

کد کنترل

711A



711A

صبح جمعه

۱۴۰۴/۱۱/۱۰

دفترچه شماره ۲ از ۲



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

«علم و تحقیق، کلید پیشرفت کشور است.»

مقام معظم رهبری

آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌متمرکز) – سال ۱۴۰۵
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 کدکنترل درج شده بر روی جلد دفترچه سؤالات و پایین پاسخنامه 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 $f(x) = \begin{cases} \frac{\sin(x^2)}{x(\sqrt{1+x}-1)} & x > 0 \\ \beta 2^x + 3 & x \leq 0 \end{cases}$ پیوسته است؟

(۱) -۳

(۲) -۱

(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) $\frac{195}{64}$

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

(۱) $A \neq 0$ و B و C دلخواه

(۲) $A = 0$ و B و C دلخواه

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

(۱) $\frac{\pi}{2}$

(۲) ۱

(۳) ۲

(۴) 2π

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

(۱) صفر

(۲) ۱

(۳) ۲

(۴) ۳

۱۰- ماتریس $A = \begin{pmatrix} 0 & a \\ b & 0 \end{pmatrix}$ را در نظر بگیرید. اگر $A^2 + A = 0$ باشد، رابطه بین a و b کدام است؟ ($a, b \neq 0$)

$$b = \frac{2}{a} \quad (۲)$$

$$b = \frac{1}{a} \quad (۱)$$

$$b = -\frac{2}{a} \quad (۴)$$

$$b = -\frac{1}{a} \quad (۳)$$

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

$$20\hat{i} + 15\hat{j} - 5\hat{k} \quad (۱)$$

$$16\hat{i} - 35\hat{j} + 15\hat{k} \quad (۲)$$

$$-14\hat{i} + 75\hat{j} - 15\hat{k} \quad (۳)$$

$$-7\hat{i} + 30\hat{j} + 5\hat{k} \quad (۴)$$

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

$$\tan \frac{\theta}{2} \quad (۱)$$

$$\sin \frac{\theta}{2} \quad (۲)$$

$$\cos \frac{\theta}{2} \quad (۳)$$

$$\cot \frac{\theta}{2} \quad (۴)$$

۱۳- حاصل انتگرال سطحی $\oint_A \vec{F} \cdot \hat{n} da$ کدام است؟ $\vec{F} = xz\hat{i} - y^2\hat{j} + yz\hat{k}$ و A سطح مکعبی است که با

معادلات روبه‌رو توصیف می‌شود. $(x=0, x=1, y=0, y=1, z=0, z=1)$

$$\frac{1}{2} \quad (۱)$$

$$\frac{3}{2} \quad (۲)$$

$$2 \quad (۳)$$

$$3 \quad (۴)$$

۱۴- تابع $y = e^{-2x} (A \cos x + B \sin x)$ ، پاسخ کدام معادله دیفرانسیل است؟

$$y'' + 4y' + 5y = 0 \quad (۱)$$

$$y'' + 4y' + 3y = 0 \quad (۲)$$

$$y'' - 4y' + 3y = 0 \quad (۳)$$

$$y'' - 4y' + 5y = 0 \quad (۴)$$

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

$$\frac{\pi^2}{2} + \frac{4}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\cos((2n+1)x)}{(2n+1)!} \quad (۲)$$

$$\frac{\pi}{2} - \frac{4}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\cos((2n+1)x)}{(2n+1)!} \quad (۱)$$

$$\frac{\pi}{2} - \frac{4}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\cos((2n+1)x)}{(2n+1)^2} \quad (۴)$$

$$\frac{\pi^2}{2} + \frac{4}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\cos((2n+1)x)}{(2n+1)} \quad (۳)$$

۱۶- اگر $\sin(a+ib) = x+iy$ باشد، کدام مورد درست است؟ ($a, b \neq 0$)

$$\frac{x^2}{\sin^2 a} + \frac{y^2}{\sin^2 b} = 1 \quad (۱)$$

$$\frac{x^2}{\cosh^2 b} + \frac{y^2}{\sinh^2 b} = 1 \quad (۲)$$

$$\frac{x^2}{\cosh^2 b} - \frac{y^2}{\sinh^2 b} = 1 \quad (۳)$$

$$\frac{x^2}{\sin^2 a} - \frac{y^2}{\sin^2 b} = 1 \quad (۴)$$

۱۷- حاصل انتگرال $\int_c \frac{\sin z}{(z - \frac{\pi}{4})^3} dz$ کدام است؟ (c دایره $|z - \frac{\pi}{4}| = \frac{1}{4}$ است.)

