www.isijournal.net

203

F

203F

نام :

نام خانوادگی :

محل امضاء :

اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.
امام خمینی (ره)

صبح جمعه
۹۲/۱۲/۱۶
دفترچه شماره (۱)

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

آزمون ورودی
دوره‌های دکتری (نیمه متمرکز) داخل
سال ۱۳۹۳

علوم و فناوری نانو (۲)
نانوالکترونیک (کد ۲۳۶۴)

تعداد سؤال: ۴۵ — مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی (ریاضی و فیزیک (ریاضی عمومی ۱ و ۲ ـ ریاضی فیزیک ۱ و ۲ ـ فیزیک پایه ۱ و ۲) ـ مبانی نانوتکنولوژی، ادوات نیمه هادی پیشرفته)	۴۵	۱	۴۵

اسفندماه سال ۱۳۹۲

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی‌باشد.

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 می باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می شود.

www.isijournal.net

۱- سریهای $\sum_{n=1}^{\infty}(\sqrt[n]{n}-1)^n$, $\sum_{n=1}^{\infty}\frac{2^n}{n!}$ به ترتیب ..... و ..... می‌باشند.

۱) همگرا- همگرا ۲) همگرا- واگرا

۳) واگرا- همگرا ۴) واگرا- واگرا

۲- مقدار $\lim_{x\to+\infty}\frac{\int_x^{5x}(1+\frac{1}{t})^t dt}{x}$ برابر است با:

۱) ۰ ۲) e

۳) 4e ۴) 5e

۳- فرض کنید C منحنی $x^4+y^4=1$ و $y\geq 0$ باشد که در جهت مثلثاتی در نظر گرفته شده است. مقدار $\int_C (e^x\cos y)dx-(e^x\sin y)dy$ کدام است؟

۱) ۰ ۲) $\frac{1}{e}-e$

۳) 2π ۴) $e+\frac{1}{e}$

۴- مقدار حد زیر کدام است؟

$$\lim_{x\to e}(\ln x)^{\frac{1}{1-\ln x}}$$

۱) -۱ ۲) $\frac{1}{e}$

۳) ۱ ۴) e

۵- مقدار سری $\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(n+3)}{2^n}$ چقدر است؟

۱) ۶ ۲) ۷

۳) ۸ ۴) ۹

۶- کدام یک از گزینه‌های زیر معادله صفحهٔ مماسی بر رویهٔ $z=xy$ است که بر خط $\frac{x+2}{2}=\frac{y+2}{2}=\frac{z-1}{-1}$ عمود می‌باشد؟

۱) $-2x-2y-z=4$ ۲) $-2x+2y+z=4$

۳) $2x-2y+z=4$ ۴) $2x+2y-z=4$

۷- حجم ناحیه محصور بـه منحنـی $z+x^2+y^2=2$, $x=y^2, y=x^2$ و $z=0$ برابر است با:

۱) $\frac{49}{105}$ ۲) $\frac{51}{105}$

۳) $\frac{52}{105}$ ۴) $\frac{53}{105}$

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

۸- شار میدان برداری $\vec{F} = z\hat{i} + x\hat{j} - ۳y^۲\hat{k}$ از سطح بسته یک استوانه به شعاع ۲ و ارتفاع ۲ کدام است؟ مبدا مختصات بر مرکز قاعده پایینی استوانه و محور z ها بر محور استوانه منطبق است.

۱) -۲۴π ۲) -۱۲π

۳) $۱۶-۲۴\pi$ ۴) $۸-۱۲\pi$

۹- اگر $\vec{a}$ و $\vec{b}$ بردارهای ثابتی باشند کدام رابطه نادرست است؟

۱) $\vec{\nabla}\times(\vec{a}\times\vec{r}) = ۲\vec{a}$ ۲) $\vec{\nabla}\cdot\big((\vec{a}\cdot\vec{r})\vec{b}\big) = \vec{a}\cdot\vec{b}$

