

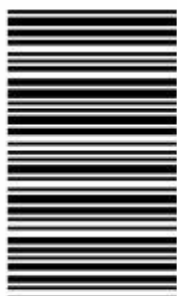
280

F

نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:



280F

صبح جمعه

۱۳۹۵/۱۲/۶

دفترچه شماره (۱)



«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.»

امام خمینی (ره)

جمهوری اسلامی ایران

وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

سازمان سنجش آموزش کشور

آزمون ورودی

دوره دکتری (نیمه‌متمرکز) داخل - سال ۱۳۹۶

رشته امتحانی علوم و فناوری نانو - نانوشیمی (کد ۲۲۴۴)

مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی (ریاضیات عمومی - شیمی پایه (شیمی آلی، معدنی، تجزیه و شیمی فیزیک) - مبانی نانو تکنولوژی)	۴۵	۱	۴۵

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

اسفندماه - سال ۱۳۹۵

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 یا متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

## ریاضیات عمومی:

۱- مکان هندسی عدد مختلط  $z$  که در نامساوی  $\text{Im}\left(\frac{1}{z} + 1\right) < \text{Re}\left(\frac{1}{z} + 2\right)$  صدق کند کدام است؟

(۱) خارج دایره‌ای به مرکز  $\left(-\frac{1}{4}, \frac{1}{4}\right)$  و شعاع  $\frac{1}{2\sqrt{2}}$  است.

(۲) داخل دایره‌ای به مرکز  $\left(-\frac{1}{4}, \frac{1}{4}\right)$  و شعاع  $2\sqrt{2}$  است.

(۳) خارج دایره‌ای به مرکز  $\left(-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$  و شعاع  $\frac{1}{2\sqrt{2}}$  است.

(۴) داخل دایره‌ای به مرکز  $\left(-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$  و شعاع  $2\sqrt{2}$  است.

۲- دنباله  $a_1 = a_2 = 1$  و برای  $n \geq 2$ ،  $a_{n+1} = a_n + \frac{1}{n} a_{n-1}$  را در نظر بگیرید. کدام گزینه درباره سری  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{a_n}$  درست است؟

(۱) نامتناهی است.

(۲) همگرایی مشروط است.

(۳) همگرایی مطلق است.

(۴) دنباله مجموع جزئی آن کران‌دار است ولی واگرا است.

۳- شعاع همگرایی سری  $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{1 \times 4 \times 7 \dots (3n+1)}{1 \times 5 \times 9 \dots (4n+1)} x^{2n}$  کدام است؟

(۱)  $\infty$

(۲)  $\frac{\sqrt{3}}{2}$

(۳)  $\frac{4}{3}$

(۴)  $\frac{2\sqrt{3}}{3}$

۴- مقدار  $\int_1^{e^\pi} \cos(\ln x) dx$  کدام است؟

(۱)  $-(1 + e^\pi)$

(۲)  $-\frac{1}{2}(1 + e^\pi)$

(۳)  $-\frac{1}{2}e^\pi$

(۴)  $\frac{1}{2}(1 - e^\pi)$

۵- طول منحنی  $r(t) = (t^2, t - \frac{1}{3}t^3)$  از نقطه  $(0,0)$  تا نقطه  $(1, \frac{2}{3})$  کدام است؟

(۱) ۱

(۲)  $\frac{2}{3}$

(۳)  $\frac{4}{3}$

(۴)  $\frac{8}{3}$

۶- مساحت سطح حاصل از دوران منحنی  $r(t) = (a \cos^2 t, a \sin^2 t)$ ،  $0 \leq t \leq \frac{\pi}{2}$ ،  $(a > 0)$  حول خط

$4x + 3y + 5 = 0$  کدام است؟

(۱)  $\frac{42}{25}a^2\pi + 5\pi a$

(۲)  $\frac{47}{25}a^2\pi + 5\pi a$

(۳)  $\frac{42}{25}a^2\pi + 3\pi a$

(۴)  $\frac{47}{25}a^2\pi + 3\pi a$

۷- اگر  $x, y$  و  $z$  زوایای یک مثلث باشند، ماکزیم مقدار  $w = \sin x \sin y \sin z$  کدام است؟