$$-\sqrt{2}\pi i \quad (۱)$$

$$-2\pi i \quad (۲)$$

$$-\frac{\sqrt{2}}{2}\pi i \quad (۳)$$

$$\frac{\pi}{2}i \quad (۴)$$

۱۸- توپیی از سطح زمین به هوا شوت شده است. در ارتفاع $3/20 \text{ m}$ ، سرعت توپ $\vec{V} = (7 \circ \hat{i} + 6 \circ \hat{j})$ 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؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

$$۱۱ \quad (۲)$$

$$۱۴ \quad (۱)$$

$$۸/۴ \quad (۴)$$

$$۹/۶ \quad (۳)$$

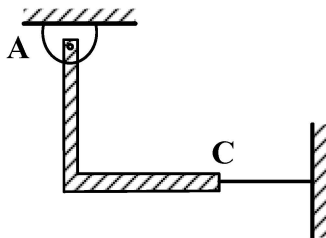
- ۱۹- معادله حرکت دو ذره با جرم‌های یکسان که بر روی یک خط راست حرکت می‌کنند، به شکل $x_1 = t^2 + 2t + 1$ و $x_2 = 2t + 5$ است. همه مقادیر در SI هستند. در لحظه‌ای که دو ذره به هم می‌رسند، سرعت مرکز جرم آنها چند متر بر ثانیه است؟

- (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 آهنک چرخش $80 \frac{rad}{s}$ ضربه می‌زنیم. با چشم‌پوشی از مقاومت هوا، این توپ تا رسیدن به نقطه 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؟

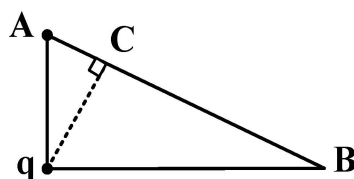


- (۱) $\frac{\sqrt{17}}{2}$
(۲) $2\sqrt{5}$
(۳) $\sqrt{5}$
(۴) $\sqrt{17}$

- 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

۲۴- در یک میدان مغناطیسی یکنواخت با شدت $B = 100\sqrt{2} \mu T$ ، الکترونی حرکت می‌کند. مسیر حرکت الکترون مارپیچی به شکل دایره‌های پیش‌رونده است. شعاع دایره‌ها $R = 10 \text{ cm}$ و فاصله هر دو دایره متوالی $h = 6.28 \text{ cm}$ است. اندازه سرعت الکترون چند متر بر ثانیه است؟ (نسبت بار الکترون به جرم آن را

$$\frac{e}{m} = 1.8 \times 10^{11} \frac{C}{kg} \text{ بگیریید.})$$

$$(1) \quad 3.2 \times 10^5$$

$$(2) \quad 3.2 \times 10^6$$

$$(3) \quad 3.6 \times 10^5$$

$$(4) \quad 3.6 \times 10^6$$

۲۵- دو سیم رسانای بسیار دراز به فاصله ۸ cm از هم، به‌طور موازی قرار گرفته‌اند. از این سیم‌ها جریان‌های هم‌جهت یکسان 10 A می‌گذرد. در نقطه‌ای که فاصله آن از هریک از دو سیم برابر ۵ cm است، میدان مغناطیسی چند میکرو تسلا است؟

$$\left(\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \frac{Tm}{A} \right)$$

$$(1) \quad 40$$

$$(2) \quad 48$$

$$(3) \quad 65$$

$$(4) \quad 74$$

مبانی نانوتکنولوژی:

۲۶- جوشکاری نانوالیاف، با چه روشی انجام می‌شود؟

(1) جوشکاری جرقه‌ای (Flash welding)

(2) جوشکاری آلتراسونیک (Ultrasonic welding)

(3) جوشکاری با پرتو لیزر (Laser beam welding)

(4) جوشکاری با پرتو الکترونی (Electron beam welding)

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

(1) سطوح انرژی گسسته می‌شود اما شکاف بانندی وجود ندارد.

(2) سطوح انرژی گسسته می‌شود و شکاف بانندی ظاهر می‌شود.

(3) سطوح انرژی بدون تغییر باقی‌ماند و شکاف بانندی ظاهر می‌شود.

(4) سطوح انرژی به باند پیوسته تبدیل می‌شوند و شکاف بانندی از بین می‌رود.

