www.konkur.in

کد کنترل

711A

711A

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

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

صبح جمعه
۱۴۰۴/۱۱/۱۰
دفترچه شماره ۲ از ۲

آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌متمرکز) ـ سال ۱۴۰۵
فناوری نانو (کد ۲۳۶۳)

تعداد سؤال: ۵۵ سؤال

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

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین‌حساب مجاز نیست.

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.

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

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

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با آگاهی کامل، یکسان‌بودن شماره صندلی خود با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخ‌نامه و دفترچه سؤالات، نوع و کدکنترل درج‌شده بر روی جلد دفترچه سؤالات 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- فرض کنید z_1 و z_2 نقاط واقع بر دایره واحد به شرط $|z_1 - z_2| = \sqrt{3}$ باشند. مقدار $|z_1 + z_2|$ کدام است؟

۱) $\frac{\sqrt{3}}{3}$

۲) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

۳) ۱

۴) $\sqrt{3}$

۲- به ازای کدام مقدار β، تابع $f(x) = \begin{cases} \frac{\sin(x^2)}{x(\sqrt{1+x}-1)} & x > 0 \\ \beta 2^x + 3 & x \le 0 \end{cases}$ پیوسته است؟

۱) -3

۲) -1

۳) ۱

۴) ۳

۳- طول قوس منحنی $y = e^{2x} + \frac{1}{16}e^{-2x}$ در بازه $[0, \ln 2]$، کدام است؟

۱) $\frac{2\ln 2}{3}$

۲) $\frac{3\ln 2}{2}$

۳) $\frac{65}{64}$

۴) $\frac{195}{64}$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۴- به‌ازای کدام مقادیر A، B و C، سری $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{An^2+Bn+C}{n^3+1}$ واگرا است؟

۱) B و C دلخواه و $A \neq 0$

۲) B و C دلخواه و $A = 0$

۳) A و B دلخواه و $C \neq 0$

۴) A و B دلخواه و $C = 0$

۵- تعداد نقاط واقع بر منحنی $x = t$، $y = t^2$ و $z = t^3$ که صفحه مماس در آنها، موازی $x + 2y + z = 4$ باشد، کدام است؟

۱) صفر

۲) ۱

۳) ۲

۴) ۳

۶- ماکزیمم مقدار تابع $f(x,y) = x^2 + 2x + 2y^2 - 4y$، بر دامنه $x^2 + 2y^2 \leq 12$ کدام است؟

۱) $12 - 2\sqrt{6}$

۲) ۱۲

۳) $24 - 2\sqrt{6}$

۴) ۲۴

۷- اندازه شار گذرا توسط میدان برداری $\vec{F}(x,y,z) = z\,\hat{i} + x^2\,\hat{k}$ از سطح رویه $z = x^2 + y^2$ در دامنه مربعی $[-1,1] \times [-1,1]$، کدام است؟

۱) $\frac{4}{3}$

۲) $\frac{3}{2}$

۳) $\frac{3}{4}$

۴) $\frac{2}{3}$

۸- فصل مشترک رویه‌های $z = 2 - x^2 - 2y^2$ و $z = x^2$ واقع در $\frac{1}{8}$ اول فضا از نقطه $(0,1,0)$ تا $(1,0,1)$ را C می‌نامیم. مقدار $\int_C (-2x\,\hat{i} - \frac{1}{z+y^2}\,\hat{j} + (x^2+y^2)\hat{k}).d\vec{r}$ کدام است؟

۱) $\frac{\pi}{2}$

۲) ۱

۳) ۲

۴) 2π

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۹- حاصل عبارت $\hat{i}.(\hat{j}\times\hat{k})+\hat{j}.(\hat{k}\times\hat{i})+\hat{k}.(\hat{i}\times\hat{j})$ کدام است؟

