



مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیت‌هاست. «امام خمینی (ره)»

دفترچه سؤالات مرحله اول سال ۱۴۰۳

شانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو

| | |
|--------------|-----------|
| تعداد سؤالات | مدت آزمون |
| ۲۵ سؤال | ۱۲۰ دقیقه |

نام:

نام خانوادگی:

شماره صندلی:

استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است.

توضیحات مهم

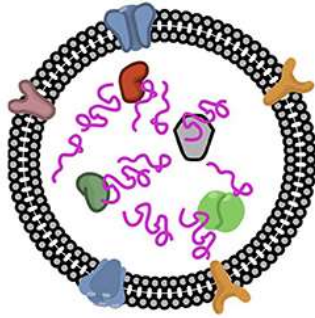
- ۱- بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالات داخل دفترچه و همه برگه‌های دفترچه سؤالات را بررسی نمایید، در صورت هر گونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسؤول جلسه را مطلع کنید.
- ۲- یک برگ پاسخ‌برگ در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است، در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسؤول جلسه را مطلع کنید. ضمناً مشخصات خواسته شده در پایین پاسخ‌برگ را با مداد مشکی بنویسید.
- ۳- برگه پاسخ‌برگ را دستگاه تصحیح می‌کند، پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و به علاوه، پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
- ۴- دفترچه سوال باید همراه پاسخ‌برگ تحویل داده شود.
- ۵- پاسخ درست به هر سوال ۳ نمره مثبت و پاسخ نادرست ۱ نمره منفی دارد.
- ۶- شرکت‌کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش‌آموزان پایه دهم، یازدهم و دوازدهم انتخاب می‌شوند.

کلیه حقوق این سؤالات برای باشگاه دانش پژوهان جوان محفوظ است.

آدرس سایت اینترنتی: ysc.medu.gov.ir

به نام خدا

۱- آگروزوم‌ها کیسه‌های فسفولیپیدی با ابعاد ۳۰ تا ۲۰۰ نانومتر هستند که از غشای سلول‌ها منشا گرفته و وظیفه حمل RNA و مواد ترشحی سلول به بیرون را بر عهده دارند. با فرض کروی بودن سلول و آگروزوم‌ها، اگر شعاع هر آگروزوم ۱۰۰ نانومتر در نظر گرفته شود، از فسفولیپیدهای غشای یک سلول به قطر ۴۰ میکرومتر چند آگروزوم می‌توان ساخت؟



آگروزوم

(۱) 64×10^4

(۲) 32×10^4

(۳) 16×10^4

(۴) 4×10^4

۲- کدام یک از حالات زیر بیشترین میزان تغییر در پارامتر S را برای نانوذرات کروی شکل سنتز شده از یک ماده

مشخص داراست؟ نوع تغییر را مشخص کنید.
$$S = \frac{\text{تعداد اتم‌های سطح}}{\text{تعداد اتم‌های توده}}$$

حالت اول: افزایش اندازه ذرات از ۲ نانومتر به ۴ نانومتر

حالت دوم: افزایش اندازه ذرات از ۱۰ نانومتر به ۲۰ نانومتر

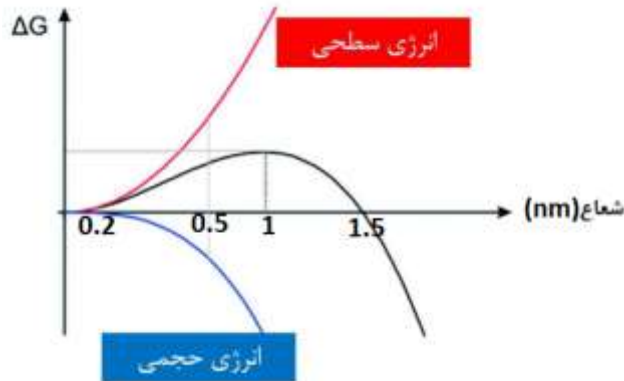
(۱) حالت اول، کاهش S

(۲) حالت دوم، کاهش S

(۳) حالت اول، افزایش S

(۴) حالت دوم، افزایش S

۳- شکل زیر نمودار تغییرات انرژی آزاد را حین تولید هسته‌های اولیه نانوماده X نشان می‌دهد. مطابق نمودار، حداقل قطر نانوذرات کروی شکل ماده X چند نانومتر