۲۸- در میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)، کدام‌یک از الکترون‌های ثانویه (Secondary) و الکترون‌های پس‌پراکندگی

(Back - scattering) پراثری‌تر هستند و چه اطلاعاتی از سطح را می‌دهند؟

(1) الکترون‌های ثانویه - شکل ساختاری سطح (2) الکترون‌های ثانویه - ترکیب شیمیایی سطح

(3) الکترون‌های پس‌پراکندگی - شکل ساختاری سطح (4) الکترون‌های پس‌پراکندگی - ترکیب شیمیایی سطح

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

فوتونی می‌شود؟

(1) افزایش ضخامت لایه‌ها (2) تناوب دوره‌ای ساختار

(3) کاهش دمای محیط (4) تغییر در چگالی اتم‌ها

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 اولی ۳۰ nm و شعاع دیگری ۱۵ 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 ۵۰ nm

نمونه B: ذرات میله‌ای با طول ۱۰۰ nm و قطر ۲۰ 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- کدام یک 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

نانومواد:

- ۳۶- در یک نانوکامپوزیت زمینه فلزی تقویت شده 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 می دهد؟
- (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) محدود شدن حرکات مرزدانه ها توسط نانوذرات
 - (۴) تشکیل فاز ثانویه نرم بین ماتریس و نانوذرات
- ۳۷- در الگوی XRD نانومواد، علاوه بر کوچک بودن اندازه بلورکها، کدام عامل فیزیکی می تواند موجب پهن شدگی پیک ها 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) کرنش های درون بلوری ناشی از نقص ها و ناهمگنی ها
- ۳۸- نانوذرات پلاتین با سه مورفولوژی کروی، مکعبی و میل های تولید شده اند. فعالیت کاتالیتیکی سطحی این نانوذرات بیشتر تحت تأثیر چه عاملی است و کدام مورفولوژی معمولاً بیشترین فعالیت را دارد؟
- (۱) وجوه کریستالی مشخص - مکعبی
 - (۲) نسبت سطح به حجم - کروی
 - (۳) نسبت طول به قطر - میل های
 - (۴) نوع فلز - مشابه
- ۳۹- با ریز شدن اندازه نانوذرات، چه اتفاقی در طیف نوری آنها رخ می دهد؟
- (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 خوشه های نانومتری ساخته شده از اتم های مغناطیسی را به درستی بیان می کند؟
- (۱) کاهش تعداد اتم ها در خوشه ها
 - (۲) افزایش تعداد اتم ها در خوشه ها
 - (۳) غیرهم راستا شدن بردارهای مغناطیسی اتم ها در جهت محور تقارن
 - (۴) هم راستا شدن کامل بردارهای مغناطیسی اتم ها در جهت محور تقارن
- ۴۱- کدام مورد، به درستی تأثیر کاهش اندازه دانه بر عمر خستگی مواد نانوساختار را بیان می کند؟
- (۱) کاهش اندازه دانه باعث کاهش مرزدانه ها و افزایش سرعت رشد ترک می شود و عمر خستگی مواد نانوساختار را کاهش می دهد.
 - (۲) کاهش اندازه دانه باعث افزایش جوانه زنی ترک و رشد طولی آن شده و عمر خستگی مواد نانوساختار را کاهش می دهد.
 - (۳) کاهش اندازه دانه باعث کاهش جوانه زنی ترک و رشد طولی آن شده و عمر خستگی مواد نانوساختار را افزایش می دهد.
 - (۴) کاهش اندازه دانه تأثیری بر فرایند جوانه زنی و رشد ترک ندارد و عمر خستگی ثابت می ماند.
- ۴۲- یک نانوکامپوزیت پلیمری حاوی ۴ درصد حجمی فاز تقویت کننده است. حجم محصول نهایی ۱۰,۰۰۰ میکرون مکعب شده است. فصل مشترک ذرات با زمینه، چند نانومتر مربع است؟ (قطر نانوذرات را ۱۰۰ نانومتر فرض کنید).
- (۱) 24×10^9
 - (۲) 24×10^3
 - (۳) 12×10^9
 - (۴) 12×10^3

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 به صورت غیرخطی زیاد شده است. مهم ترین دلیل این پدیده چیست؟

- (۱) افزایش سطح تماس ذرات با ماتریس و در نتیجه انتقال حرارت موضعی بهتر
- (۲) همرفت موضعی ناشی از حرکت زنجیره های 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 می دهد؟

- (۱) مهاجرت فصل مشترک
- (۲) تبلور مجدد
- (۳) تجمع نقص های بلوری
- (۴) انحلال و رسوب گذاری دانه ها

