

کد کنترل

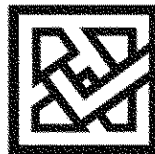
538

F

آزمون (نیمه متمرکز) ورود به دوره های دکتری - سال ۱۴۰۲

دفترچه شماره (۱)

صبح پنجشنبه
۱۴۰۱/۱۲/۱۱



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

«اگر دانشگاه اصلاح شود، مملکت اصلاح می شود.»
امام خمینی (ره)

فناوری نانو - نانومواد (کد ۲۳۶۳)

زمان پاسخ گویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

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 (۲و۱)، ریاضی فیزیک (۲و۱)، فیزیک پایه (۲و۱)) - میانی نانو تکنولوژی - نانومواد	۴۵	۱	۴۵

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب 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 می باشد و یا متخلفین برابر مقررات رفتار می شود.

* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول 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 سوالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی جلد دفترچه سوالات و پایین پاسخنامه ام را تأیید می نمایم.

امضا:

مجموعه دروس تخصصی: ریاضی و فیزیک (ریاضی عمومی (۲ا)، ریاضی فیزیک (۲ا)، فیزیک پایه (۲ا) - مبانی نانو تکنولوژی - نانومواد:

۱- حاصل $I = \oint_C \frac{e^z}{(z - i\pi)(z^2 - 20)^4} dz$ کدام است؟ (C دایره ای به مرکز مبدأ مختصات و به شعاع $r = 4$ است و

انتگرال در جهت مثبت مثلثاتی گرفته می شود و $i^2 = -1$)

$$(1) \frac{2\pi}{(\pi^2 + 20)^4}$$

$$(2) \frac{2\pi i}{(\pi^2 + 20)^4}$$

$$(3) -\frac{2\pi}{(\pi^2 + 20)^4}$$

$$(4) -\frac{2\pi i}{(\pi^2 + 20)^4}$$

۲- کدام مورد در خصوص سری های $I = \sum_{n=2}^{\infty} \frac{1}{n(\ln n)^2}$ و $J = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{2n+1}$ درست است؟

(1) I و J واگرا

(2) I و J همگرا

(3) I همگرا و J واگرا

(4) I واگرا و J همگرا

۳- به استثنای کدام مورد، همگی خواص تابع دلتای دیراک هستند؟

$$(1) \delta[a(x - x_1)] = \frac{1}{a} \delta(x - x_1)$$

$$(2) \int_{-\infty}^{\infty} \delta'(x) f(x) dx = -f'(\infty)$$

$$(3) \int_{-\infty}^{\infty} \delta(x - x_0) f(x) dx = f(x_0)$$

$$(4) \delta[(x - x_1)(x - x_2)] = [\delta(x - x_1) \delta(x - x_2)] / |x_1 - x_2|$$

۴- A و B بردارهای دلخواه هستند. حاصل عبارت $\nabla \times (A \times B)$ کدام است؟

(۱) $(\nabla \cdot B)A - (\nabla \cdot A)B$

(۲) $(\nabla \times B) \times A + (\nabla \times A) \times B$

(۳) $(\nabla \times B) \times A - (\nabla \times A) \times B$

(۴) $(B \cdot \nabla)A - (A \cdot \nabla)B - B(\nabla \cdot A) + A(\nabla \cdot B)$

۵- ماتریس های A و B حقیقی و دلخواه هستند و می توان آنها را توسط یک تبدیل تشابهی قطری کرد، کدام مورد

همواره درست است؟

(۱) $\{A, B\} = 0$

(۲) $[A, B] = 0$

(۳) A و B ؛ ماتریس های متعامدند.

(۴) $A \neq B^T$ ؛ که منظور از T ترانپاده است.

۶- اگر سطح بسته S حجم V را محصور کرده باشد (یعنی $\partial V = S$)، حاصل انتگرال های زیر کدام است؟

(ب) $\oint_S r \cdot d\sigma$

(الف) $\oint_S d\sigma$

(۱) الف (ب) V

(۲) الف (ب) S

(۳) الف (ب) S صفر

(۴) الف (ب) صفر

۷- سری فوریه متناظر با تابع $f(x) = \begin{cases} -\frac{1}{2}(\pi + x), & -\pi \leq x < 0 \\ \frac{1}{2}(\pi - x), & 0 < x \leq \pi \end{cases}$ کدام است؟