۳) $\vec{\nabla}\times\big((\vec{a}\cdot\vec{r})\vec{b}\big) = \vec{b}\times\vec{a}$ ۴) $\vec{\nabla}\cdot\big((\vec{a}\cdot\vec{r})\vec{r}\big) = ۲\vec{a}\cdot\vec{r}$

۱۰- A و B دو ماتریس دلخواه $n\times n$ هستند. کدام رابطه نادرست است؟

۱) $\mathrm{tr}(ABA^{-۱}) = \mathrm{tr}\,B$

۲) $\mathrm{tr}(A+B) = \mathrm{tr}\,A + \mathrm{tr}\,B$

۳) $\det(A+B) = \det A + \det B$

۴) $\det(AB)^* = (\det A)^*(\det B)^*$

۱۱- اگر ماتریس A در رابطه $A^۲ = A$ صدق می‌کند. ویژه مقدارهای A ....

۱) فقط صفر و یک هستند.

۲) فقط صفر، یک و منهای یک هستند.

۳) اعداد مختلطی با قدر مطلق یک هستند.

۴) هر عدد مثبت میان صفر تا یک می‌توانند باشند.

۱۲- کدام یک از بسط سری توانی تابع‌های داده شده نادرست است؟

۱) $\frac{x}{x-۱} = \sum_{n=۰}^{\infty} x^{-n}$ ۲) $\ln(۱+x) = \sum_{n=۱}^{\infty} \frac{x^n}{n}$

۳) $\sin x = \sum_{n=۰}^{\infty} (-۱)^n \frac{x^{۲n+۱}}{(۲n+۱)!}$ ۴) $(۱+x)^m = \sum_{n=۰}^{\infty} \binom{m}{n} x^n$

۱۳- اگر $u(x,y)$ و $v(x,y)$ به ترتیب قسمت‌های حقیقی و موهومی یک تابع تحلیلی $w(z)$ کدام رابطه‌ها درست است؟ $z = x+iy$

۱) $\vec{\nabla}u(x,y) = -\vec{\nabla}v(x,y)$ ۲) $\nabla^۲u(x,y) = \nabla^۲v(x,y) \neq ۰$

۳) $\vec{\nabla}u(x,y) = \vec{\nabla}v(x,y) = ۰$ ۴) $\nabla^۲u(x,y) = \nabla^۲v(x,y) = ۰$

۱۴- حاصل انتگرال $\int_۰^{۲\pi} \frac{d\theta}{a+b\cos\theta}$ برای $a > |b|$ کدام است؟

۱) $-۲\pi\sqrt{a^۲-b^۲}$ ۲) $\frac{-۲\pi}{\sqrt{a^۲-b^۲}}$

۳) $\frac{\pi}{a^۲-b^۲}$ ۴) $\frac{۲\pi}{\sqrt{a^۲-b^۲}}$

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

۱۵- تابع $N(t)$ در معادله دیفرانسیل $\frac{dN}{dt} = -kN^۲$ صدق می‌کند که در آن k یک ضریب ثابت است. تابع $N(t)$ کدام است؟ $\tau_۰ = ۱/kN_۰$

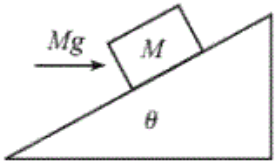
۱) $N_۰\left(۱-\frac{t}{\tau_۰}\right)^{-۱}$

۲) $N_۰\left(۱+\frac{t}{\tau_۰}\right)^{-۱}$

۳) $N_۰\left(۱+\frac{t}{\tau_۰}\right)$

۴) $N_۰\left(۱+\frac{t^۲}{۲\tau_۰}\right)$

۱۶- قطعه‌ای به جرم M مطابق شکل زیر روی یک سطح شیبدار ثابت با زاویه شیب θ در حال سکون قرار دارد. نیروی افقی به اندازه Mg به قطعه وارد می‌شود. μ_s ضریب اصطکاک ایستایی میان قطعه و سطح شیبدار چقدر باشد تا قطعه همچنان روی سطح شیبدار ساکن بماند؟