۱) صفر

۲) ۱

۳) ۲

۴) ۳

۱۰- ماتریس $A=\begin{pmatrix}0 & a\\ b & 0\end{pmatrix}$ را درنظر بگیرید. اگر $A^3+A=0$ باشد، رابطه بین a و b کدام است؟ $(a,b\neq 0)$

۱) $b=\frac{1}{a}$

۲) $b=\frac{2}{a}$

۳) $b=-\frac{1}{a}$

۴) $b=-\frac{2}{a}$

۱۱- اگر $\vec{r}(t)=5t^2\hat{i}+t\hat{j}-t^3\hat{k}$، آن‌گاه حاصل $\int_1^2 \vec{r}\times\frac{d^2\vec{r}}{dt^2}dt$ کدام است؟

۱) $20\hat{i}+15\hat{j}-5\hat{k}$

۲) $16\hat{i}-35\hat{j}+15\hat{k}$

۳) $-14\hat{i}+75\hat{j}-15\hat{k}$

۴) $-7\hat{i}+30\hat{j}+5\hat{k}$

۱۲- اگر $x=a(\theta+\sin\theta)$ و $y=a(1-\cos\theta)$، آن‌گاه $\frac{dy}{dx}$ کدام است؟ (a مقدار ثابتی است.)

۱) $\tan\frac{\theta}{2}$

۲) $\sin\frac{\theta}{2}$

۳) $\cos\frac{\theta}{2}$

۴) $\cot\frac{\theta}{2}$

۱۳- حاصل انتگرال سطحی $\oint_A \vec{F}.\hat{n}da$ کدام است؟ $(\vec{F}=4xz\hat{i}-y^2\hat{j}+yz\hat{k})$ و A سطح مکعبی است که با معادلات روبه‌رو توصیف می‌شود. $(x=0,x=1,y=0,y=1,z=0,z=1)$

۱) $\frac{1}{2}$

۲) $\frac{3}{2}$

۳) ۲

۴) ۳

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۱۴- تابع $y = e^{-۲x}(A\cos x + B\sin x)$، پاسخ کدام معادله دیفرانسیل است؟

۱) $y'' + ۴y' + ۵y = ۰$

۲) $y'' + ۴y' + ۳y = ۰$

۳) $y'' - ۴y' + ۳y = ۰$

۴) $y'' - ۴y' + ۵y = ۰$

۱۵- سری فوریه تابع $f(x) = |x|$ در بازهٔ $-\pi < x < \pi$ کدام است؟

۱) $\frac{\pi}{۲} - \frac{۴}{\pi}\sum_{n=۰}^{\infty}\frac{\cos(۲n+۱)x}{(۲n+۱)!}$

۲) $\frac{\pi^۲}{۲} + \frac{۴}{\pi}\sum_{n=۰}^{\infty}\frac{\cos(۲n+۱)x}{(۲n+۱)!}$

۳) $\frac{\pi^۲}{۲} + \frac{۴}{\pi}\sum_{n=۰}^{\infty}\frac{\cos(۲n+۱)x}{(۲n+۱)}$

۴) $\frac{\pi}{۲} - \frac{۴}{\pi}\sum_{n=۰}^{\infty}\frac{\cos(۲n+۱)x}{(۲n+۱)^۲}$

۱۶- اگر $\sin(a+ib) = x+iy$ باشد، کدام مورد درست است؟ $(a, b \neq ۰)$

۱) $\frac{x^۲}{\sin^۲ a} + \frac{y^۲}{\sin^۲ b} = ۱$

۲) $\frac{x^۲}{\cosh^۲ b} + \frac{y^۲}{\sinh^۲ b} = ۱$

۳) $\frac{x^۲}{\cosh^۲ b} - \frac{y^۲}{\sinh^۲ b} = ۱$

۴) $\frac{x^۲}{\sin^۲ a} - \frac{y^۲}{\sin^۲ b} = ۱$

۱۷- حاصل انتگرال $\int_c \frac{\sin z}{(z-\frac{\pi}{۴})^۳}dz$ کدام است؟ (c دایره $|z-\frac{\pi}{۴}| = \frac{۱}{۲}$ است.)