(۱)  $\frac{1}{8}$

(۲) ۱

(۳)  $\frac{3\sqrt{3}}{8}$

(۴)  $\frac{\sqrt{2}}{4}$

۸- اگر  $x = \int_1^t \sqrt{s} \ln s ds$  و  $y = \int_{\sqrt{t}}^t s^2 \ln s ds$ ، آنگاه  $\frac{dy}{dx}$  کدام است؟

(۱)  $-36t^2\sqrt{t}$

(۲)  $\frac{-1}{36t^2\sqrt{t}}$

(۳)  $36t^2\sqrt{t}$

(۴)  $\frac{1}{36t^2\sqrt{t}}$

۹- مقدار  $\int_{-1}^1 \int_{|y|}^1 e^{x^2} dx dy$  کدام است؟

(۱)  $1 - e$

(۲)  $\frac{1-e}{2}$

(۳)  $\frac{e-1}{2}$

(۴)  $e - 1$

۱۰- به ازای چه مقادیری از  $a$  و  $b$  انتگرال منحنی الخط میدان برداری:

$\vec{F}(x,y) = (ax^2y + y^2 + 1, 2x^2 + bxy^2 + 2)$  مستقل از مسیر است؟

(۱)  $a = 6$  و  $b = 3$

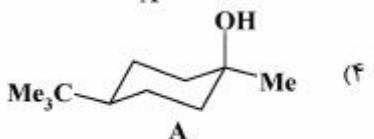
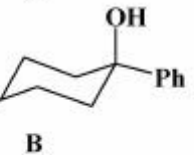
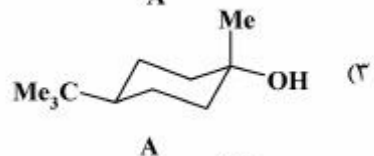
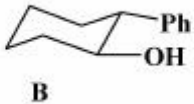
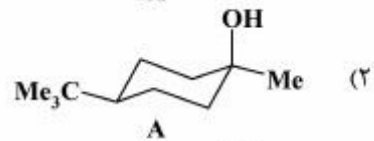
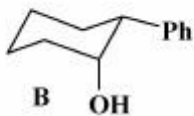
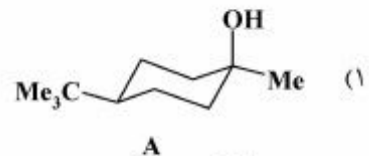
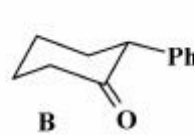
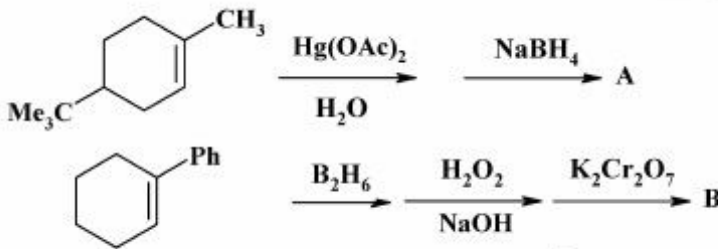
(۲)  $a = -6$  و  $b = 3$