است؟

- (۱) ۰/۲
- (۲) ۰/۵
- (۳) ۱
- (۴) ۲

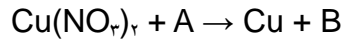
۴- سه نانوماده فلزی A و B و C در اختیار یک دانش‌آموز قرار گرفته است. برگه کاغذی هم به این دانش‌آموز ارائه شده است که در داخل آن اطلاعات زیر نوشته شده است:

- ساختار بلوری هیچ کدام از این نانوماده‌ها با یکدیگر یکسان نیست.
- فاکتور فشردگی اتمی ماده B از نانوماده C بزرگتر ولی تقریباً هم‌اندازه نانوماده A است.
- عدد همسایگی نانوماده A، ۱/۵ برابر عدد همسایگی ماده C است.
- سه اتم به طور کامل و با آرایش مثلثی در سلول واحد ساختار نانوماده B قرار دارد.

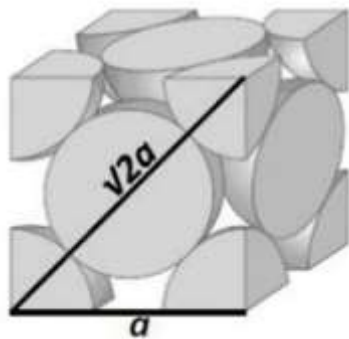
دانش‌آموز با این اطلاعات، نسبت عدد همسایگی به تعداد اتم (X) در سلول واحد هر یک از ساختارها را محاسبه کرده است. کدام گزینه مقایسه درستی از مقدار X بدست آمده برای ساختارهای A، B و C را نشان می‌دهد؟

- (۱) $B < C < A$
- (۲) $C < A < B$
- (۳) $B < A < C$
- (۴) $C < B < A$

۵- در یک آزمایش مقدار ۰/۱ گرم نیترات مس با وزن فرمولی ۲۵۰ گرم بر مول با مقدار ۰/۱ گرم احیاکننده A با وزن فرمولی ۴۰۰ گرم بر مول وارد واکنش زیر می‌شود:



در صورتیکه بازده تولید مس در این واکنش ۱۰۰ درصد باشد، چه تعداد نانوذره مس با شکل کروی به قطر ۲۰ نانومتر و با ساختار بلوری زیر در این آزمایش تولید می‌شود؟ (جرم مولی مس را ۶۰ گرم بر مول، طول ضلع سلول واحد مس در ساختار زیر را ۶۰۰ پیکومتر، عدد آووگادرو را 6×10^{23} و π را برابر ۳ در نظر بگیرید).



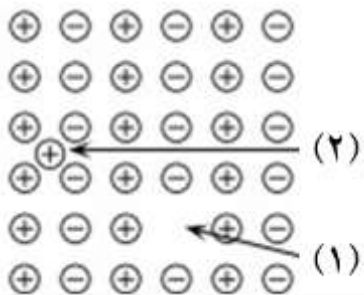
(۱) $8/5 \times 10^{14}$

(۲) $8/5 \times 10^{10}$

(۳) $2/0.3 \times 10^{15}$

(۴) $2/0.3 \times 10^{11}$

۶- با توجه به نقص‌های بلوری مشخص شده در شکل زیر، چه تعداد از عبارات‌های زیر درست است؟



• هر دو نقص جزء نقص‌های سه بعدی محسوب می‌شوند.

• نقص شماره (۱) نقص جای خالی (Vacancy) نام دارد.

• نقص شماره (۲) یک نقص بین نشین است که می‌تواند به شبکه

اعوجاج وارد کند.

• نقص شماره (۲) نقص فرنکل (Frenkel defect) نام دارد.

