vec{\nabla}) \cdot (\vec{r} \times \vec{\nabla}) \phi$ کدام است؟

(۱) صفر

(۲) $r^2 \nabla^2 \phi$

(۳) $r^2 \frac{\partial^2 \phi}{\partial r^2} - r^2 \nabla^2 \phi$

(۴) $r^2 \nabla^2 \phi - r^2 \frac{\partial^2 \phi}{\partial r^2} - 2r \frac{\partial \phi}{\partial r}$

۱۷- واگرایی میدان برداری $\vec{F} = \hat{i}(2xz) + \hat{j}(y + 2zx) + \hat{k}xyz$ در نقطه (۱, ۱, ۱) کدام است؟

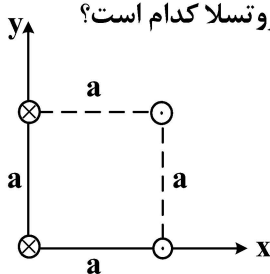
(۱) ۵

(۲) ۶

(۳) ۷

(۴) ۸

۱۸- شکل زیر، چهار سیم مستقیم بسیار دراز حامل جریان یکسان 2 A را نشان می‌دهد که عمود بر صفحه شکل در رئوس مربعی به ضلع $a = 2 \text{ cm}$ قرار دارند. جهت جریان سیم‌های ۱ و ۲ به سمت درون صفحه و جهت جریان سیم‌های ۳ و ۴ به سمت خارج صفحه است. میدان مغناطیسی در مرکز مربع بر حسب میکروتسلا کدام است؟



(۱) $4 \hat{j}$

(۲) $4 \hat{i}$

(۳) $-8 \hat{j}$

(۴) $-8 \hat{i}$

۱۹- بار الکتریکی به‌طور یکنواخت بر روی یک خط بسیار دراز توزیع شده است. اگر میدان الکتریکی در فاصله

۵ سانتی‌متری از این خط بار، برابر با $27 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ باشد، اندازه میدان الکتریکی در فاصله ۳ سانتی‌متری از این خط بار

چند $\frac{\text{N}}{\text{C}}$ است؟

(۱) ۳۲

(۲) ۴۵

(۳) ۴۷

(۴) ۵۲

۲۰- بر روی محور x ، بار نقطه‌ای q_1 در نقطه $x = a$ و بار نقطه‌ای q_2 در نقطه $x = 2a$ قرار دارند. اگر میدان

الکتریکی ناشی از این دو بار الکتریکی در مبدأ مختصات برابر با صفر باشد، نسبت $\frac{q_2}{q_1}$ کدام است؟

(۱) ۲

(۲) ۴

(۳) -۲

(۴) -۴

۲۱- الکترونی در یک میدان مغناطیسی یکنواخت $\vec{B} = B_x \hat{i} + B_y \hat{j}$ حرکت می‌کند که در آن، $B_y = 3 B_x$ است. در لحظه‌ای که سرعت الکترون $\vec{v} = 2/0 \hat{i} + 4/0 \hat{j} + 6/4 \times 10^{-19} \hat{k}$ بر حسب نیوتون است. علامت و مقدار B_x بر حسب تسلا کدام است؟

- (۱) $+2/0$
- (۲) $+3/2$
- (۳) $-2/0$
- (۴) $-3/2$

۲۲- گلوله‌های A و B بر روی محور x حرکت می‌کنند. جرم گلوله A برابر با ۲kg و سرعت آن $5\hat{i}$ بر حسب متر بر ثانیه است. سرعت گلوله B برابر با $-2\hat{i}$ بر حسب متر بر ثانیه است. اگر جرم گلوله B خیلی بیشتر از جرم گلوله A باشد، سرعت گلوله A بر حسب متر بر ثانیه بعد از برخورد، کدام است؟ (برخورد را یک بُعدی و کشسان در نظر بگیرید.)