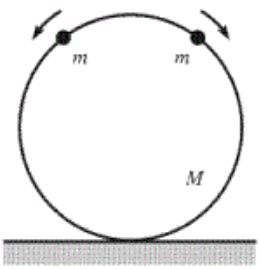
۱) اگر $۰ < \theta < \frac{\pi}{۴}$ باشد $\mu_s \geq \frac{۱-\cos\theta}{\sin\theta+\cos\theta}$

۲) اگر $۰ < \theta < \frac{\pi}{۴}$ باشد $\mu_s \geq \frac{\sin\theta+\cos\theta}{\cos\theta-\sin\theta}$

۳) اگر $\frac{\pi}{۴} < \theta < \frac{\pi}{۲}$ باشد $\mu_s \geq \frac{\sin\theta-\cos\theta}{\sin\theta+\cos\theta}$

۴) اگر $\frac{\pi}{۴} < \theta < \frac{\pi}{۲}$ باشد $\mu_s \geq \frac{\sin\theta+\cos\theta}{۱-\cos\theta}$

۱۷- مطابق شکل زیر یک حلقه بدون اصطکاک به شعاع R در صفحه قائمی ثابتی در حال سکون قرار دارد. دو مهره هر یک به جرم m ابتدا در بالاترین نقطه حلقه در حال سکون هستند. با یک ضربه ناچیز یکی از مهره‌ها به سمت راست و دیگری به سمت چپ روی حلقه شروع به لغزش می‌کنند. بزرگترین مقدار m/M که حلقه از زمین به سمت بالا جدا نمی‌شود چیست؟



۱) $\frac{۱}{۱۶}$

۲) $\frac{۱}{۸}$

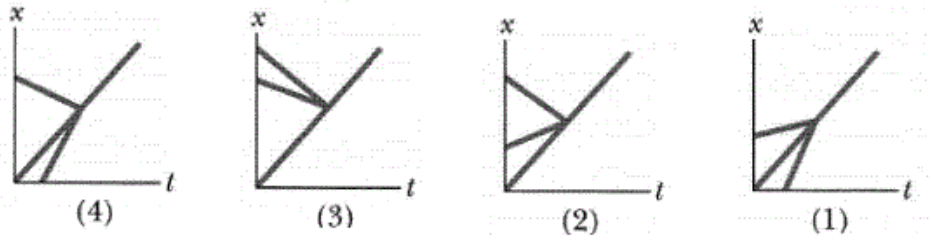
۳) $\frac{۱}{۴}$

۴) $\frac{۱}{۲}$

مؤسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

۱۸- در شکل‌های زیر چهار نمودار مکان بر حسب زمان برای دو ذره و مرکز جرم آنها نشان داده شده است. این دو ذره یک سیستم بسته و ایزوله تشکیل می‌دهند و یک برخورد ناکشسان کامل یک بعدی میان آن دو رخ می‌دهد. کدام یک از این نمودارها مربوط به یک حالت غیرممکن فیزیکی است؟



۱) نمودار (۱) ۲) نمودار (۲)

۳) نمودار (۳) ۴) نمودار (۴)

۱۹- در شکل زیر قطعه ۱ به جرم $2\,kg$ با تندی $10\,m/s$ به سمت راست و قطعه ۲ به جرم $5\,kg$ با تندی $3\,m/s$ به سمت راست روی سطح افقی بدون اصطکاکی در حرکتند. فنری با ثابت فنر $1120\,N/m$ به قطعه ۲ متصل است. وقتی که دو قطعه با هم برخورد می‌کنند بیشترین فشردگی فنر در حالتی است که تندی دو قطعه با هم یکسان شود. حداکثر فشردگی فنر چند سانتیمتر است؟