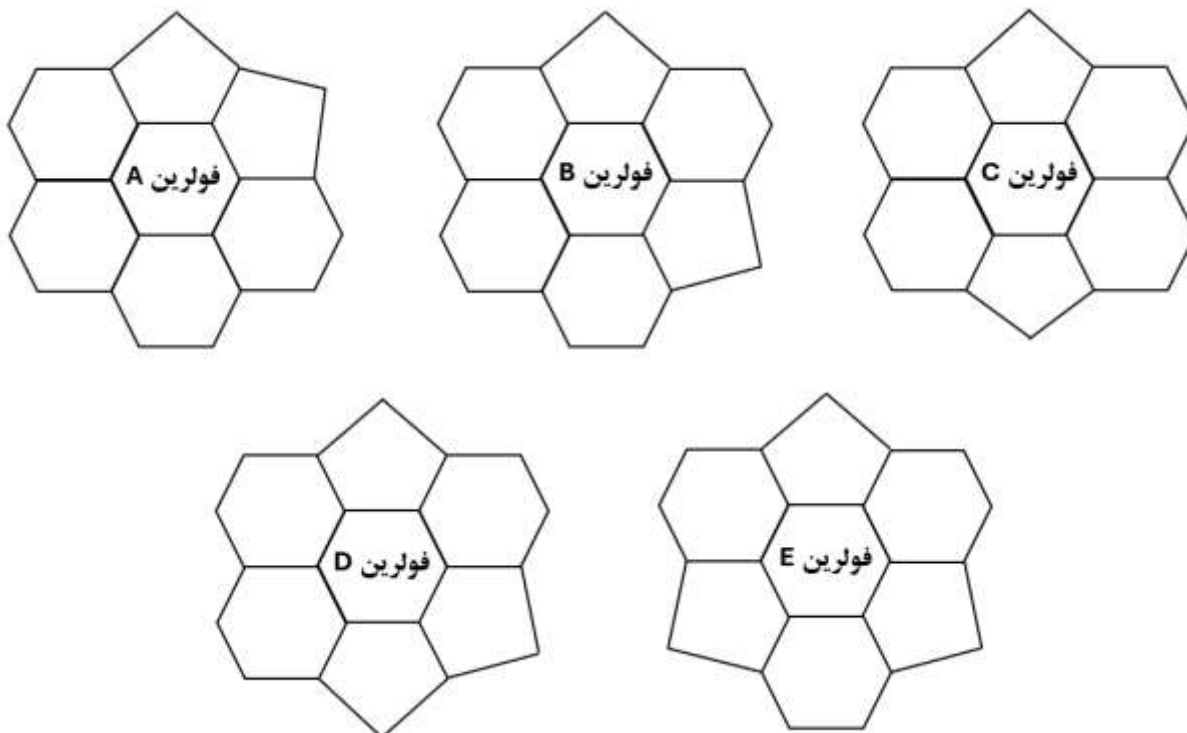
(۱) یک

(۲) دو

(۳) سه

(۴) چهار

۷- پژوهشگری موفق به سنتز چند نوع فولرین شده است. در شکل زیر، بخشی از چیدمان حلقه‌های کربنی در فولرین‌های سنتز شده نمایش داده شده است. به نظر شما چه تعداد از این فولرین‌ها به عنوان یک محصول تجاری، قابل قبول نیستند؟



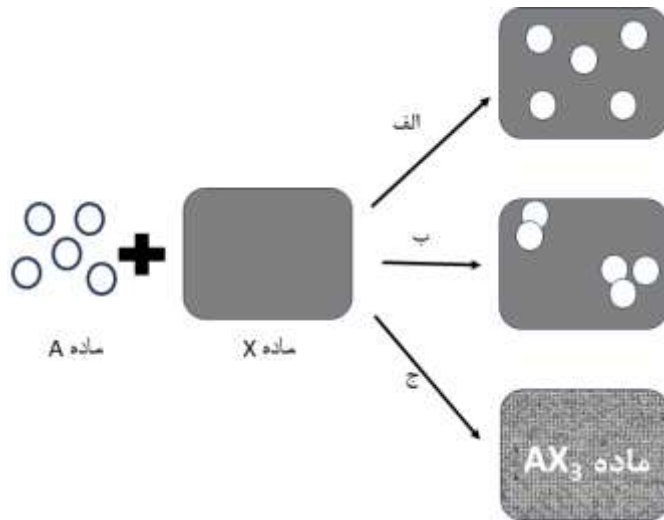
(۱) ۴

(۲) ۳

(۳) ۲

(۴) ۱

۸- آزمایشگری از سه مسیر مختلف الف، ب و ج نانو کامپوزیت تولید کرده است. در تولید این نانو کامپوزیت، از ماده زمینه A و نانوماده X استفاده کرده است. شکل زیر شمایی از پیش ماده‌های مورد استفاده و نیز مواد تولید شده از این سه مسیر را نشان می‌دهد. با توجه به شکل، او از کدام مسیر موفق به تولید نانو کامپوزیت شده است؟