۱) $-\sqrt{۲}\pi i$

۲) $-۲\pi i$

۳) $-\frac{\sqrt{۲}}{۲}\pi i$

۴) $\frac{\pi}{۲}i$

۱۸- توپی از سطح زمین به هوا شوت شده است. در ارتفاع $۳/۲۰\,m$، سرعت توپ $\vec{V} = (۷/۰\hat{i} + ۶/۰\hat{j})$ است. $\hat{i}$ بردار یکه در راستای افقی و $\hat{j}$ بردار یکه عمود بر سطح زمین به سمت بالاست. بُرد پرتابه چند متر است؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$

۱) ۱۴ ۲) ۱۱

۳) ۹/۶ ۴) ۸/۴

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

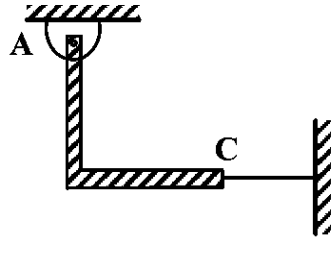
۱۹- معادله حرکت دو ذره با جرم‌های یکسان که بر روی یک خط راست حرکت می‌کنند، به شکل $x_1 = t^2 + 2t + 1$ و $x_2 = 2t + 5$ است. همه مقادیر در SI هستند. در لحظه‌ای که دو ذره به هم می‌رسند، سرعت مرکز جرم آنها چند متر بر ثانیه است؟

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۲۰- به توپ گلفی تحت زاویه 30° نسبت به افق با سرعت $62/8 \frac{m}{s}$ و آهنگ چرخش $80 \frac{rad}{s}$ ضربه می‌زنیم. با چشم‌پوشی از مقاومت هوا، این توپ تا رسیدن به نقطهٔ اوج خود چند دور می‌چرخد؟ $(g = 10 \frac{m}{s^2})$

۱) ۸۰
۲) ۶۰
۳) ۴۰
۴) ۲۰

۲۱- شکل زیر، میله یکنواختی را نشان می‌دهد که از دو بخش عمود برهم، هریک به طول b و جرم M تشکیل شده است. یک سر میله در نقطه A به محوری لولا شده است. سر دیگر میله (نقطه C) توسط یک نخ افقی به دیوار وصل است. نیرویی که لولا به میله وارد می‌کند، چند برابر کشش نخ است؟

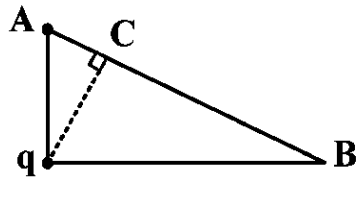


۱) $\frac{\sqrt{17}}{2}$
۲) $2\sqrt{5}$
۳) $\sqrt{5}$
۴) $\sqrt{17}$

۲۲- در ناحیه‌ای از فضا به پهنای L میدان الکتریکی یکنواخت وجود دارد. الکترونی با سرعت v در جهت خلاف خطوط میدان، به این ناحیه وارد می‌شود. اگر مدت‌زمان حضور الکترون در این ناحیه t باشد، اندازه میدان الکتریکی کدام است؟

۱) $\frac{2m_e(L + vt)}{et^2}$
۲) $\frac{2m_e(L - vt)}{et^2}$
۳) $\frac{m_e(L + vt)}{2et^2}$
۴) $\frac{m_e(L - vt)}{2et^2}$

۲۳- در شکل زیر، بار نقطه‌ای q در رأس قائم یک مثلث قائم‌الزاویه قرار دارد. اگر اندازه میدان الکتریکی در نقطه A برابر با $E_A = 0/34 \frac{kV}{m}$ و در نقطه B برابر با $E_B = 0/22 \frac{kV}{m}$ باشد، اندازه میدان الکتریکی در نقطه C چند کیلوولت بر متر است؟