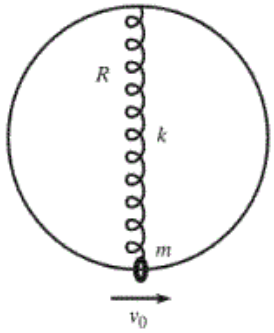
۱) ۶/۲۵

۲) ۱۵/۶

۳) ۱۷/۶۸

۴) ۲۵

۲۰- مطابق شکل زیر یک حلقه به شعاع R در صفحه قائمی ثابتی در حال سکون قرار دارد. فنر بدون جرمی با ثابت فنر k و طول آزاد صفر به نقطه بالای حلقه بسته شده است. مهره کوچکی به جرم m در پایین حلقه به سر دیگر فنر بسته شده و مقید است که در امتداد حلقه حرکت کند. به مهره یک سرعت اولیه افقی v_0 داده می‌شود. اگر اصطکاک میان مهره و حلقه قابل چشم‌پوشی باشد رابطه سرعت و مکان مهره بر روی حلقه کدام است؟ θ زاویه امتداد فنر با امتداد قائم در هر لحظه است.



۱) $\left(v_0^2 - 4\sin^2\theta kR^2/m\right)^{\frac{1}{2}}$

۲) $\left(v_0^2 - 4\sin^2\theta(gR + kR^2/m)\right)^{\frac{1}{2}}$

۳) $\left(v_0^2 + 2\sin^2\theta(gR - kR^2/m)\right)^{\frac{1}{2}}$

۴) $\left(v_0^2 + 4\sin^2\theta(gR - kR^2/m)\right)^{\frac{1}{2}}$

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

۲۱- در استوانه‌ای به ارتفاع $50\,cm$ و شعاع $25\,cm$ بار الکتریکی با چگالی

$$\rho(x,y,z)=100e^{-z}(x^2+y^2)^{-1/4} \quad \mu C/m^3$$

توزیع شده است. بار کل داخل استوانه تقریبا چند میکروکولن است؟ مبدا مختصات بر مرکز قاعده پایینی استوانه و محور z بر محور استوانه منطبق است.

$$\left(e^{-1/2}=0/6\right)$$

۱) ۳/۳ ۲) ۲۱

۳) ۶۳ ۴) ۲۵۰

۲۲- در شکل زیر شعاع‌های چهار کره رسانا یکسان و فاصله آن‌ها از هم زیاد است. بار اولیه کره‌های B و C به ترتیب برابر $-32e$ و $+48e$ و کره W در ابتدا بدون بار است. در مرحله اول کره W به کره A تماس داده شده و سپس از هم جدا می‌گردند. در ادامه در مرحله دوم کره W به کره B تماس داده شده و سپس از هم جدا می‌گردند. در نهایت کره W به کره C تماس داده شده و سپس از هم جدا می‌گردند. اگر بار نهایی کره W برابر $+18e$ باشد، بار اولیه کره A کدام است؟ e قدرمطلق بار الکترون است.

۱) $+4e$

۲) $+8e$

۳) $+10e$

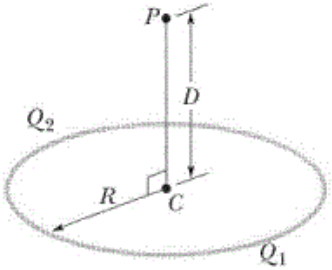
۴) $+16e$

۲۳- یک دو قطبی الکتریکی با گشتاور دوقطبی $\vec{p}=(3\hat{i}+4\hat{j})(1\times10^{-30}\,C\cdot m)$ در یک میدان الکتریکی یکنواخت $\vec{E}=(4000\,N/C)\hat{i}$ قرار دارد. یک عامل خارجی چه کاری بر حسب ژول باید انجام دهد تا دوقطبی را آن چنان بچرخاند که بردار گشتاور دو قطبی آن به شکل $\vec{p}=(-4\hat{i}+3\hat{j})(1\times10^{-30}\,C\cdot m)$ درآید؟