- (۱) مسیر الف
- (۲) مسیر ب
- (۳) مسیر ج
- (۴) هیچکدام

۹- مهندسی قصد دارد حسگر هوشمندی برای نظارت بر سلامت سازه‌های بتنی طراحی کند. این حسگر باید بتواند ترک‌های بسیار ریز و تغییرات جزئی در تنش سازه را تشخیص دهد و سیگنالی را برای تعمیر و نگهداری ارسال کند. کدام یک از مواد هوشمند زیر برای ساخت چنین حسگری مناسبتر است و چرا؟

- (۱) مواد الکتروکرومیک
- (۲) ترموکرومیک
- (۳) مواد مکانوکرومیک
- (۴) مواد حافظه شکلی

۱۰- برای بهبود خواص سدکنندگی یک نانو کامپوزیت پلیمری در برابر گازها، کدام یک از نانومواد زیر مناسبتر است؟

- (۱) نانولوله های کربنی
- (۲) نانوذرات سیلیکا
- (۳) گرافن
- (۴) نانوذرات طلا

۱۱- یک ذره کروی به شعاع ۱۰ نانومتر تحت عملیات حرارتی قرار گرفته و به ۸ ذره مکعبی با ضلع ۵ نانومتر تبدیل می شود. با توجه به اینکه انرژی همدوسی به سطح ذرات بستگی دارد و تغییر شکل هیچ تأثیری بر نوع پیوندها ندارد، کدام گزینه در مورد تغییر انرژی همدوسی و دمای ذوب صحیح است؟

- (۱) انرژی همدوسی افزایش می یابد و دمای ذوب نیز افزایش می یابد.
- (۲) انرژی همدوسی کاهش می یابد و دمای ذوب نیز کاهش می یابد.
- (۳) انرژی همدوسی افزایش می یابد، اما دمای ذوب کاهش می یابد.
- (۴) انرژی همدوسی کاهش می یابد، اما دمای ذوب افزایش می یابد.

۱۲- پژوهشگری با استفاده از داده های به دست آمده در فرایند سنتز نانوذرات سرامیکی به روش آسیاب مکانیکی، نمودار متوسط اندازه ذرات بر حسب سرعت آسیاب مکانیکی را ترسیم کرده است. کدام گزینه را دلیل بر افزایش اندازه ذرات در سرعت آسیاب کاری بالا می دانید؟

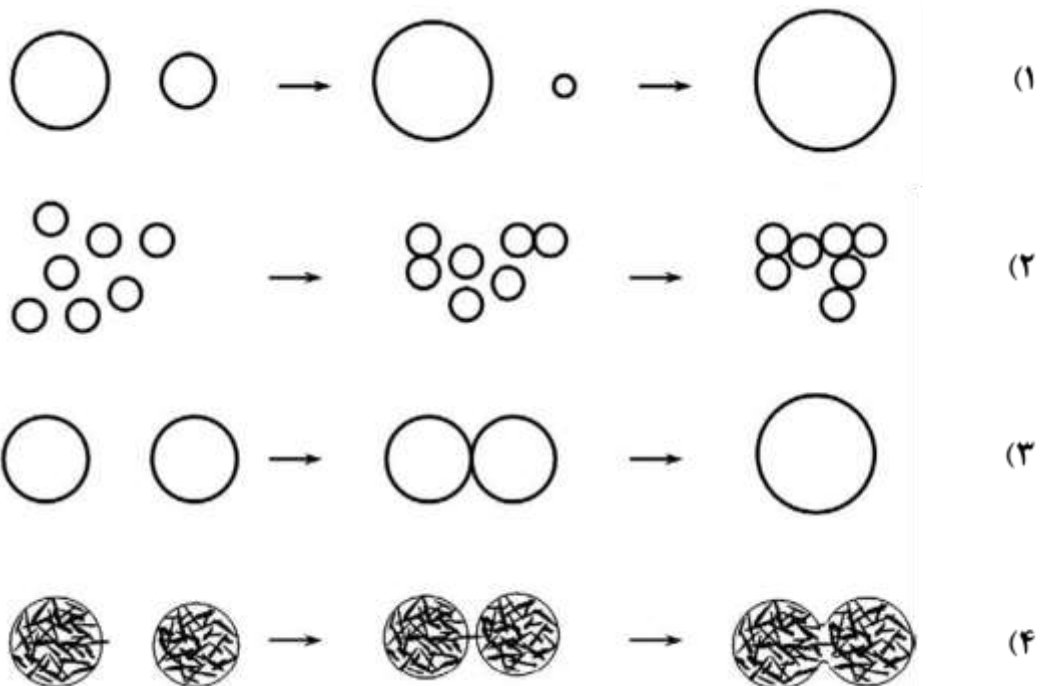
- (۱) جوش سرد
- (۲) تف جوشی
- (۳) نیروی گریز از مرکز
- (۴) موارد ۱ و ۲