۱) ۰/۵۶
۲) ۰/۴۸
۳) ۰/۲۸
۴) ۰/۱۴

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۲۴- در یک میدان مغناطیسی یکنواخت با شدت $B = ۱۰۰\sqrt{۲}\ \mu T$، الکترونی حرکت می‌کند. مسیر حرکت الکترون مارپیچی به شکل دایره‌های پیش‌رونده است. شعاع دایره‌ها $R = ۱/۰\ cm$ و فاصله هر دو دایرهٔ متوالی $h = ۶/۲۸\ cm$ است. اندازه سرعت الکترون چند متر بر ثانیه است؟ (نسبت بار الکترون به جرم آن را $\frac{e}{m} = ۱/۸\times ۱۰^{۱۱}\ \frac{C}{kg}$ بگیرید.)

۱) $۳/۲\times ۱۰^{۵}$ ۲) $۳/۲\times ۱۰^{۶}$

۳) $۳/۶\times ۱۰^{۵}$ ۴) $۳/۶\times ۱۰^{۶}$

۲۵- دو سیم رسانای بسیار دراز به فاصله $۸\ cm$ از هم، به‌طور موازی قرارگرفته‌اند. از این سیم‌ها جریان‌های هم‌جهت یکسان $۱۰\ A$ می‌گذرد. در نقطه‌ای که فاصلهٔ آن از هریک از دو سیم برابر $۵\ cm$ است، میدان مغناطیسی چند میکرو تسلا است؟ $(\mu_{۰} = ۴\pi\times ۱۰^{-۷}\ \frac{Tm}{A})$

۱) ۴۰

۲) ۴۸

۳) ۶۵

۴) ۷۴

مبانی نانوتکنولوژی:

۲۶- جوشکاری نانوالیاف، با چه روشی انجام می‌شود؟

۱) جوشکاری جرقه‌ای (Flash welding)

۲) جوشکاری آلتراسونیک (Ultrasonic welding)

۳) جوشکاری با پرتو لیزر (Laser beam welding)

۴) جوشکاری با پرتو الکترونی (Electron beam welding)

۲۷- با کاهش اندازه خوشه‌های فلزی از حالت توده‌ای به خوشه کوچک، چه اتفاقی می‌افتد؟

۱) سطوح انرژی گسسته می‌شود اما شکاف باندی وجود ندارد.

۲) سطوح انرژی گسسته می‌شود و شکاف باندی ظاهر می‌شود.

۳) سطوح انرژی بدون تغییر باقی‌می‌ماند و شکاف باندی ظاهر می‌شود.

۴) سطوح انرژی به باند پیوسته تبدیل می‌شوند و شکاف باندی از بین می‌رود.

۲۸- در میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)، کدام‌یک از الکترون‌های ثانویه (Secondary) و الکترون‌های پس‌پراکندگی (Back ـ scattering) پرانرژی‌تر هستند و چه اطلاعاتی از سطح را می‌دهند؟

۱) الکترون‌های ثانویه ـ شکل ساختاری سطح ۲) الکترون‌های ثانویه ـ ترکیب شیمیایی سطح

۳) الکترون‌های پس‌پراکندگی ـ شکل ساختاری سطح ۴) الکترون‌های پس‌پراکندگی ـ ترکیب شیمیایی سطح

۲۹- در ساختار کریستال‌های فوتونی با مقیاس نانو، کدام ویژگی باعث ایجاد خواص نوری خاص، مانند شکاف باندی فوتونی می‌شود؟

۱) افزایش ضخامت لایه‌ها ۲) تناوب دوره‌ای ساختار

۳) کاهش دمای محیط ۴) تغییر در چگالی اتم‌ها

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۳۰- در یک نقطه کوانتومی نیمه‌هادی، با کاهش اندازه از ۱۰ به ۳ نانومتر، کدام تعبیر به‌درستی، توصیف‌کننده رفتار الکترونی آن است؟

۱) چگالی حالت‌ها افزایش یافته و رسانایی افزایش می‌یابد.