۱) $+4\times10^{-26}$ ۲) $+2/8\times10^{-26}$

۳) $-2/8\times10^{-26}$ ۴) -4×10^{-26}

۲۴- یک میله پلاستیکی به شکل یک دایره به شعاع $R=8\,cm$ در آمده است. روی یک چهارم محیط این دایره بار الکتریکی $Q_1=+4\,pC$ به طور یکنواخت توزیع شده و روی بقیه محیط این دایره بار $Q_2=-5Q_1$ به طور یکنواخت توزیع شده است. اگر پتانسیل الکتریکی در بی‌نهایت صفر باشد پتانسیل الکتریکی در نقطه P واقع بر روی محور تقارن دایره و به فاصله $D=6\,cm$ از مرکز دایره چند ولت است؟



۱) $-1/44$

۲) $-1/8$

۳) $-9/05$

۴) $-11/31$

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

۲۵- یک سیم‌پیچ بسیار طویل دارای قطری به اندازه $12\,cm$ است. ابتدا جریان i از سیم پیچ عبور می‌کند و میدان مغناطیسی یکنواختی به اندازه $30\,mT$ در داخل آن ایجاد می‌شود. با کاهش جریان i میدان مغناطیسی با آهنگ $8\,mT/s$ کاهش می‌یابد. اندازه میدان الکتریکی القایی در نقطه‌ای به فاصله $10\,cm$ از محور استوانه چند $\mu V/m$ است؟

۱) ۱۴۴ ۲) ۴۰۰

۳) ۵۷۶ ۴) ۸۰۰

۲۶- کدام خاصیت فیزیکی در مورد نانولوله‌های کربنی نادرست است؟

۱) نانولوله‌های با ساختار صندلی دسته دار خاصیت فلزی دارند.

۲) وجود نقص در نانولوله‌ها موجب جایگزیده شدن الکترون‌ها می‌شود.

۳) در دماهای پایین اثر مقاومت مغناطیسی منفی از خود نشان می‌دهند.

۴) در نانولوله‌های کایرال نیمرسانا با افزایش قطر لوله اندازه گاف کاهش می‌یابد.

۲۷- در روش تولید نانولوله‌های کربنی با استفاده از قوس الکتریکی، اتم‌های کربن از الکترود ..... جدا می‌شوند و روی الکترود ..... نانولوله تشکیل می‌دهند. برای تولید نانولوله‌های ..... باید کمی ..... در ناحیه مرکزی الکترود ..... به کار می‌رود.

۱) منفی، مثبت، تک دیواره، کاتالیست غیرفلزی، مثبت

۲) مثبت، منفی، تک دیواره، کاتالیست فلزی، مثبت

۳) مثبت، منفی، چند دیواره، کاتالیست فلزی، منفی

۴) مثبت، منفی، چند دیواره، کاتالیست غیرفلزی، منفی

۲۸- برای نانو ذرات نسبت به ماده حجیم گرمای ویژه در دماهای بالا ..... است و در دماهای نزدیک صفر کلوین سهم الکترون‌ها در گرمای ویژه ..... می‌یابد.

۱) بیشتر، کاهش ۲) بیشتر، افزایش

۳) کمتر، کاهش ۴) کمتر، افزایش

۲۹- کدام عبارت در مورد خوشه‌های فلزی نادرست است؟

۱) تجربه نشان می‌دهد با کاهش اندازه خوشه فلزی انرژی بستگی (binding) کاهش می‌یابد.

۲) تجربه نشان می‌دهد که وقتی اندازه خوشه از حدود یک نانومتر کوچکتر می‌شود یک گاف انرژی ایجاد می‌شود.

۳) نقطه ذوب خوشه‌های فلزی کوچک (متشکل از چند ده اتم) می‌تواند بسیار بزرگتر از نقطه ذوب ماده حجیم باشد.

۴) خوشه‌های فلزی متشکل از تعداد فرد اتم دارای انرژی یونیزاسیون کمتری نسبت به خوشه‌های با تعداد زوج اتم هستند.

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

۳۰- کدام عبارت در مورد میکروسکوپ روبشی (SEM) نادرست است؟

۱) علاوه بر توپوگرافی ساده سطح می‌توان ترکیب شیمیایی سطح را به صورت محلی تحلیل کرد.