(۳)  $a = 3$  و  $b = 6$

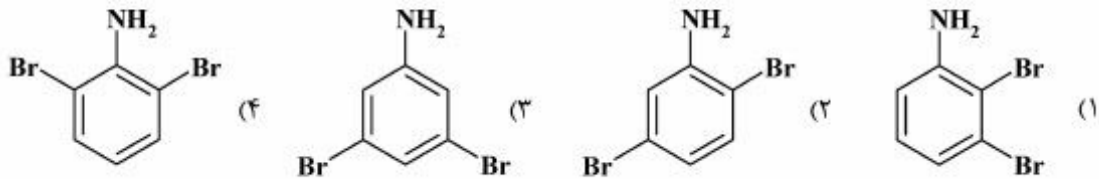
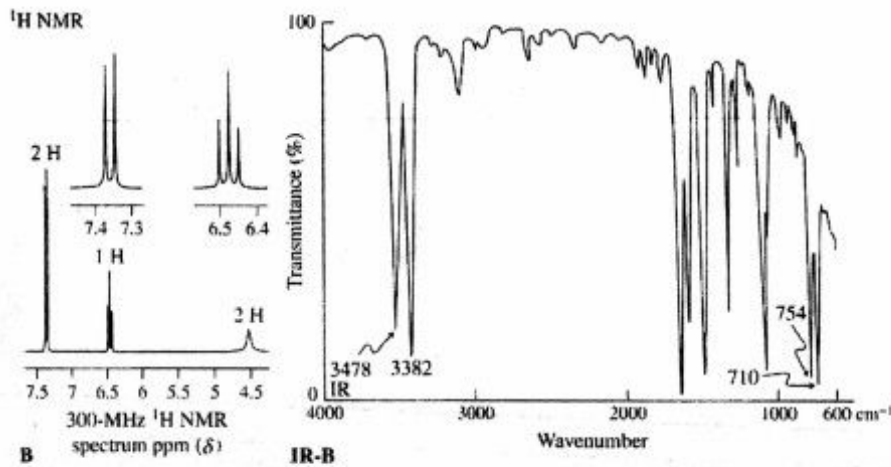
(۴)  $a = -3$  و  $b = 6$

شیمی پایه (شیمی آلی):

۱۱- محصول اصلی و نهایی دو واکنش زیر، کدام است؟



۱۲- طیف  $^1\text{H NMR}$  و IR ترکیبی با فرمول مولکولی  $\text{C}_6\text{H}_3\text{Br}_2\text{N}$  به صورت زیر است. ساختار آن کدام است؟



۱۳- ترتیب افزایش قدرت بازی و نوکلئوفیلی آنیون‌های موجود در ترکیب‌های  $\text{LiOH}$ ،  $\text{LiNH}_2$ ،  $\text{CH}_2\text{Li}$  و  $\text{LiF}$  کدام است؟

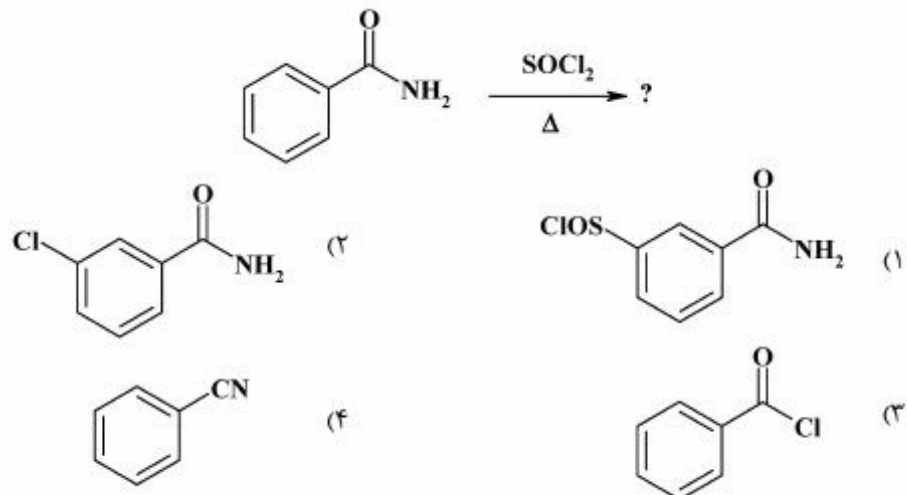
(۱) قدرت بازی  $\text{F}^- > \text{OH}^- > \text{NH}_2^- > \text{CH}_2^-$  و قدرت نوکلئوفیلی عکس قدرت بازی است.

(۲) قدرت بازی و نوکلئوفیلی  $\text{F}^- > \text{OH}^- > \text{NH}_2^- > \text{CH}_2^-$

(۳) قدرت بازی و نوکلئوفیلی  $\text{CH}_2^- > \text{NH}_2^- > \text{OH}^- > \text{F}^-$

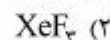
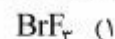
(۴) قدرت نوکلئوفیلی  $\text{CH}_2^- > \text{NH}_2^- > \text{OH}^- > \text{F}^-$  و قدرت بازی عکس قدرت نوکلئوفیلی است.