- (۱) $-9\hat{i}$
- (۲) $-7\hat{i}$
- (۳) $-5\hat{i}$
- (۴) $-3\hat{i}$

۲۳- دو ظرف خالی هر یک به جرم ۲/۰ کیلوگرم، در فاصله ۱/۰ متر از هم قرار دارند. اگر درون یکی از ظروف یک لیتر آب بریزیم، مرکز جرم سیستم چند سانتی‌متر جابه‌جا می‌شود؟ (چگالی آب $1/0 \frac{g}{cm^3}$ است.)

- (۱) ۵
- (۲) ۱۰
- (۳) ۱۵
- (۴) ۲۵

۲۴- به ذره‌ای که بر روی محور x حرکت می‌کند، نیروی $F = F_0 \left(\frac{x}{x_0} - 1 \right)$ وارد می‌شود. F_0 و x_0 مقادیر ثابتی هستند.

کار این نیرو بر روی این ذره در جابه‌جایی از $x = 0$ تا $x = 2x_0$ کدام است؟

- (۱) $F_0 x_0$
- (۲) $2F_0 x_0$
- (۳) $4F_0 x_0$
- (۴) صفر

۲۵- گلوله‌ای به جرم m با سرعت اولیه v_0 تحت زاویه 45° نسبت به افق پرتاب می‌شود. اندازه تکانه زاویه‌ای این گلوله در نقطه اوج (نسبت به نقطه پرتاب) کدام است؟

- (۱) $\frac{mv_0^2}{4g\sqrt{2}}$
- (۲) $\frac{mv_0^2}{2g}$
- (۳) $\frac{2mv_0^2}{\sqrt{2}g}$
- (۴) $\frac{\sqrt{2}mv_0^2}{g}$

مبانی نانو تکنولوژی:

- ۲۶- با افزایش سایز نقطه کوانتومی، اندازه گاف انرژی و چگالی حالات (DOS) آن، به ترتیب، چه تغییری می کنند؟
 (۱) کم - زیاد (۲) کم - کم (۳) زیاد - کم (۴) زیاد - زیاد
- ۲۷- با کاهش ابعاد یک نقطه کوانتومی نیمه هادی از ۴۰ نانومتر به ۲۰ نانومتر، بیشینه طول موج جذب از ۴۰۰ نانومتر به چند نانومتر می رسد؟
 (۱) ۴۱۰
 (۲) ۴۰۱
 (۳) ۳۹۰
 (۴) با توجه به جنس نانوذره ممکن است ۳۹۰ یا ۴۱۰ باشد.
- ۲۸- عدد هم آرائی (کوئوردیناسیون) در یک ساختار بلوری به چه معناست؟
 (۱) تعداد کل اتم‌ها در بلور
 (۲) تعداد الکترون‌ها در لایه بیرونی اتم
 (۳) تعداد اتم‌های همسایه نزدیک به یک اتم مرکزی
 (۴) تعداد اتم‌های موجود در سلول واحد
- ۲۹- در پتانسیل الکتریکی ثابت، انتظار دارید کدام موارد زیر با کاهش ابعاد افزایش پیدا کند؟
 (۱) مقاومت - خازن
 (۲) خازن - جریان الکتریکی
 (۳) جریان الکتریکی - میدان الکتریکی
 (۴) میدان الکتریکی - مقاومت
- ۳۰- مفهوم محدودیت کوانتومی در نانو ساختارها چیست؟
 (۱) خصوصیات حرارتی نانو ساختارها
 (۲) رفتار الکترون‌ها در ابعاد نانو
 (۳) تأثیر محیط بر نانو مواد
 (۴) رفتار کلاسیک مواد
- ۳۱- کدام ویژگی نانوذرات مغناطیسی، در کاربرد تصویربرداری MRI مؤثر است؟
 (۱) خاصیت سوپر پارامغناطیس
 (۲) هدایت الکتریکی زیاد
 (۳) هدایت حرارتی
 (۴) اتصال به هموگلوبین
- ۳۲- کدام توصیف، در خصوص انتقال حرارت در مقیاس نانو درست است؟
 (۱) انتقال حرارت در مقیاس نانو، تابع اندازه نیست.
 (۲) به دلیل وجود پراکندگی فونونی در مرز نانوذرات، این نانو ساختارها کاربردهای حرارتی محدودی دارند.
 (۳) در نانوذرات خواص حرارتی معمولاً تابع دما بوده و به همین دلیل می توان از رفتار خطی برای پیش بینی انتقال حرارت در دماهای مختلف استفاده کرد.
 (۴) در نانوذرات می تواند تحت تأثیر نوسانات کوانتومی قرار بگیرد که باعث می شود مدل های کلاسیک حرارتی موجود در خصوص آنها ناکارآمد شوند و نیاز به مدل های پیچیده تری باشد.
- ۳۳- قطر یک قطره (کروی شکل) ۴ میکرو لیتری آب، تقریباً چند میلی متر است؟
 (۱) ۰/۲ (۲) ۰/۴ (۳) ۲ (۴) ۴
- ۳۴- کدام توضیح برای جرم مؤثر یک الکترون صحیح است؟
 (۱) در یک بلور می تواند کمتر از جرم واقعی آن باشد.
 (۲) فقط در نیمه هادی ها وجود دارد و در فلزات و عایق ها معنایی ندارد.
 (۳) فقط به نوع ماده بستگی دارد و هیچ ارتباطی به میدان های خارجی ندارد.
 (۴) همواره با جرم واقعی الکترون برابر است و هیچ تغییری تحت تأثیر میدان های خارجی ندارد.