۱۳- اعمال پوشش‌های تزئینی از جمله کاربردهای فناوری نانو است. یکی از این روش‌ها، استفاده از پوشش نازک TiN روی سطح قطعات به دلیل دارا بودن رنگ طلایی براق است. برای اعمال پوشش با ضخامت ۱۰۰ نانومتر روی ظروف به کمک پیش‌ماده $TiCl_4$ ، کدام راهکار زیر را پیشنهاد می‌کنید؟ (چگالی لایه TiN را 5 gr/cm^3 در نظر بگیرید).

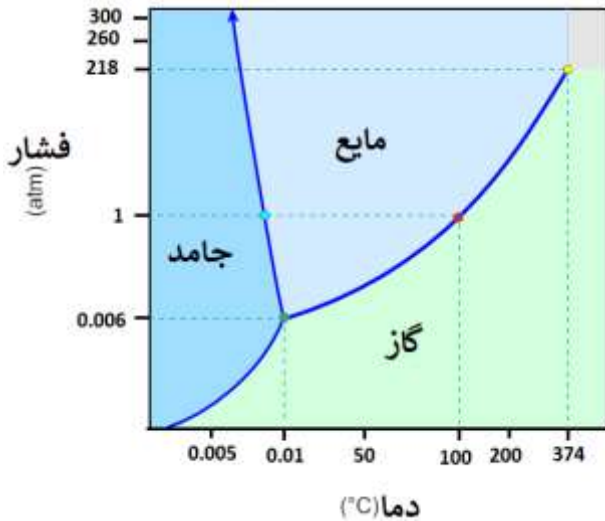
- (۱) برای پوشش‌دهی $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ از سطح ظروف به روش PVD، به ۵ میلی‌گرم $TiCl_4$ نیاز است.
- (۲) برای پوشش‌دهی $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ از سطح ظروف به روش PVD، به ۱۵ میلی‌گرم $TiCl_4$ نیاز است.
- (۳) برای پوشش‌دهی $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ از سطح ظروف به روش CVD، به ۵ میلی‌گرم $TiCl_4$ نیاز است.
- (۴) برای پوشش‌دهی $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ از سطح ظروف به روش CVD، به ۱۵ میلی‌گرم $TiCl_4$ نیاز است.

۱۴- آمادگی (گسترش) استوالد (Ostwald ripening) پدیده‌ای است که در سنتز برخی از نانو مواد مشاهده می‌شود.

کدام یک از شکل‌های زیر شماتیک این پدیده را به درستی نمایش داده است؟



۱۵- پژوهشگری با روش هیدروترمال، نانوذرات اکسید فلزی تولید می کند. بهترین توزیع اندازه ذرات محصولات زمانی حاصل می شود که آلکوکسید فلزی با سایر پیش ماده های واکنش در محیط حلال مایع وارد واکنش شود.