۱۴- محصول واکنش زیر، کدام است؟



شیمی پایه (شیمی معدنی):

۱۵- طبق قاعده VSEPR، کدام گونه ساختار هرمی شکل از خود نشان می‌دهد؟ ( $\text{Br} = ۳۵$ ,  $\text{Xe} = ۵۴$ ,  $\text{Te} = ۵۲$ )



۱۶- یون  $[\text{FeF}_۶]^{۳-}$  بی‌رنگ است. اگر به جای  $\text{F}^-$  هالوژن‌های  $\text{Cl}^-$  و  $\text{Br}^-$  جانشین کنیم به ترتیب به رنگ زرد و

قهوه‌ای در می‌آید و با جانشین کردن  $\text{I}^-$  یون  $\text{Fe}^{\text{III}}$  کاهش می‌یابد. دلیل این تغییرات کدام است؟

(۱) به دلیل اثر انتقال بار لیگاند به فلز (LMCT)

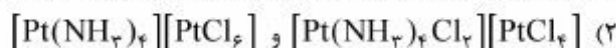
(۲) به دلیل اثر انتقال بار فلز به لیگاند (MLCT)

(۳) چون  $\Delta_0$  به ترتیب کاهش یافته و انتقال الکترون از  $t_{2g}$  به  $e_g$  انجام می‌شود.

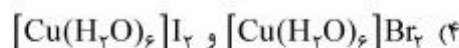
(۴) چون  $\Delta_0$  به ترتیب افزایش یافته و انتقال الکترون از  $t_{2g}$  به  $e_g$  انجام می‌شود.

۱۷- کدام یک از جفت کمپلکس‌های زیر، ایزومر کوئوردیناسیون هستند؟

(۱) یون ترانس - دی‌کلرو دی‌فلوئورو کوپرات (II) و یون سیس - دی‌کلرو دی‌فلوئورو کوپرات (II)



(۳) یون ترانس - دی‌کلرو دی‌فلوئورو کوپرات (II) و یون ترانس - دی‌کلرو دی‌فلوئورو کوپرات (I)



۱۸- کدام گزینه در مورد اثر ترانس  $\text{Cl}^-$  و  $\text{NH}_۳$  صحیح است؟

(۱)  $\text{Cl}^-$  بیشتر از  $\text{NH}_۳$  است زیرا بار منفی دارد.

(۲)  $\text{NH}_۳$  بیشتر از  $\text{Cl}^-$  است زیرا لیگاند قوی‌تری است.

(۳)  $\text{Cl}^-$  بیشتر از  $\text{NH}_۳$  است زیرا لیگاند قطبش‌پذیرتری است.

(۴)  $\text{NH}_۳$  بیشتر از  $\text{Cl}^-$  است زیرا لیگاند  $\text{Cl}^-$  الکترون‌کشنده‌تر است.

شیمی پایه (شیمی تجزیه):

۱۹- در کدام حلال، انتظار می‌رود که فلئوئورسانس نفتالین بیشتر باشد؟

(۱) برومو پروپان

(۲) برومو بوتان

(۳) کلرو پروپان

(۴) یدو پروپان

۲۰- برای تجزیه عنصری یک نمونه نانوکامپوزیت دارای فلزات مختلف، کدام روش اسپکتروسکوپی مناسب‌تر است؟

(۱) فلورسانس اتمی

(۲) نشر اتمی با ICP

(۳) الکترونی اوژه (Auger)

(۴) نشر اتمی با قوس الکتریکی

۲۱- در FT-IR دامنه حرکت آینه متحرک بر حسب cm چقدر باشد تا دستگاه بتواند دو طول موج ۲۵ و ۲۰ میکرومتر را از یکدیگر تفکیک کند؟

(۱) ۰٫۰۱

(۲) ۰٫۰۲

(۳) ۰٫۰۰۵

(۴) ۰٫۰۰۱

۲۲- همه گزینه‌ها در مورد طیف پیوسته اشعه ایکس تولید شده با لوله کولید صحیح می‌باشند، به غیر از:

(۱) با افزایش پتانسیل شتابدهنده برای یک هدف فلزی، طول موج ماکزیمم شدت نشر به سمت طول موج‌های بلندتر، جابه‌جا می‌شود.