۲) روبش معمولاً به وسیله دو پیچه مغناطیسی انجام می‌شود که عمود بر یکدیگر بین دو عدسی مغناطیسی قرار می‌گیرند.

۳) دستگاه (SEM) متعارف در شرایط خلا زیاد (در حدود 10^{-5} Pa) و دستگاه پیشرفته‌تر در شرایط خلا فوق زیاد کار می‌کند.

۴) کارکرد این دستگاه بر اساس روبش یک باریکه الکترونی با انرژی در حدود ۲ تا ۱۰کیلو الکترون ولت روی سطح مورد نظر کانونی و آشکار سازی همزمان فوتون‌های گسیل شده از سطح قرار دارد.

۳۱- در روش پراش الکترون پر انرژی در بازتاب (RHEED) باریکه الکترونی حدود ..... با زاویه ..... بر سطح هدف فرود می‌آید. این روش نسبت به زمختی سطح در مقیاس اتمی ..... از روش پراش الکترون کم انرژی (LEED) که در آن معمولا باریکه الکترونی با زاویه ..... بر سطح هدف فرود می‌آید، است.

۱) چند ده الکترون ولت، تقریباً عمودی، بسیار حساس‌تر، خراشی بسیار کوچک

۲) چند ده الکترون ولت، خراشی بسیار کوچک، بسیار حساس‌تر، تقریباً عمودی

۳) چند صد الکترون ولت، تقریباً عمودی، حساسیت بسیار کمتری، خراشی بسیار کوچک

۴) چند صد الکترون ولت، خراشی بسیار کوچک، حساسیت بسیار کمتری، تقریباً عمودی

۳۲- طیف تشدید مغناطیسی هسته (NMR) مربوط به اتم C^{13} برای مولکول فولرین C_{60} ..... دارد زیرا در این فولرین ..... و برای فولرین C_{70} ..... دارد زیرا در این فولرین ..... .

۱) ۲ قله تیز، همه اتم‌های کربن آن هم‌ارزند، ۳ قله تیز ، ۲ نوع اتم غیر هم‌ارز وجود دارد.

۲) ۲ قله تیز، ۲ نوع اتم غیر هم‌ارز وجود دارد، فقط یک قله تیز، همه اتم‌های کربن آن هم‌ارزند.

۳) فقط یک قله تیز، همه اتم‌های کربن آن هم‌ارزند، ۵ قله تیز، ۵ نوع اتم غیر هم‌ارز وجود دارد.

۴) فقط یک قله تیز، همه اتم‌های کربن آن هم ارزند، ۲ قله تیز ، ۲ نوع اتم غیر هم ارز وجود دارد.

۳۳- کدام عبارت در مورد آنالیز:

XPS (X – ray photoelectron Spectroscopy) نادرست است؟

۱) در این روش تمامی عناصر با $Z \geq 3$ را می‌توان آشکارسازی کرد.

۲) محفظه این دستگاه در شرایط خلا حدود 10^{-3} torr کار می‌کند.

۳) در این روش نسبت اتم‌ها در ترکیب (فرمول empirical) تعیین می‌شود.

۴) با این روش ترکیب عنصری یک سطح تا عمق حدود ده نانومتر به دست می‌آید.

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

۳۴- **کدام عبارت در مورد ابزار و ماشین‌های مکانیکی در مقیاس نانو نادرست است؟**

۱) در روش لیتوگرافی نانوچاپ (nanoimprint) برای ایجاد نانوساختارها نیازی به استفاده از باریکه تابشی برای تولید الگوها نیست.

۲) با این روش می‌توان طرح‌هایی با قدرت تفکیک ۱۰ نانومتر را با هزینهٔ کم و سرعت بالا تولید کرد.

۳) در نانوموتورها نیروهای الکترواستاتیکی کوچک و نیروهای الکترومغناطیسی بسیار بزرگند.

۴) نانوموتورها در سامانه‌های زیستی مانند موتورهای تاژک‌دار باکتری‌ها وجود دارند.