همچنین واکنش باید تحت فشار بسیار بالا انجام شود. شکل زیر نمودار فازی آب را به عنوان حلال در این فرایند سنتز نشان می دهد. اعمال چه دما و فشاری را به ظرف اتوکلاو برای انجام واکنش هیدروترمال به او پیشنهاد می کنید؟

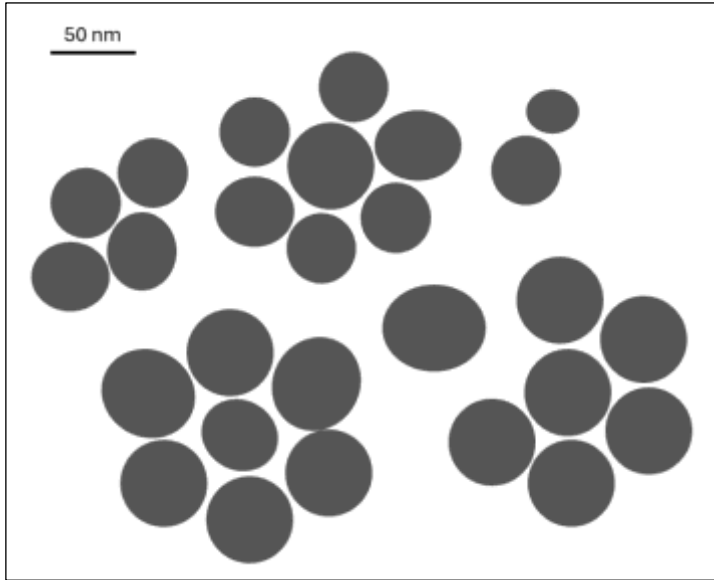
- (۱) فشار ۳۰۰ اتمسفر و دمای ۰/۰۰۵ درجه سانتیگراد
- (۲) فشار ۲۶۰ اتمسفر و دمای ۲۰۰ درجه سانتیگراد
- (۳) فشار ۲۱۸ اتمسفر و دمای ۳۷۴ درجه سانتیگراد
- (۴) فشار ۱ اتمسفر و دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد

۱۶- برای دستیابی به بهترین نتیجه در آزمون پراش اشعه ایکس (XRD)، معمولاً باید اندازه ذرات نمونه های پودری، کوچکتر از ۵۰ میکرومتر باشد. به نظر شما، اگر از نمونه ای با ذرات بسیار بزرگ در XRD استفاده شود، وقوع

چه پدیده ای محتمل خواهد بود؟

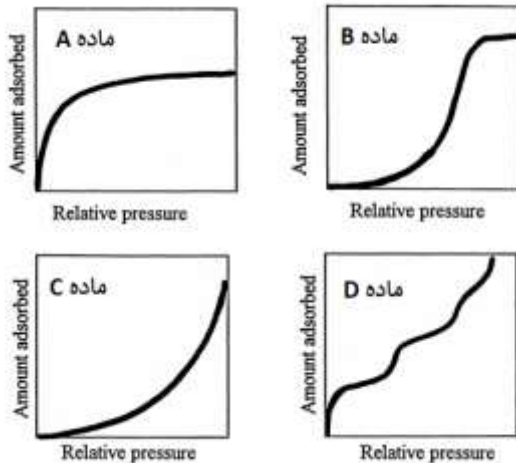
- (۱) افزایش شدت همه پیک ها
- (۲) حذف تعداد زیادی از پیک ها
- (۳) پهن شدن پیک ها در نمودار پراش
- (۴) افزایش شدت برخی از پیک ها

۱۷- تصویر زیر به کمک میکروسکوپ الکترونی روبشی از یک نمونه سنتز شده از نانوذرات تهیه شده است. چنانچه تصویربرداری توسط یک میکروسکوپ الکترونی روبشی دیگر با قدرت تفکیک ۲۰ نانومتر تکرار شود، چه تعداد ذره در تصویر جدید مشاهده می‌شود؟



- (۱) ۵
- (۲) ۶
- (۳) ۷
- (۴) ۸

۱۸- پژوهشگری با هدف ساخت بستری متخلخل که در حفرات آن نقاط کوانتومی را جای دهد، چهار ماده مختلف A، B، C و D با ترکیب شیمیایی یکسان را تولید کرده است. او از چهار ماده تولید شده، آنالیز جذب-واجذب



گاز نیتروژن تهیه کرده است. او برای رسیدن به هدف خود از کدام ماده بعنوان بستر می‌تواند استفاده کند؟

- (۱) ماده A
- (۲) ماده B
- (۳) ماده C
- (۴) ماده D

۱۹- کدام گزینه از کاربردهای دستگاه اسپکتروفتومتر مرئی - فرابنفش (UV-Vis) در بررسی نانومواد نیست؟