(۲) اگر پتانسیل شتابدهنده ثابت باشد طول موج حدکوتاه با افزایش عدد اتمی هدف فلزی جابه‌جا نمی‌شود.

(۳) با افزایش پتانسیل شتابدهنده برای یک هدف فلزی، طول موج حدکوتاه اشعه ایکس به سمت طول موج‌های کوتاه‌تر جابه‌جا می‌شود.

(۴) شدت کل طیف پیوسته اشعه ایکس حاصل از یک هدف فلزی معین به پتانسیل شتابدهنده وابسته است.

شیمی پایه: (شیمی فیزیک):

۲۳- با توجه به معادلات زیر، اگر دمای جیوه در حجم ثابت ۲K افزایش یابد، فشار وارد بر بدنه ظرف چند اتمسفر است؟

$$\alpha = \frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial T} \right)_P = 2 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$$

$$\beta = -\frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial P} \right)_T = 4 \times 10^{-8} \text{ kP}^{-1}$$

(۱) ۱۵

(۲) ۱۵۰

(۳) ۱۰۰۰

(۴) ۱۵۰۰

۲۴- فشار بخار کلر جامد و مایع (برحسب torr) به قرار زیر است. دما در نقطه سه گانه چند کلون است؟

$$\log p = -\frac{1600}{T} + 10 \quad (\text{جامد})$$

$$\log p = -\frac{1200}{T} + 8 \quad (\text{مایع})$$

(۱) ۴۰۰

(۲) ۳۰۰

(۳) ۲۰۰

(۴) ۱۰۰

۲۵- با فرض تفکیک کامل، در حضور یک مول از کدام یک از ترکیبات زیر، کاهش نقطه انجماد آب بیشتر است؟

(۱) سدیم کلرید

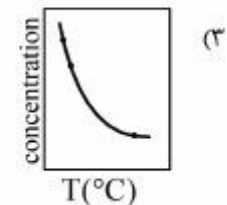
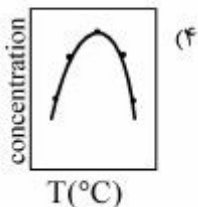
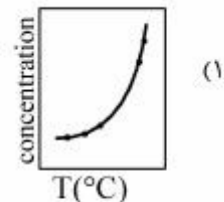
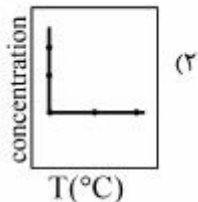
(۲) کلسیم کلرید

(۳) کلسیم فسفات

(۴) سدیم فسفات

### مبانی نانو تکنولوژی:

۲۶- کدام شکل بیانگر رابطه بین حلالیت با دما، در روش میکرومولسیون برای تهیه نانو ساختارها می باشد؟



۲۷- از کدام میکروسکوپ، جهت تشخیص و دست کاری اتمی نانو ساختارها استفاده می شود؟

(۱) تونلی روبشی (STM)

(۲) الکترونی عبوری (TEM)

(۳) نیروی اتمی (AFM)

(۴) نیروی اتمی (AFM) و تونلی روبشی (STM)