۳۵- در تحلیل الگوی پراش پرتو X (XRD)، کدام مورد درست است؟

- (۱) نوع پرتو X (مثلاً $CuK\alpha$ یا $MoK\alpha$) می‌تواند بر موقعیت قله‌ها تأثیر بگذارد؛ اما به‌طور مستقیم بر شدت آنها بی‌تأثیر است.
 (۲) تنش‌های داخلی در بلور می‌توانند قله‌ها را جابه‌جا کنند و در نتیجه، منجر به تغییر شدت و موقعیت قله‌ها شوند.
 (۳) کوچک‌شدن اندازه دانه می‌تواند منجر به گسترش قله‌ها در الگوی پراش شود؛ اما تأثیری بر شدت قله‌ها ندارد.
 (۴) افزایش حجم فاز بلوری می‌تواند منجر به افزایش شدت قله‌ها شده ولی بر موقعیت آنها تأثیری ندارد.

نام‌مواد:

۳۶- کدام عامل، بر مدول الاستیسیته نانومواد با کاهش اندازه آنها، تأثیرگذار است؟

- (۱) ساختار بلوری (۲) دما (۳) پیوند بین‌اتمی (۴) انرژی سطحی

۳۷- مکانیسم اصلی برای پایدارسازی نانوذرات کلوئیدی چیست؟

- (۱) دافعه الکترواستاتیکی (۲) جاذبه مغناطیسی (۳) جاذبه گرانش (۴) جداسازی اندازه

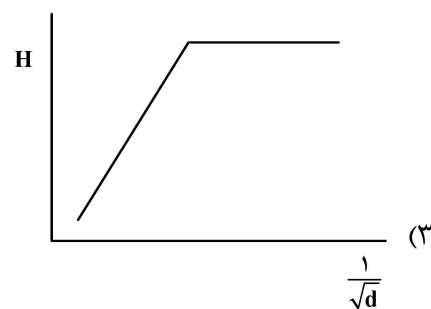
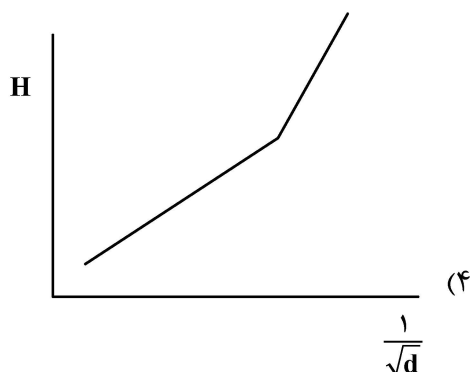
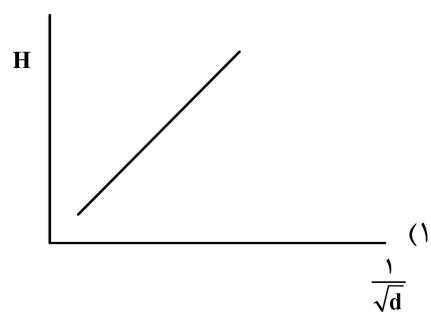
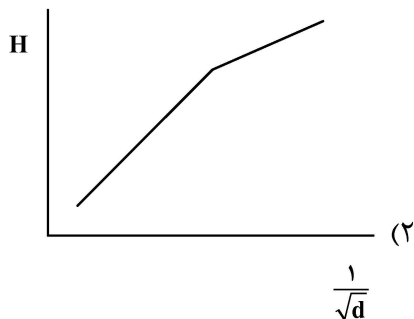
۳۸- کدام مورد در خصوص نانو لوله‌های کربنی اشتباه است؟

- (۱) می‌توانند هادی الکتریسیته باشند.
 (۲) نسبت منظر (طول به قطر) بالایی دارند.
 (۳) زیست‌تجزیه‌پذیر (Biodegradable) هستند.
 (۴) گزینه مناسبی برای تقویت در کامپوزیت‌ها هستند.

۳۹- برای تولید نانوذرات ریزتر در روش چگالش در گاز خنثی (IGC)، شرایط گاز درون محفظه به چه صورت باید باشد؟