(۱) $f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{\cos nx}{n} \right)$

(۲) $f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{\sin nx}{n} \right)$

(۳) $f(x) = \frac{1}{n} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{\cos nx}{n} \right)$

(۴) $f(x) = \frac{1}{n} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{\sin nx}{n} \right)$

۸- توابع لژاندر با مولد $1, |t| < 1$ $g(x, t) = \frac{1}{\sqrt{1-2xt+t^2}} = \sum_{n=0}^{\infty} P_n(x)t^n$ در کدام معادله دیفرانسیل صدق می کنند؟

(۱) $y'' - 2xy' + 2ny = 0$

(۲) $xy'' + (1-x)y' + ny = 0$

(۳) $(1-x^2)y'' - 2xy' + n(n+1)y = 0$

(۴) $(1-x^2)y'' - 3xy' + n(n+2)y = 0$

۹- مکان هندسی نقاط ناحیه $\text{Re}(\frac{1}{z}) > 1$ در صفحه مختلط کدام است؟

(۱) داخل دایره به شعاع $\frac{1}{2}$ و به مرکز $(-\frac{1}{2}, 0)$

(۲) داخل دایره به شعاع $\frac{1}{2}$ و به مرکز $(\frac{1}{2}, 0)$

(۳) خارج دایره به شعاع $\frac{1}{2}$ و به مرکز $(\frac{1}{2}, 0)$

(۴) خارج دایره به شعاع $\frac{1}{2}$ و به مرکز $(-\frac{1}{2}, 0)$

۱۰- اگر تابع f یک تابع غیر صفر، $f(0) = 0$ و $f'(x) = \int_0^x \frac{f(t)(\cos t)}{2\sqrt{4+\sin t}} dt$ باشد، تابع $f(x)$ کدام است؟

(۱) $2\sqrt{4+\sin x} + 1$

(۲) $2\sqrt{4+\sin x}$

(۳) $\frac{1}{2}\sqrt{4+\sin x}$

(۴) $\frac{1}{2}\sqrt{4+\sin x} - 1$

۱۱- طول قوس منحنی $y = \int_0^x \sqrt{\ln^2 t - 1} dt$ در بازه $(1, e)$ کدام است؟

(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) e

(۴) $2e$

۱۲- فرض کنید $f(1) = 3$ و $f'(1) = 2$ ، حاصل $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{\sqrt{f(x)+1}-2}{\sqrt{x}-1}$ ، کدام است؟

(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) ۳

(۴) ۴

۱۳- شعاع همگرایی سری $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{5^n} (x+1)^{2n}$ کدام است؟

(۱) $\frac{5}{2}$

(۲) $\frac{\sqrt{5}}{2}$

(۳) $\sqrt{5}$

(۴) ۵

۱۴- توصیف ناحیه درون $x^2 + y^2 + (z-2)^2 = 4$ که خارج $x^2 + y^2 + z^2 = 1$ قرار دارد، در مختصات کروی کدام است؟

(۱) $0 \leq \theta \leq 2\pi, 0 \leq \phi \leq \frac{\pi}{2}, 1 \leq \rho \leq 4 \cos \phi$

(۲) $0 \leq \theta \leq 2\pi, 0 \leq \phi \leq \text{Arc cos}(\frac{1}{4}), 1 \leq \rho \leq 4 \cos \phi$

(۳) $0 \leq \theta \leq 2\pi, 0 \leq \phi \leq \text{Arc cos}(\frac{1}{2}), 1 \leq \rho \leq 2 \cos \phi$

(۴) $0 \leq \theta \leq 2\pi, 0 \leq \phi \leq \frac{\pi}{2}, 1 \leq \rho \leq 2 \cos \phi$

۱۵- فرض کنید S رویه $y + 2xz + xyz^2 = 0$ است. اگر بردارهای عمود بر این رویه در نقاط روی محور zها رویه‌ای مانند S' را تولید کنند، معادله S' کدام است؟

(۱) $x = 2zy$

(۲) $x = 2z^2y$

(۳) $y = 2z^2x$

(۴) $y = 2zx$

۱۶- اگر $f(x, y) = \sin(\frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{x+y})$ ، آنگاه حاصل $\frac{\partial f}{\partial x} \frac{\partial f}{\partial y}$ کدام است؟