- ۲۸- با توجه به اینکه یکی از مهمترین مشکلات در سنتز نانو ذرات، همجوشی آنها در حین عملیات حرارتی است، کدام گزینه، ساپورت یا بستر مناسب را برای سنتز نانو ذرات  $TiO_2$  نشان می‌دهد؟
- (۱) مواد پایه کربنی به دلیل پایداری بسیار بالا و مقاومت شیمیایی
  - (۲)  $SiO_2$  و  $Al_2O_3$  به دلیل عدم سمیت، مساحت سطح بالا و پایداری در محیط آبی
  - (۳)  $ZrO_2$  به دلیل مساحت ویژه بسیار بالا و مقاومت و پایداری خوب
  - (۴) سطوح فلزی با پوشش تفلونی به جهت واکنش ناپذیری بسیار خوب
- ۲۹- مولکول‌های آمفی‌فیلیک در سطح مشترک آب - روغن یا آب - هوا، کدام یک از ساختارهای زیر را تشکیل می‌دهند؟
- (۱) وزیکول
  - (۲) لایه یا دو لایه مسطح
  - (۳) مایسل معکوس
  - (۴) تمام موارد
- ۳۰- در تهیه الگوی XRD برای نانوساختارها، اگر به جای منبع مس برای تولید اشعه  $X(8keV)$  از منبع مولیبدن با انرژی  $(14keV)$  استفاده شود، کدام تغییر در شکل الگو ایجاد می‌شود؟
- (۱) پیک‌ها اندکی پهن می‌شوند.
  - (۲) پیک‌ها اندکی باریک می‌شوند.
  - (۳) پیک‌ها اندکی به سمت چپ منتقل می‌شوند.
  - (۴) پیک‌ها اندکی به سمت راست منتقل می‌شوند.
- ۳۱- عمق نفوذ پرتوهای الکترونی به درون نمونه، به ترتیب چه رابطه‌ای با انرژی الکترون پرتاب شده و عدد اتمی نمونه، دارد؟
- (۱) مستقیم - مستقیم
  - (۲) مستقیم - معکوس
  - (۳) معکوس - مستقیم
  - (۴) معکوس - معکوس
- ۳۲- در روش ماکروویو برای تهیه نانوساختارها، حلال باید دارای کدام ویژگی باشد؟
- (۱)  $\tan \delta$  بالا داشته باشد.
  - (۲)  $\tan \delta$  پایین داشته باشد.
  - (۳) باید دارای نقطه جوش بالای  $150^\circ$  درجه باشد.
  - (۴) ضریب انتقال حرارت بالا داشته باشد.
- ۳۳- در روش اولتراسوند برای تهیه نانوساختارها، در صورتی که دما تغییر یابد، کدام گزینه درباره اندازه ذرات صحیح است؟
- (۱) اندازه کوچک‌تر در دماهای پایین‌تر اتفاق می‌افتد.
  - (۲) اندازه کوچک‌تر در دماهای بالا اتفاق می‌افتد.
  - (۳) پارامتر تغییر دما تأثیری بر اندازه ندارد.
  - (۴) اندازه بزرگ‌تر در دماهای پایین‌تر اتفاق می‌افتد.
- ۳۴- در صورت اضافه کردن ناخالصی  $As$  به شبکه  $SiO_2$  چه تغییری در الگوی XRD حاصل می‌شود؟
- (۱) پیک به  $2\theta$  بالاتر جابه‌جا خواهد شد.
  - (۲) پیک به  $2\theta$  پایین‌تر جابه‌جا خواهد شد.
  - (۳) تغییری در جابه‌جایی مشاهده نمی‌شود.
  - (۴) الگوی XRD کمی پهن‌تر خواهد شد و به  $2\theta$  بالاتر جابه‌جا خواهد شد.
- ۳۵- به شرطی، ویژگی‌های نوری و الکتریکی نانو بلورهای فلزی وابسته به اثرات کوانتومی است که، ابعاد نانو بلور
- .....
- (۱) ۲ تا ۳ برابر طول موج سطح فرمی باشد.
  - (۲) فقط برابر با طول موج سطح فرمی باشد.
  - (۳) قابل مقایسه یا کوچکتر از طول موج سطح فرمی باشد.
  - (۴) بسیار بزرگتر از طول موج سطح فرمی باشد.

۳۶- میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) امکان بررسی توپوگرافی سه بعدی نمونه را در ابعاد نانومتری با استفاده از یک

سوزن تیز فراهم می‌سازد. این میکروسکوپ توانایی بررسی سطوح چه نمونه‌هایی را دارد؟

(۱) نمونه‌های رسانا، نیم‌رسانا و عایق

(۲) فقط نمونه‌های عایق

(۳) فقط نمونه‌های نیم‌رسانا

(۴) فقط نمونه‌های رسانا و نیم‌رسانا

۳۷- سنتز نانو ساختارهای یک بعدی می‌تواند با به‌کارگیری یک الگو (Template) انجام شود. مواد بیان شده از کدام