- (۱) فشار کم - جرم اتمی بالا
 (۲) فشار بالا - جرم اتمی بالا
 (۳) فشار بالا - جرم اتمی پایین
 (۴) فشار کم - جرم اتمی پایین

۴۰- افزایش سختی (H) با کاهش اندازه دانه (d)، در کدام شکل به درستی رسم شده است؟

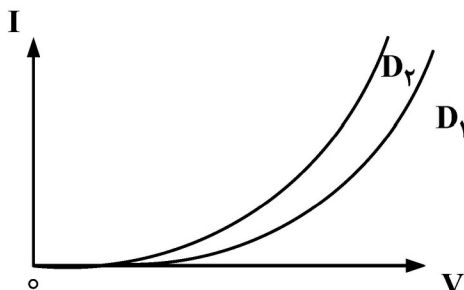


- ۴۱- کدام روش تولید مرسوم در نانوذرات، به روش تولید با «خلوص بالا» شناخته می‌شود؟
 (۱) آسیاب گلوله‌ای (۲) آسیاب مکانیکی
 (۳) رسوب بخار شیمیایی (CVD) (۴) فرایند سل - ژل
- ۴۲- در روش تغییر شکل پلاستیک شدید، تأثیر افزایش دما و ازدیاد نرخ کرنش به ترتیب موجب چه تغییری بر اندازه دانه می‌شود؟
 (۱) افزایش - کاهش (۲) افزایش - بی تأثیر
 (۳) کاهش - افزایش (۴) کاهش - بی تأثیر
- ۴۳- اصلی ترین مکانیسم حاکم بر انتقال حرارت در نانومواد که بر هدایت حرارتی این گروه از مواد تأثیر قابل توجهی می‌گذارد، چیست؟
 (۱) تابش (۲) همرفت
 (۳) انتقال الکترون (۴) انتقال فونون
- ۴۴- مزیت عمده استفاده از مواد نانوساختار در کاربردهای ترموالکتریک چیست؟
 (۱) افزایش هدایت حرارتی (۲) کاهش هدایت حرارتی
 (۳) افزایش مقاومت الکتریکی (۴) بهبود تحرک الکترون
- ۴۵- اگر یک محقق، نانوذراتی با اندازه متوسط 50 نانومتر را سنتز کرده و بخواهد مقدار آن را از 1 گرم به 100 گرم افزایش دهد، چند نانوذره اضافی نیاز دارد؟ (جرم هر نانوذره را $g \times 10^{-22} \times 2/5$ در نظر بگیرید).
 (۱) $3/96 \times 10^{21}$ (۲) $3/96 \times 10^{22}$
 (۳) $3/96 \times 10^{23}$ (۴) $3/96 \times 10^{24}$