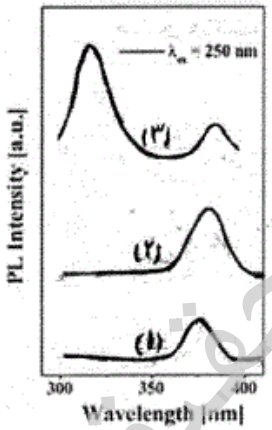
۳۵- **در شکل زیر طیف گسیلی از نانو ذرات GaN در سه اندازه مختلف این نانوذرات داده شده است. با توجه به نمودارهای داده شده قطر ذرات در نمودارهای اول، دوم و سوم به ترتیب از راست به چپ کدام مقادیر می‌تواند باشد؟**

۱) یک میکرون، ۱۲ نانومتر، ۴ نانومتر

۲) ۴ نانومتر، یک میکرون، ۱۲ نانومتر

۳) ۴ نانومتر، ۱۲ نانومتر، یک میکرون

۴) ۱۲ نانومتر، ۴ نانومتر، یک میکرون



۳۶- **پس از افزوده شدن یک اتم ناخالصی که یک الکترون اضافی به نوار رسانش سیلیسیوم می‌دهد ($\mu_n = ۰/۱۳ \, m^2/Vs$)، رسانش سیلیسیم آلاییده $۱/۰۸۲ \, \Omega^{-1} m^{-1}$ اندازه‌گیری می‌شود. نسبت آلایش (نسبت تعداد اتم‌های ناخالصی به تعداد اتم‌های سیلیسیم) تقریبا چقدر است؟ چگالی سیلیسیم $۲۴۲۰ \, kg/m^3$ آن $۲۸ \, g/mol$ است.**

۱) $۱۰^{-۳}$ ۲) $۱۰^{-۵}$

۳) $۱۰^{-۶}$ ۴) $۱۰^{-۹}$

۳۷- **جریانی به شدت $۸\times۱۰^{-۱۱} \, A$ از میان یک اتصال $p-n$ سلیکونی در دمای $۲۷ \, ^\circ C$ عبور می‌کند. شدت جریان گذرنده از این اتصال در بایاس مستقیم $۰/۶۹ \, V$ تقریبا چند آمپر است؟ $k_B = ۱/۳۸\times۱۰^{-۲۳} \, J/K$ و $e^{۲۶/۶۷} = ۳/۸\times۱۰^{۱۱}$.**

۱) $۳/۰۴\times۱۰^{-۳}$ ۲) $۱/۵۲\times۱۰^{-۲}$

۳) ۱۵/۲ ۴) ۳۰/۴

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

۳۸- رابطه پاشندگی برای الکترون‌ها در یک نیمرسانای دو بعدی به شکل $E(k)=\sqrt{U^2+\hbar^2 v_F^2 k^2}-U$ است که در آن U و v_F به ترتیب انرژی و سرعت مشخصه سیستم هستند. جرم موثر الکترون‌ها بر حسب E و پارامترهای مشخصه سیستم کدام است؟

۱) $\frac{(E+U)^3}{(v_F U)^2}$

۲) $\frac{2(E+U)^3}{v_F^2(E^2+U^2)}$

۳) $\frac{(E+U)^3}{2v_F^2(E^2+UE)}$

۴) $\frac{(E+U)^3}{v_F^2(E^2/2+UE+U^2)}$

۳۹- مقاومت دیفرانسیلی منفی در نیمرساناهای چندلایه‌ای (heterostructure) در شرایطی رخ می‌دهد که لایه‌ها به طور متناوب یکی از نوع نیمرسانای با ..... و دیگری از نوع نیمرسانای با ..... تشکیل شده باشد و یک میدان الکتریکی ..... سطح مرزی دو لایه مجاور اعمال شود.