گزینه می‌تواند به‌عنوان الگو برای این نوع سنتز به‌کار گرفته شود؟

(۱) نانو سیم‌ها و غشای آلومینایی آندی

(۲) مواد مزوپور و نانو لوله‌های کربنی تک دیواره

(۳) غشاهای پلی‌کربناتی، مواد مزوپور و نانو سیم‌ها

(۴) نانو لوله‌های کربنی تک دیواره، غشاهای پلی‌کربناتی و غشای آلومینایی آندی

۳۸- نانوکلاسترها جزو کدام مواد هستند؟

(۱) صفر بعدی

(۲) یک بعدی

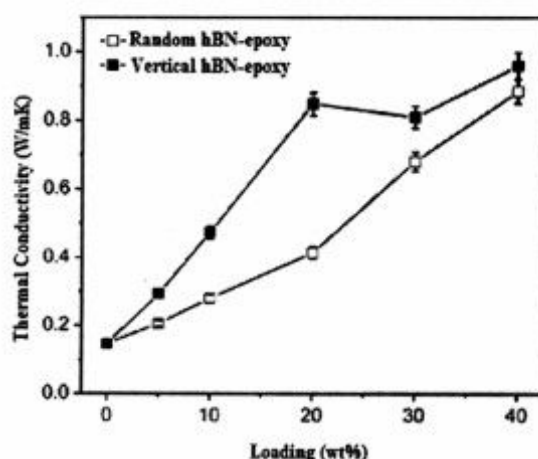
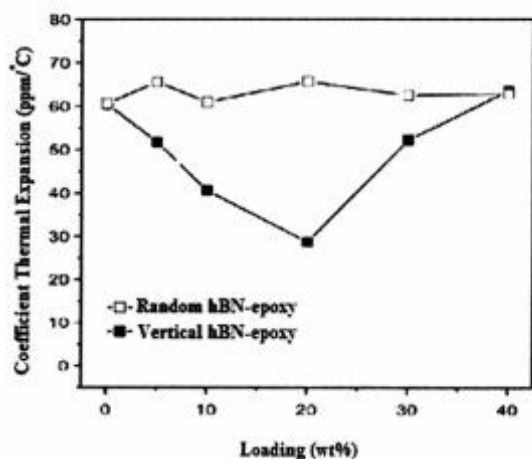
(۳) دو بعدی

(۴) سه بعدی

۳۹- با توجه به آنالیز هدایت حرارتی نمونه نانوکامپوزیت اپوکسی/ نانوصفحات نیتريد بور هشت وجهی در حضور

درصد‌های مختلف از نانو صفحات نیتريد بور هشت وجهی، میزان بهینه نانوپرکننده و بهترین جهت‌گیری نانو

صفحات برای دستیابی به یک پوشش با هدایت حرارتی مطلوب کدام است؟



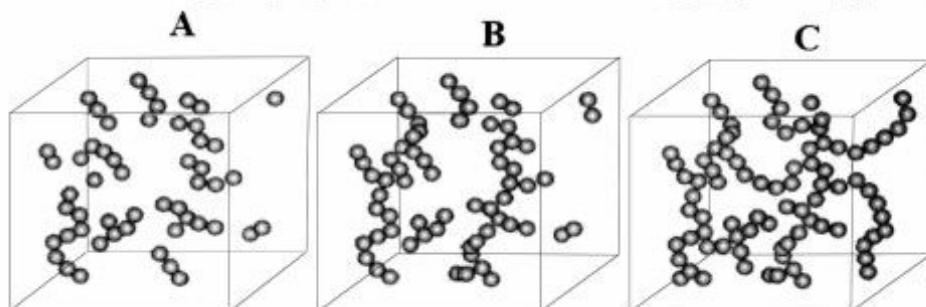
(۲) ۲۰ درصد وزنی، عمودی

(۴) ۴۰ درصد وزنی، عمودی

(۱) ۲۰ درصد وزنی، تصادفی

(۳) ۴۰ درصد وزنی، تصادفی

۴۰- در کدام شکل (شکل‌ها) مفهوم آستانه فراگیری (Percolation Threshold) به‌درستی نمایش داده شده است؟