ادوات نیمه‌هادی پیشرفته:

- ۴۶- اگر با استفاده از $(E_g = 0.36 \text{ eV}) \text{ InAs}$ و $(E_g = 3.6 \text{ eV}) \text{ ZnS}$ دو فوتودکتور ساخته شود، این فوتودکتورها به ترتیب برای چه ناحیه‌ای، بهترین پاسخ را خواهند داشت؟
 (۱) UV و Infrared (۲) UV و UV
 (۳) UV و Infrared (۴) Visible و UV
- ۴۷- در یک اتصال $p^+ - n$ با چگالی‌های دهنده و پذیرنده به ترتیب معادل $\frac{1}{\text{cm}^3} \times 10^{15}$ و $\frac{1}{\text{cm}^3} \times 10^{19}$ بر پایه Si با چگالی حامل‌های ذاتی $\frac{1}{\text{cm}^3} \times 10^{10}$ ، پتانسیل درون ساختار (V_0) تقریباً کدام است؟
 (۱) 0.1 V (۲) 0.8 V
 (۳) 2 V (۴) 10 meV

- ۴۸- منحنی مشخصه جریان - ولتاژ دو دیود، مطابق شکل زیر است. کدام مورد، در خصوص جریان اشباع معکوس این دو دیود درست است؟



- (۱) $J_{S2} \leq J_{S1}$
 (۲) $J_{S2} = J_{S1}$
 (۳) $J_{S2} < J_{S1}$
 (۴) $J_{S2} > J_{S1}$

۴۹- در نتیجه لایه‌نشانی ماده نیمه‌هادی نوع n اکسید تیتانیوم با تراز فرمی $4/5$ - الکترون ولت بر روی زیرلایه‌ای از جنس نقره با تابع کار $4/8$ الکترون ولت، چه نوع اتصالی ایجاد می‌شود؟

(۱) اهمی

(۲) شاتکی

(۳) Flat-Band

(۴) وابسته به ولتاژ اعمالی، هر کدام از موارد فوق می‌تواند درست باشد.

۵۰- استفاده از حامل‌های بار داغ (hot carriers) در سلول‌های خورشیدی نقطه کوانتومی، منجر به افزایش کدام مورد خواهد شد؟

(۱) ولتاژ

(۲) جریان

(۳) بازدهی کوانتومی داخلی

(۴) جذب حرارتی

۵۱- کدام مورد در خصوص هدایت الکتریکی یک قطعه سیلیکونی در دمای اتاق درست است؟

(۱) با آلودگی سیلیکون با عنصر آلومینیم، هدایت الکترونی افزایش پیدا می‌کند.

(۲) با آلودگی سیلیکون با عنصر فسفر، هدایت الکترونی کاهش پیدا می‌کند.

(۳) با آلودگی سیلیکون با عنصر بور، هدایت حفره افزایش پیدا می‌کند.

(۴) هدایت الکتریکی یک قطعه سیلیکونی خالص، بیشینه است.