(۱) $-\frac{x}{y}$

(۲) $\frac{x}{y}$

(۳) $-\frac{y}{x}$

(۴) $\frac{y}{x}$

۱۷- مساحت سطح محصور بین دو خم زیر، کدام است؟

$$\begin{cases} x+y=1 \\ \sqrt{x}+\sqrt{y}=1 \end{cases}$$

(۱) ۱

(۲) ۲

(۳) $\frac{1}{3}$

(۴) $\frac{1}{2}$

۱۸- ذره‌ای در یک بعد روی خط راست با سرعت اولیه‌ی v_0 حرکت می‌کند و شتاب آن a با سرعت لحظه‌ای (v) دارای رابطه $a = 3v$ است. سرعت لحظه‌ای با زمان (t) چگونه تغییر می‌کند؟

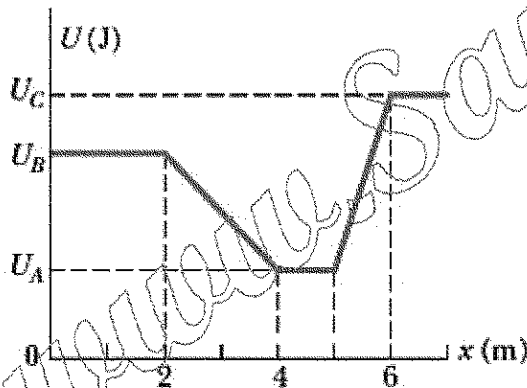
(۱) $v = v_0 e^{3t}$

(۲) $v = v_0 e^{-3t}$

(۳) $v = v_0 + at$

(۴) $v = v_0(1+3t)$

۱۹- ذره‌ای به جرم $2/0 \text{ kg}$ فقط در راستای x حرکت می‌کند و تنها نیروی پایستار به این جسم وارد می‌شود. پتانسیل حاصل از این نیرو در شکل نشان داده شده است. مقادیر نشان داده شده در شکل عبارتند از $U_A = 15/0 \text{ J}$ ، $U_B = 35/0 \text{ J}$ و $U_C = 45/0 \text{ J}$. اگر ذره از $x = 4/5 \text{ m}$ با انرژی کل $40/0 \text{ J}$ در جهت مثبت محور x شروع به حرکت کند، کدام مورد درست است؟



(۱) نقطه $x = 1/5 \text{ m}$ بازگشت است.

(۲) نقطه $x = 5/8 \text{ m}$ بازگشت است.

(۳) در نقطه $x = 1/5 \text{ m}$ تندی ذره $5/0 \text{ m/s}$ است.

(۴) در نقطه $x = 5/8 \text{ m}$ تندی ذره $6/2 \text{ m/s}$ است.

۲۰- آسانسوری با بار خود 1500 کیلوگرم جرم دارد. این آسانسور با تندی 10 متر بر ثانیه به سمت پایین حرکت می‌کند و تحت تأثیر شتاب ثابت سرعت آن کاهش می‌یابد به طوری که پس از طی 50 متر متوقف می‌شود. اگر شخصی با جرم

70 کیلوگرم در این آسانسور روی ترازویی ایستاده باشد، ترازو چند نیوتن را نشان می‌دهد؟ ($g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$)

(۱) 630

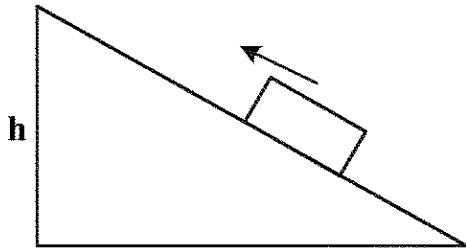
(۲) 686

(۳) 700

(۴) 770

۲۱- بسته‌ای با تندی $۶/۰$ متر بر ثانیه از پایین یک سطح شیبدار با زاویه شیب ۶۰ درجه به سمت بالا حرکت می‌کند. اگر

ضریب اصطکاک جنبشی $۰/۵$ باشد، بسته تا چه ارتفاعی (h) بر حسب متر بالا می‌رود؟ ($g = ۱۰ \frac{m}{s^2}$)



(۱) $۱/۰$

(۲) $۱/۴$

(۳) $۱/۸$

(۴) $۲/۱$

۲۲- الکترونی با انرژی جنبشی K به طور مستقیم از فاصله‌ای دور به سمت مرکز یک ورق بزرگ فلزی که دارای چگالی

سطحی σ است، پرتاب می‌شود. به علت دافعه الکترواستاتیکی، الکترون در لحظه رسیدن به ورق متوقف می‌شود.