۲) گاف انرژی بدون تغییر می‌ماند، چون ساختار بلوری ثابت است.

۳) گاف انرژی افزایش می‌یابد و رنگ جذب به سمت آبی جابه‌جا می‌شود.

۴) گاف انرژی کاهش می‌یابد و رنگ جذب به سمت قرمز جابه‌جا می‌شود.

۳۱- فرض کنید دو ذره کروی از یک ماده یکسان داریم که شعاع اوّلی $30\,nm$ و شعاع دیگری $15\,nm$ است. اگر انرژی سطحی ماده $\gamma = 2\,\frac{J}{m^2}$ باشد، نسبت انرژی سطحی به حجم $(E_{surface}/V)$ برای ذره کوچک‌تر به بزرگ‌تر چقدر است؟

۱) $\frac{1}{4}$

۲) $\frac{1}{2}$

۳) ۲

۴) ۴

۳۲- در روش پراکندگی نور پویا (DLS)، دو نانوذره از یک ماده بررسی می‌شوند:

نمونه A: ذرات تقریباً کروی با قطر یکنواخت حدود $50\,nm$

نمونه B: ذرات میله‌ای با طول $100\,nm$ و قطر $20\,nm$

اگر هر دو نمونه در محیط آبی با ویسکوزیته یکسان اندازه‌گیری شوند، کدام مورد، رفتار اندازه‌گیری‌شده توسط DLS را بهتر توصیف می‌کند؟

۱) DLS برای ذرات غیرکروی (نمونه B)، اندازه بزرگ‌تر نسبت به مقدار واقعی گزارش می‌کند.

۲) DLS فقط برای ذرات کروی معتبر بوده و برای نمونه B هیچ سیگنالی نمی‌دهد.

۳) نمونه B، اندازه کوچک‌تر نسبت به میانگین هندسی واقعی نشان می‌دهد.

۴) هر دو نمونه، اندازه هیدرودینامیکی مشابه نشان می‌دهند.

۳۳- یک نانوذره پوشش‌دار حامل دارو می‌تواند در سلول هدف، دارو را رها کند. مزیت اصلی استفاده از نانوذره حامل دارو نسبت به داروی آزاد چیست؟

۱) افزایش وزن مولکولی

۲) کاهش اثر بیولوژیکی

۳) تغییر ساختار شیمیایی

۴) افزایش حلالیت و عبور از غشا

۳۴- با کاهش سطح مقطع یک سیم رسانا و رسیدن آن به ابعاد نانومتری، مقاومت الکتریکی سیم چه تغییری خواهد کرد؟

۱) ابتدا کاهش و سپس افزایش

۲) ابتدا افزایش و سپس کاهش

۳) افزایش

۴) کاهش

۳۵- کدام‌یک از موارد زیر، ترتیب مراحل لیتوگرافی برای تشکیل نقاط کوانتومی را به‌درستی بیان می‌کند؟

۱) قرار دادن مقاومت حساس به تابش، تابش با پرتو الکترونی، شست‌وشو با حلال مناسب، قرار دادن ماسک، حکاکی شیمیایی

۲) قرار دادن مقاومت حساس به تابش، قرار دادن ماسک، تابش با پرتو الکترونی، شست‌وشو با حلال مناسب، حکاکی شیمیایی

۳) قرار دادن ماسک، شست‌وشو با حلال مناسب، قرار دادن مقاومت حساس به تابش، تابش با پرتو الکترونی، حکاکی شیمیایی

۴) قرار دادن ماسک، قرار دادن مقاومت حساس به تابش، تابش با پرتو الکترونی، حکاکی شیمیایی، شست‌وشو با حلال مناسب

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

نانومواد:

۳۶- **در یک نانوکامپوزیت زمینه فلزی تقویت‌شده با نانوذرات سرامیکی، مشاهده شده است که سختی و مقاومت تسلیم فلز زمینه افزایش یافته ولی چقرمگی شکست آن کاهش یافته است. کدام مورد، عامل اصلی این تغییرات را نشان می‌دهد؟**

۱) کرنش داخلی در ماتریس ناشی از تفاوت ضریب انبساط حرارتی ماتریس و نانوذرات

۲) افزایش اندازه نانوذرات و کاهش چگالی آنها در ماتریس

۳) محدودشدن حرکات مرزدانه‌ها توسط نانوذرات

۴) تشکیل فاز ثانویه نرم بین ماتریس و نانوذرات

۳۷- **در الگوی XRD نانومواد، علاوه‌بر کوچک‌بودن اندازه بلورک‌ها، کدام عامل فیزیکی می‌تواند موجب پهن‌شدگی پیک‌ها شود؟**

۱) نوسانات گرمایی شبکه در دماهای بالا
۲) تغییر ترکیب شیمیایی در حین رشد نانوذرات
۳) ناهمگنی در چگالی بار الکترونی میان نواحی بلور
۴) کرنش‌های درون‌بلوری ناشی از نقص‌ها و نابه‌جایی‌ها

۳۸- **نانوذرات پلاتین با سه مورفولوژی کروی، مکعبی و میله‌ای تولید شده‌اند. فعالیت کاتالیتیکی سطحی این نانوذرات بیشتر تحت‌تأثیر چه عاملی است و کدام مورفولوژی معمولاً بیشترین فعالیت را دارد؟**

۱) وجوه کریستالی مشخص ـ مکعبی
۲) نسبت سطح به حجم ـ کروی
۳) نسبت طول به قطر ـ میله‌ای
۴) نوع فلز ـ مشابه

۳۹- **با ریز شدن اندازه نانوذرات، چه اتفاقی در طیف نوری آنها رخ می‌دهد؟**

۱) انتقال به سمت انرژی کمتر و ایجاد طیف جدید

۲) انتقال به سمت انرژی بیشتر و ایجاد طیف جدید

۳) انتقال به سمت انرژی کمتر و عدم ایجاد طیف جدید

۴) انتقال به سمت انرژی بیشتر و عدم ایجاد طیف جدید

۴۰- **کدام مورد، علت کاهش میدان مغناطیس خالص خوشه‌های نانومتری ساخته‌شده از اتم‌های مغناطیسی را به درستی بیان می‌کند؟**

۱) کاهش تعداد اتم‌ها در خوشه‌ها

۲) افزایش تعداد اتم‌ها در خوشه‌ها

۳) غیرهم‌راستا شدن بردارهای مغناطیسی اتم‌ها در جهت محور تقارن

۴) هم‌راستا شدن کامل بردارهای مغناطیسی اتم‌ها در جهت محور تقارن

۴۱- **کدام مورد، به‌درستی تأثیر کاهش اندازه دانه بر عمر خستگی مواد نانوساختار را بیان می‌کند؟**

۱) کاهش اندازه دانه باعث کاهش مرزدانه‌ها و افزایش سرعت رشد ترک می‌شود و عمر خستگی مواد نانوساختار را کاهش می‌دهد.

۲) کاهش اندازه دانه باعث افزایش جوانه‌زنی ترک و رشد طولی آن شده و عمر خستگی مواد نانوساختار را کاهش می‌دهد.

۳) کاهش اندازه دانه باعث کاهش جوانه‌زنی ترک و رشد طولی آن شده و عمر خستگی مواد نانوساختار را افزایش می‌دهد.

۴) کاهش اندازه دانه تأثیری بر فرایند جوانه‌زنی و رشد ترک ندارد و عمر خستگی ثابت می‌ماند.