۱) گاف کوچک و موبیلیته کم،گاف بزرگ و موبیلیته زیاد، موازی

۲) گاف کوچک و موبیلیته کم،گاف بزرگ و موبیلیته زیاد، عمود بر

۳) گاف کوچک و موبیلیته زیاد،گاف بزرگ و موبیلیته کم، موازی

۴) گاف کوچک و موبیلیته زیاد،گاف بزرگ و موبیلیته کم، عمود بر

۴۰- در یک اتصال $p-n$ در شرایط غیرتعادلی در ناحیه تهی (deplation) اندازه میدان الکتریکی و بار فضایی ..... و اندازه گرادیان چگالی حامل ها ..... و در ناحیه پخش (diffusion) اندازه میدان الکتریکی و بار فضایی ..... و اندازه گرادیان چگالی حامل ها ..... است.

۱) کوچک، کوچک، بزرگ، کوچک

۲) کوچک، بزرگ،کوچک، کوچک

۳) بزرگ،کوچک، نسبتا بزرگ،کوچک

۴) بزرگ، بزرگ،کوچک، نسبتا بزرگ

۴۱- برای اندازه گیری دما در محدوده $1\ K$ تا $100\ K$ کدام ترمیستور غالبا استفاده می‌شود؟

۱) ترمیستور ژرمانیوم

۲) ترمیستور TiO_2

۳) ترمیستور ZrO_2

۴) ترمیستور Cu_2O

۴۲- روند غالب برای گسیل نور در دیود LED ....., برای لیزر ..... و برای آشکارساز نوری ..... است.

۱) گسیل القایی، گسیل القایی ، جذب

۲) جذب،گسیل خود به خودی، گسیل القایی

۳) گسیل خود به خودی، گسیل القایی، جذب

۴) گسیل خود به خودی، گسیل القایی، گسیل القایی

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

۴۳- در LED های ساخته شده از آلیاژ سه‌تایی $GaAs_{1-y}P_y$ گاف نواری در محدوده $0 < y < 0/45$ ..... و در محدوده $y > 0/45$ ..... است. با افزایش y اندازه گاف نواری ..... می‌یابد. با افزایش ازت به این آلیاژ در محدوده $y > 0/45$ بازده کوانتومی ..... می‌یابد.

۱) مستقیم ، غیرمستقیم ، کاهش، افزایش

۲) مستقیم ، غیرمستقیم ، افزایش، افزایش

۳) غیرمستقیم ، مستقیم ، کاهش، کاهش

۴) غیرمستقیم ، مستقیم ، افزایش، کاهش

۴۴- چگالی جریان آستانه در یک دمای معین، در لیزر پیوندگاه ناهمگن دوگانه ..... لیزر پیوندگاه همگن است. چگالی جریان آستانه با افزایش دما، در لیزر پیوندگاه ناهمگن دوگانه ..... لیزر پیوندگاه همگن ..... می‌یابد.

۱) بزرگتر از ، آهسته‌تر ، کاهش

۲) بزرگتر از ، مشابه با، کاهش

۳) خیلی کمتر از، خیلی سریعتر از، افزایش

۴) خیلی کمتر از، خیلی آهسته‌تر از، افزایش

۴۵- کدام عبارت در مورد دیود تونل‌زنی تشدیدی (Resonant Tunneling Diaod) نادرست است؟

۱) این دیودها را می‌توان در ابزارهای منطقی دیجیتالی چند- مقداری (multiple-valued) به کار برد.

۲) ساختمان اساسی این دیود از یک چاه کوانتومی (مانند GaAs) که از دو طرف با سدهای پتانسیلی (مانند AlGaAS) احاطه شده تشکیل شده است.

۳) نمودار جریان بر حسب ولتاژ بایاس این دیود به این شکل است که با افزایش ولتاژ از صفر به تدریج جریان زیاد می‌شود و به یک بیشینه می‌رسد. با افزایش بیشتر ولتاژ جریان بسیار آرام و کند کاهش یافته و به سمت صفر میل می‌کند.

۴) این دیودها را در مدارهای فرکانس بالا و نوسانگرها می‌توان استفاده کرد. برای این کار باید ولتاژ بایاس چنان باشد که دیود در ناحیه شیب مقاومت منفی (NDR) کار کند.

موسسه تحقیقاتی آرمان