الکترون در چه فاصله‌ای از ورق پرتاب شده است؟ (e بار الکترون و ϵ_0 ثابت گذردهی الکتریکی خلأ است.)

(۱) $\frac{\epsilon_0 K}{e\sigma}$

(۲) $\frac{\epsilon_0 K}{2e\sigma}$

(۳) $\frac{2\epsilon_0 K}{e\sigma}$

(۴) $\frac{3\epsilon_0 K}{e\sigma}$

۲۳- بزرگی میدان الکتریکی E با رابطه $E = \frac{A}{r^3}$ داده شده است که در آن r فاصله شعاعی، A ثابتی با یکای مناسب و E

بر حسب ولت بر متر است. بزرگی اختلاف پتانسیل بین نقطه‌هایی با فاصله $r = ۱/۰۰m$ و $r = ۲/۰۰m$ کدام است؟

(۱) $\frac{A}{8}$

(۲) $\frac{2A}{16}$

(۳) $\frac{3A}{8}$

(۴) $\frac{45A}{16}$

۲۴- یک آهنربای استوانه‌ای به قطر $۴/۰$ سانتی‌متر از یک سیم‌پیچ که حول یک هسته آهنربای دائمی پیچیده شده، تشکیل

شده است. میدان مغناطیسی حاصل از این آهنربا با تغییر جریان سیم به‌طور سینوسی با بسامد ۱۰ هرتز بین دو مقدار

$18/۰T$ و $2۰/۰T$ نوسان می‌کند. در فاصله شعاعی $۱/۰$ سانتی‌متر، دامنه شدت میدان الکتریکی القایی کدام است؟

(۱) 4۰π

(۲) 1۰π

(۳) $۰/۴\pi$

(۴) $۰/۱\pi$

۲۵- یک مولد جریان متناوب با نیروی محرک الکتریکی $\varepsilon = \varepsilon_m \sin(\omega_d t)$ که $\varepsilon_m = 25/0 \text{ V}$ و $\omega_d = 400 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ است،

به خازنی با ظرفیت $4/00 \mu\text{F}$ وصل شده است. وقتی جریان بیشینه است، نیروی محرک الکتریکی چند ولت است؟

(۱) ۲۵/۰

(۲) ۱۷/۵

(۳) ۱۲/۵

(۴) صفر

۲۶- از روابط زیر برای محاسبه سطح و حجم یک ذره کروی استفاده می‌شود. اگر یک ذره به قطر

۱۰ میکرومتر را به نانوذراتی با قطرهای ۱۰ نانومتر تبدیل کنیم، سطح تماس چند برابر می‌شود؟

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$S = 4 \pi r^2$$

(۱) ۱۰

(۲) ۱۰۰

(۳) ۱۰۰۰

(۴) ۱۰۰۰۰

۲۷- در کدام مورد، همه روش‌های ذکر شده جزو روش‌های ساخت پایین به بالا محسوب می‌شوند؟

(۱) خودسازمان‌دهی - لیتوگرافی - سل ژل - انباشت الکتروشیمیایی

(۲) سل ژل - لیتوگرافی - تغییر شکل پلاستیک شدید - خودسازمان‌دهی

(۳) خودسازمان‌دهی - اکسیداسیون آندی - انباشت الکتروشیمیایی - سل ژل

(۴) تغییر شکل پلاستیک شدید - اکسیداسیون آندی - سل ژل - خودسازمان‌دهی

۲۸- در کدام روش مشخصه‌یابی، سطح نمونه باید هدایت الکتریکی داشته باشد؟

(۱) XRD (۲) XRF

(۳) STM (۴) TEM

۲۹- در چند سیستم کلونیدی، پنانسیل زتا اندازه‌گیری شده است. کدام سیستم از همه پایدارتر است؟

(۱) +۵ میلی ولت (۲) -۵ میلی ولت

(۳) +۴۰ میلی ولت (۴) +۵ و -۵ میلی ولت

۳۰- رابطه جریان تونلی با فاصله، از چه تابعی تبعیت می‌کند؟

(۱) خطی (۲) نمایی

(۳) توانی (۴) هارمونیک

۳۱- با افزایش سایز در نانوذرات Au و CdSe، خاصیت رنگی آنها، به ترتیب چه تغییری می‌کنند؟