۴۲- **یک نانوکامپوزیت پلیمری حاوی ۴ درصد حجمی فاز تقویت‌کننده است. حجم محصول نهایی ۱۰,۰۰۰ میکرون‌مکعب شده است. فصل مشترک ذرات با زمینه، چند نانومترمربع است؟ (قطر نانوذرات را ۱۰۰ نانومتر فرض کنید.)**

۱) ۲۴×۱۰^{۹}
۲) ۲۴×۱۰^{۳}
۳) ۱۲×۱۰^{۹}
۴) ۱۲×۱۰^{۳}

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۴۳- **یک نانوکامپوزیت پلیمری، شامل نانوذرات رسانای حرارتی در یک پلیمر با هدایت حرارتی پایین است. مشاهده شد که هدایت حرارتی کل کامپوزیت با افزایش غلظت نانوذرات به‌صورت غیرخطی زیاد شده است. مهم‌ترین دلیل این پدیده چیست؟**

۱) افزایش سطح تماس ذرات با ماتریس و درنتیجه انتقال حرارت موضعی بهتر

۲) همرفت موضعی ناشی از حرکت زنجیره‌های پلیمری در مجاورت نانوذرات

۳) تغییر ساختار داخلی و مورفولوژی پلیمر به دلیل حضور ذرات

۴) تشکیل مسیرهای پیوسته حرارتی بین نانوذرات

۴۴- **رشد دانه در مواد نانوساختار، عمدتاً از طریق چه مکانیزمی رخ می‌دهد؟**

۱) مهاجرت فصل مشترک ۲) تبلور مجدد

۳) تجمع نقص‌های بلوری ۴) انحلال و رسوب‌گذاری دانه‌ها

۴۵- **در ابعاد نانومتری، خواص ترمودینامیکی مواد به شدت تحت‌تأثیر سطح ویژه بالای آنها قرار می‌گیرند. کدام مورد به‌درستی تأثیر کوچک شدن اندازه ذرات را بر پایداری ترمودینامیکی نانومواد توضیح می‌دهد؟**

۱) کاهش اندازه ذرات، باعث تغییر در انرژی آزاد کل نمی‌شود، زیرا انرژی سطحی و حجمی هم‌زمان کاهش می‌یابد.

۲) کاهش اندازه ذرات، باعث کاهش انرژی آزاد سطحی و درنتیجه، افزایش پایداری ترمودینامیکی می‌شود.

۳) کاهش اندازه ذرات، باعث افزایش انرژی آزاد سطحی و کاهش پایداری ترمودینامیکی می‌شود.

۴) با کاهش اندازه ذرات، تنها انرژی حجمی تغییر کرده و انرژی سطحی ثابت می‌ماند.

ادوات نیمه‌هادی پیشرفته:

۴۶- **در یک نیمه‌هادی سیلیکونی، با افزایش دما، تعداد الکترون‌ها در باند هدایت چه تغییری می‌کند؟**

۱) کاهش می‌یابد. ۲) افزایش می‌یابد.

۳) بدون تغییر می‌ماند. ۴) تا دمای مشخصی افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۴۷- **طبق اصل طرد پائولی، وقتی اتم‌ها به هم نزدیک می‌شوند، چه اتفاقی برای تعداد کل حالات کوانتومی در یک بلور رخ می‌دهد؟**

۱) به صفر می‌رسد. ۲) کاهش می‌یابد. ۳) افزایش می‌یابد. ۴) ثابت می‌ماند.

۴۸- **کدام مورد، به اثر سیبک در نیمه‌هادی‌ها اشاره دارد؟**

۱) ایجاد اختلاف پتانسیل در اثر اعمال گرادیان دمایی به یک نیمه‌هادی

۲) ایجاد اختلاف پتانسیل در اثر اعمال میدان مغناطیسی به یک نیمه‌هادی

۳) ایجاد اختلاف پتانسیل در اثر اعمال میدان الکتریکی در یک نیمه‌هادی

۴) ایجاد اختلاف پتانسیل در اثر اعمال همزمان میدان مغناطیسی و الکتریکی به یک نیمه‌هادی