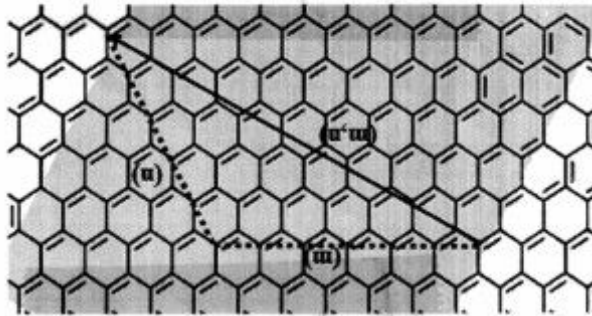
A (۱)

B (۲)

C (۳)

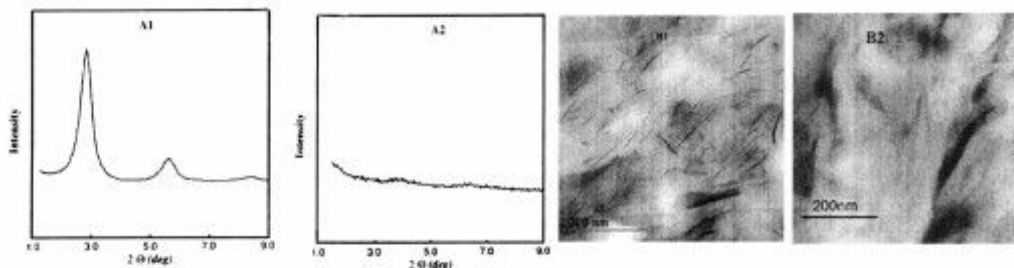
C و B (۴)

۴۱- چنانچه بردار کاترال نمونه نانو لوله کربنی زیر به صورت نمایش داده شده در شکل به دو مؤلفه  $m$  و  $n$  تجزیه شود، با در نظر گرفتن این‌که فاصله بین اتم‌های کربن به‌طور متوسط  $1/42$  آنگستروم می‌باشد، اندازه قطر نانو لوله کربنی بر حسب نانومتر و ماهیت نانو لوله کربنی به لحاظ الکتریکی کدام است؟



- (۱)  $4/3$ ، نیم‌رسانا
- (۲)  $4/3$ ، رسانا
- (۳)  $5/42$ ، رسانا
- (۴)  $5/42$ ، نیم‌رسانا

۴۲- در تصاویر زیر الگوهای XRD و تصاویر TEM نانو کامپوزیت پلیمر / خاک رس نشان داده شده است، کدام گزینه توصیف و تطابق صحیح آنالیزها با مورفولوژی به‌دست آمده را درست بیان می‌کند؟



- (۱)  $A_1$  ،  $B_1$  ، مورفولوژی ورقه‌ای
- (۲)  $A_1$  ،  $B_1$  ، مورفولوژی بین لایه‌ای
- (۳)  $A_2$  ،  $B_1$  ، مورفولوژی ورقه‌ای
- (۴)  $A_2$  ،  $B_2$  ، مورفولوژی بین لایه‌ای

۴۳- کدام روش به‌منظور تهیه یک میکروامولسیون پایدار بهتر است؟

- (۱) استفاده از عوامل سطحی فعال بالاتر از غلظت بحرانی مایسل (CMC)
- (۲) استفاده از عوامل سطحی فعال به اندازه غلظت بحرانی مایسل (CMC)
- (۳) استفاده از عوامل سطحی فعال کمتر از غلظت بحرانی مایسل (CMC)
- (۴) عدم استفاده از عوامل فعال سطحی

۴۴- کدام روش طیف‌سنجی، تکنیک قادر به تشخیص تمامی عناصر (از هیدروژن تا اورانیوم) است؟

- (۱) فوتوالکترون اشعه ایکس (XPS)
- (۲) طول موج انتشاری اشعه ایکس (WDS)
- (۳) جرم یون‌های ثانویه (SIMS)
- (۴) پراش انرژی اشعه ایکس (EDS)

۴۵- در کدام یک از تکنیک‌های آنالیز سطح، محدودیت اساسی در ارتباط با نوع سطح و محیط وجود ندارد؟

- (۱) طیف‌سنجی الکترونی اوزه (AES)
- (۲) میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)
- (۳) میکروسکوپ تونلی روبشی (STM)
- (۴) میکروسکوپ روبشی الکترون (SEM)