(۱) Red Shift - Blue Shift (۲) Blue Shift - Red Shift

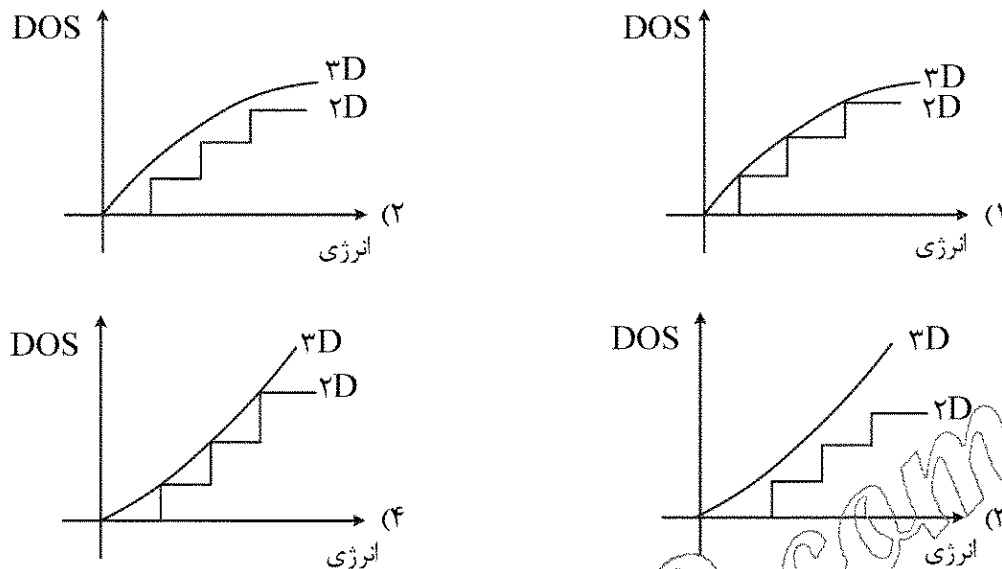
(۳) بدون تغییر - Blue Shift (۴) بدون تغییر - Red Shift

۳۲- کدام یک از رویکردهای زیر جزو روش‌های سنتز بالا به پایین نانو مواد طبقه‌بندی می‌شود؟

(۱) اسپاترینگ (۲) لیتوگرافی

(۳) رسوبدهی فیزیکی از فاز بخار (PVD) (۴) رسوبدهی شیمیایی از فاز بخار (CVD)

۳۳- کدام نمودار چگالی حالات انرژی را در ساختار توده (۳D) و چاه کوانتومی (۲D) درست نشان می‌دهد؟



۳۴- به استثنای کدام مورد همگی از کاربردهای نانوذرات مغناطیسی در پزشکی هستند؟

- (۱) بهیود کنتراست در سونوگرافی
(۲) بهیود کنتراست در MRI
(۳) رهایش هدفمند دارو
(۴) گرما درمانی

۳۵- کدام عبارت در مورد رابطه بین ابعاد نانوذرات و دمای ذوب آنها درست است؟

- (۱) دمای ذوب با کاهش ابعاد کاهش می‌یابد.
(۲) دمای ذوب با کاهش ابعاد و افزایش کشش سطحی، افزایش می‌یابد.
(۳) دمای ذوب با کاهش ابعاد و افزایش انرژی یونیزاسیون، افزایش می‌یابد.
(۴) دمای ذوب خاصیتی وابسته به جنس و مستقل از پارامترهای هندسی است.

۳۶- در کدام حالت، امکان افزایش انرژی پرتو وجود دارد؟

- (۱) تفرق پرتو الکترون در میکروسکپ الکترونی
(۲) تفرق پرتوهای ایکس در دستگاه پراش سنج
(۳) تفرق رایی در ذرات موجود در هوا
(۴) تفرق رامان

۳۷- یکی از پدیده‌هایی که در سنتز $\text{Li}_{1+x}(\text{Ni}_{1/3}\text{Mn}_{1/3}\text{Co}_{1/3})_{1-x}\text{O}_2$ رخ می‌دهد، اختلاط کاتیونی نام دارد که

در آن، تعدادی از یون‌های لیتیم جای یون‌های نیکل را اشغال می‌کند. درخصوص تأثیر این پدیده بر نمودار پراش ایکس، کدام مورد درست است؟

- (۱) بسته به میزان جانشینی، می‌تواند باعث تغییر موقعیت پیک‌ها شود.
(۲) بسته به میزان جانشینی، می‌تواند باعث تغییر ارتفاع نسبی پیک‌ها شود.
(۳) بسته به سرعت جوانه‌زنی ذرات می‌تواند باعث تغییر ارتفاع نسبی پیک‌ها شود.
(۴) با توجه به مقدار نسبی یون‌های نیکل، این پدیده تأثیری بر نمودار پراش ماده مذکور ندارد.