۴۹- **موقعیت سطح فرمی ذاتی سیلیکون به باند گپ (گاف انرژی) در دمای $300\,K$، برابر کدام مورد است؟**

$(m_n^* = m_0, m_p^* = 0/5\, m_0, kT = 0/0259\, eV)$

۱) $0/03 \ln 0/5$

۲) $0/02 \ln 2$

۳) $0/03 \ln 2$

۴) $0/02 \ln 0/5$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۵۰- با استفاده از آلاییدن می‌خواهیم نیمه‌هادی سیلیکون خالص را به نوع p تبدیل کنیم. کدام عنصر برای این کار می‌تواند استفاده شود؟

۱) فسفر ۲) بور ۳) آنتی‌موان ۴) آرسنیک

۵۱- تغییر ظرفیت خازنی در مرز یک اتصال مستقیم p-n با تغییرات ولتاژ اعمالی، به کدام صورت است؟

۱) $C\alpha V^{-1}$ ۲) $C\alpha V^{2}$

۳) $C\alpha V^{-\frac{1}{2}}$ ۴) $C\alpha V^{\frac{1}{2}}$

۵۲- غلظت تعادلی الکترون و حفره در یک نمونه به‌طور یکنواخت دوپ‌شده با سیلیکون تحت شرایط $N_A << N_D, T = 300\,K$ و $N_D = 10^{15}\,cm^{-3}$، برابر کدام مورد است؟ (فرض کنید غلظت ذاتی سیلیکون در دمای اتاق، برابر $10^{10}\,cm^{-3}$ است.)

۱) $n = 10^{5}\,cm^{-3},\ p = 10^{15}\,cm^{-3}$

۲) $n = 10^{10}\,cm^{-3},\ p = 10^{20}\,cm^{-3}$

۳) $n = 10^{15}\,cm^{-3},\ p = 10^{5}\,cm^{-3}$

۴) $n = 10^{20}\,cm^{-3},\ p = 10^{10}\,cm^{-3}$

۵۳- تعداد اتم‌های سطح یک ویفر سیلیکونی با مساحت سطح $5\,cm^{2}$ که از صفحات (۱۰۰) تشکیل شده است، چقدر است؟ (پارامتر شبکه Si، $5\times10^{-8}\,cm$ است.)

۱) 4×10^{14}

۲) 8×10^{14}

۳) 20×10^{14}

۴) 40×10^{14}

۵۴- یک نیمه‌هادی سیلیکونی نوع p با اتم‌های بور در دمای $300\,K$ دوپ شده است. سطح انرژی ناخالصی پذیرنده ۰٫۰۴۵ الکترون‌ولت بالای نوار والانس است. اگر سطح انرژی ناخالصی پذیرنده به اندازه $3kT$ بالاتر از سطح انرژی فرمی بوده و چگالی حالت‌های مؤثر در نوار والانس $2{,}8\times10^{19}\,cm^{-3}$ باشد، غلظت حفره‌ها در دمای $300K$ چقدر است؟ (ثابت بولتزمن، برابر $8{,}62\times10^{-5}\,eV/K$ است.)

۱) $2{,}8\times10^{19}\,e^{1/26}$

۲) $2{,}8\times10^{19}\,e^{1/73}$

۳) $2{,}8\times10^{19}\,e^{3/00}$

۴) $2{,}8\times10^{19}\,e^{4/74}$

Telegram: @uni_k

www.konkur.in

۵۵- فرض کنید گذردهی خلأ (ε_0) با گذردهی یک ماده خاص ($\varepsilon = 12\varepsilon_0$) جایگزین شود. در این‌صورت، انرژی سطوح مختلف الکترون یک اتم تک‌الکترونی، چه تغییری خواهد کرد؟

۱) $E'_n = E_n \times 144$

۲) $E'_n = E_n \times \frac{1}{144}$

۳) $E'_n = E_n \times 12$

۴) $E'_n = E_n \times \frac{1}{12}$

Telegram: @uni_k