۵۲- فرض کنید در داخل یک سیم مسی، الکترون‌ها با سرعت حدود 10^6 متر بر ثانیه حرکت کنند و به‌طور متوسط هر فمتوثانیه پراکنده شوند. ابعاد سیم از چند نانومتر کوچک‌تر باشد تا انتقال الکترون به‌صورت بالستیک انجام شود؟

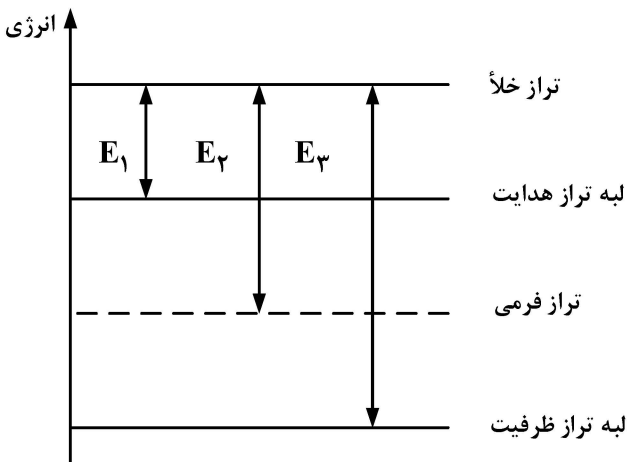
(۱) ۲۰

(۲) ۱۰

(۳) ۲

(۴) ۱

۵۳- مکان ترازهای انرژی برای یک نیمه‌هادی، شکل زیر است. مقادیر متنظر با انرژی‌های E_1 ، E_2 و E_3 در کدام مورد، درست بیان شده است؟



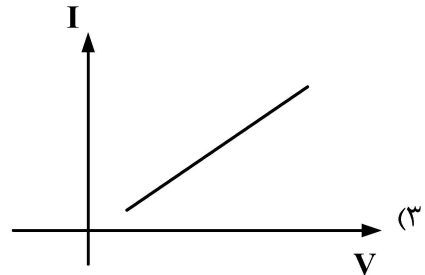
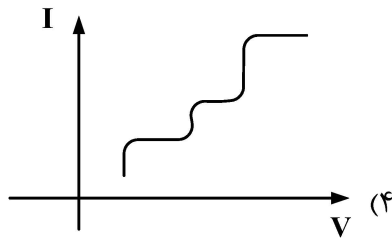
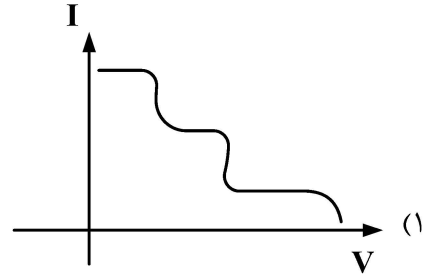
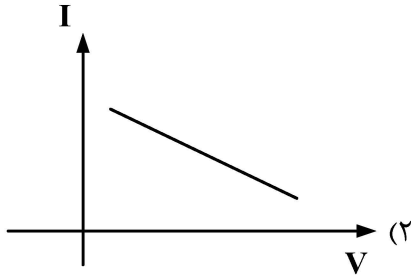
(۱) الکترون خواهی - تابع کار - انرژی یونیزاسیون

(۲) تابع کار - انرژی یونیزاسیون - الکترون خواهی

(۳) انرژی یونیزاسیون - الکترون خواهی - تابع کار

(۴) تابع کار - الکترون خواهی - انرژی یونیزاسیون

۵۴- در یک ترانزیستور تک الکترونی بر پایه نقطه کوانتومی انتظار دارید با افزایش ولتاژ بین اتصالات، جریان عبوری چگونه تغییر کند؟



۵۵- چنانچه سیلیسیوم ذاتی (Si) با چگالی الکترون و حفره n_i و p_i را به شدت با آرسنیک (As) آرایش دهیم به طوری که چگالی الکترون و حفره در آن به n_o و p_o برسد، کدام رابطه درست است؟

$$p_o \gg n_o = \frac{p_i^2}{p_o} \quad (۱)$$

$$n_o = p_o \gg p_i \quad (۲)$$

$$n_o \gg p_o = \frac{n_i^2}{n_o} \quad (۳)$$

$$n_o = p_o \gg n_i \quad (۴)$$