۳۸- در کدام یک از روش‌های سنتز نانو لوله‌های کربنی، کمترین عیوب ۵ و ۷ ایجاد می‌شود؟

- (۱) رسوب شیمیایی بخار
(۲) تخلیه قوس الکتریکی
(۳) الکترولیز
(۴) شعله

- ۳۹- می دانیم که با تغییر اندازه ذرات در مقیاس نانومتری، نقطه ذوب آنها تغییر می کند. در یک ماده مشخص، در چه صورت برای ذرات با مورفولوژی های مختلف (به عنوان مثال کروی و مکعبی) این تغییر می تواند یکسان باشد؟
- (۱) در صورتی که چگالی ذرات یکسان باشد.
 - (۲) اصولاً کاهش نقطه ذوب ارتباطی با شکل ذرات ندارد.
 - (۳) در صورتی که دیاگرام فازی مربوطه دارای نقطه یوتکتیک باشد.
 - (۴) در صورتی که نسبت تعداد اتم های سطح به حجم، برای دو ذره یکسان باشد.
- ۴۰- نسبت اندازه سطح دو نانولوله کربنی با بردهای (۱۰, ۱۰) و (۲۰, ۵) چقدر است؟ (در صورت نیاز، ثابت شبکه گرافن را $1/42$ آنگستروم فرض کنید).
- | | |
|-----------|-------|
| (۱) $3/5$ | (۲) ۳ |
| (۳) $2/5$ | (۴) ۲ |
- ۴۱- از میان دو عنصر مس و آهن، کدام یک وقتی برانگیخته شود پرتو ایکس قوی تری (پرانرژی تر) ساطع می کند؟
- (۱) مس، چون عدد اتمی بیشتری دارد.
 - (۲) بستگی به اندازه ذره دارد.
 - (۳) آهن، چون عدد اتمی کمتری دارد.
 - (۴) بستگی به مدت زمان برانگیخته شدن دارد.
- ۴۲- دو گروه دانشجویی از طریق فرایندی مشابه، نانولوله کربنی سنتز کرده اند. قطر نانولوله های سنتز شده توسط گروه دوم، نصف قطر نانولوله های سنتز شده توسط گروه اول است. در این صورت، پهنای باند محصول گروه دوم، نسبت به نانولوله قطورتر چقدر است؟
- (۱) برابر بزرگ تر است.
 - (۲) ۴ برابر بزرگ تر است.
 - (۳) ۵۰٪ کوچک تر است.
 - (۴) ۷۵٪ کوچک تر است.
- ۴۳- در الگوی پراش پرتو ایکس یک نانو ذره با شبکه مکعبی با وجوه مرکزدار پیک (۳۳۳) روی چه پیک دیگری منطبق می شود، چرا؟
- (۱) (۵۱۱)، این دو گروه صفحات با هم موازی هستند.
 - (۲) (۵۱۱)، فواصل بین صفحه های این دو گروه مساوی است.
 - (۳) (۶۶۶)، دو برابر شدن اندیس های میلر فواصل بین صفحه های را تغییر نمی دهد.
 - (۴) (۶۶۶)، فواصل بین صفحه های این گروه نصف فواصل بین صفحه های گروه (۳۳۳) است.
- ۴۴- در مورد کربن، کدام مورد درست است؟
- (۱) کربن در الماس هیبریداسیون sp^2 دارد.
 - (۲) کربن در گرافیت هیبریداسیون sp^3 دارد.
 - (۳) از نظر ترمودینامیکی، پایدارترین آلوتروپ کربن گرافن است.
 - (۴) کربن علاوه بر ۴ ظرفیتی، به صورت ۲ ظرفیتی هم دیده می شود.
- ۴۵- به چه دلیل خواص فیزیکی و شیمیایی گرافن (G) با خواص اکسید گرافن احیا شده (RGO)، متفاوت است؟
- (۱) تفاوت هیبریداسیون پیوندها
 - (۲) باقی ماندن برخی گروه های عاملی و عیوب در ساختار گرافن
 - (۳) افزایش نظم ساختاری اکسید گرافن احیا شده در طول فرایند احیا
 - (۴) باقی ماندن برخی گروه های عاملی و عیوب در ساختار اکسید گرافن احیا شده