۴۵- در ابعاد نانومتری، خواص ترمودینامیکی مواد به شدت تحت تأثیر سطح ویژه بالای آنها قرار می گیرند. کدام مورد به درستی تأثیر کوچک شدن اندازه ذرات را بر پایداری ترمودینامیکی نانومواد توضیح می دهد؟

- (۱) کاهش اندازه ذرات، باعث تغییر در انرژی آزاد کل نمی شود، زیرا انرژی سطحی و حجمی همزمان کاهش می یابد.
- (۲) کاهش اندازه ذرات، باعث کاهش انرژی آزاد سطحی و در نتیجه، افزایش پایداری ترمودینامیکی می شود.
- (۳) کاهش اندازه ذرات، باعث افزایش انرژی آزاد سطحی و کاهش پایداری ترمودینامیکی می شود.
- (۴) با کاهش اندازه ذرات، تنها انرژی حجمی تغییر کرده و انرژی سطحی ثابت می ماند.

ادوات نیمه هادی پیشرفته:

۴۶- در یک نیمه هادی سیلیکونی، با افزایش دما، تعداد الکترون ها در باند هدایت چه تغییری می کند؟

- (۱) کاهش می یابد.
- (۲) افزایش می یابد.
- (۳) بدون تغییر می ماند.
- (۴) تا دمای مشخصی افزایش و سپس کاهش می یابد.

۴۷- طبق اصل طرد پائولی، وقتی اتم ها به هم نزدیک می شوند، چه اتفاقی برای تعداد کل حالات کوانتومی در یک بلور رخ می دهد؟

- (۱) به صفر می رسد.
- (۲) کاهش می یابد.
- (۳) افزایش می یابد.
- (۴) ثابت می ماند.

۴۸- کدام مورد، به اثر سیبک در نیمه هادی ها اشاره دارد؟

- (۱) ایجاد اختلاف پتانسیل در اثر اعمال گرادیان دمایی به یک نیمه هادی
 - (۲) ایجاد اختلاف پتانسیل در اثر اعمال میدان مغناطیسی به یک نیمه هادی
 - (۳) ایجاد اختلاف پتانسیل در اثر اعمال میدانی الکتریکی در یک نیمه هادی
 - (۴) ایجاد اختلاف پتانسیل در اثر اعمال همزمان میدان مغناطیسی و الکتریکی به یک نیمه هادی
- ۴۹- موقعیت سطح فرمی ذاتی سیلیکون به باند گپ (گاف انرژی) در دمای 300 K ، برابر کدام مورد است؟

$$(m_n^* = m_0, m_p^* = 0.5 m_0, kT = 0.0259 \text{ eV})$$

$$(1) 0.3 \ln 0.5$$

$$(2) 0.2 \ln 2$$

$$(3) 0.3 \ln 2$$

$$(4) 0.2 \ln 0.5$$

۵۰- با استفاده از آلایدن 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) $C \propto V^{-1}$ (۲) $C \propto V^2$

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

۵۲- غلظت تعادلی الکترون و حفره در یک نمونه به‌طور یکنواخت دوپ‌شده با سیلیکون تحت شرایط

$N_D = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ و $N_A \ll N_D, T = 300 \text{ K}$ ، برابر کدام مورد است؟ (فرض کنید غلظت ذاتی سیلیکون در

دمای اتاق، برابر 10^{10} cm^{-3} است.)

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

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

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

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

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، $5 \times 10^{-8} \text{ cm}$ 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

0.45 eV الکترون ولت 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 $2/8 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ باشد، غلظت حفره‌ها در دمای

300 K چقدر است؟ (ثابت بولتزمن، برابر $8.62 \times 10^{-5} \text{ eV/K}$ است.)

(۱) $2/8 \times 10^{19} \text{ e}^{1/26}$

(۲) $2/8 \times 10^{19} \text{ e}^{1/73}$

(۳) $2/8 \times 10^{19} \text{ e}^{3/100}$

(۴) $2/8 \times 10^{19} \text{ e}^{4/74}$

۵۵- فرض کنید گذردهی خلأ (ϵ_0) با گذردهی یک ماده خاص ($\epsilon = 12\epsilon_0$) جایگزین شود. در این صورت، انرژی سطوح مختلف الکترون یک اتم تک الکترونی، چه تغییری خواهد کرد؟

$$E'_n = E_n \times 144 \quad (1)$$

$$E'_n = E_n \times \frac{1}{144} \quad (2)$$

$$E'_n = E_n \times 12 \quad (3)$$

$$E'_n = E_n \times \frac{1}{12} \quad (4)$$