(۱) اندازه گیری اندازه بلورک های نانومواد

(۲) اندازه گیری اندازه نانو مواد

(۳) اندازه گیری طول موج نشر نانومواد

(۴) اندازه گیری گاف انرژی نانو مواد

۲۰- فرایند فتوکاتالیستی یکی از مهمترین فرآیندهای تصفیه آب است که استفاده از نانومواد به عنوان فتوکاتالیست، نقش چشمگیری را در توسعه این فرآیند داشته است. کدام عبارت در خصوص فرآیند فتوکاتالیستی بکار رفته برای تصفیه آب درست است؟

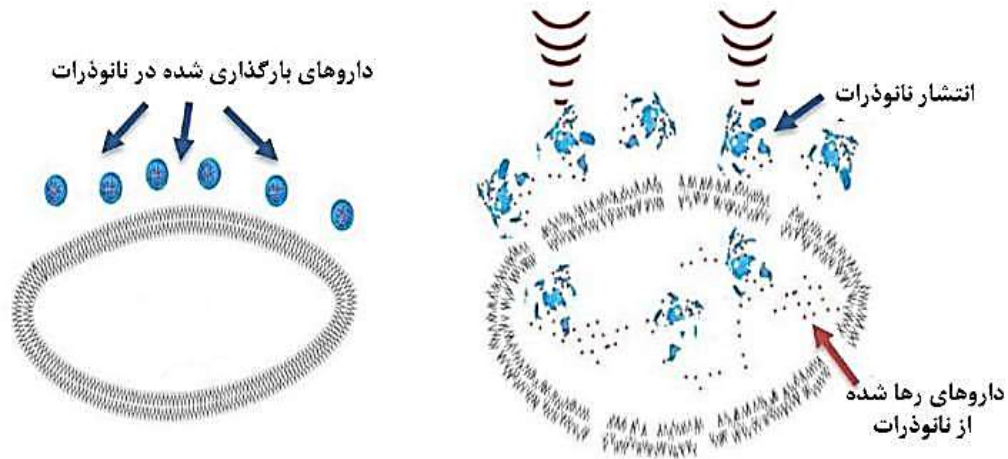
(۱) زمانی فعالیت فتوکاتالیستی آغاز می شود که طول موج نور تابیده شده بزرگتر از شکاف انرژی فتوکاتالیست باشد.

(۲) هرچه طول عمر زوج الکترون - حفره ناشی از تابش نور کمتر باشد بازده فرآیند فتوکاتالیستی بیشتر است.

(۳) آرایش فتوکاتالیست با عناصر دیگر موجب ایجاد نوار جدید میان نوار رسانش و ظرفیت فتوکاتالیست می شود.

(۴) همه موارد

۲۱- شکل زیر کدام روش را برای رهایش دارو در فرآیند دارورسانی هدفمند که در آن دارو در نانوذرات بارگذاری شده است، نشان می‌دهد؟



(۱) سونوپوراسیون

(۲) الکتروپوریشن

(۳) استفاده از اثرات گرمایشی امواج فراصوت

(۴) ایجاد حباب‌های ریز درون غشای مایسل‌های لیپیدی با اعمال امواج فراصوت

۲۲- با توجه به الزامات ایمنی در تولید تانکرهای سوخت، کدام یک از نانوذرات زیر، گزینه مناسبتری برای تقویت ماتریس پلیمری تانکر است؟

(۱) نانوذرات طلا به دلیل چگالی بالا و رسانایی قابل توجه

(۲) نانوذرات سیلیکا به دلیل خاصیت عایق الکتریکی و جلوگیری از تجمع بار الکتریکی

(۳) نانولوله‌های کربنی به دلیل نسبت سطح به حجم بالا و رسانایی الکتریکی قابل توجه

(۴) نانوذرات اکسید آهن به دلیل خواص مغناطیسی قابل توجه و عدم تداخل با تجهیزات الکترونیکی

۲۳- پژوهشگری در آزمایشگاه سه ظرف مشابه را مشاهده می‌کند. ظرف اول پر از نانوذره سیلیکا، ظرف دوم پر از سیلیکای مزومتخلخل و ظرف سوم پر از ژل سیلیکا است. در هنگام باز کردن کدام ظرف، احتمال استنشاق سیلیکا توسط او بیشتر است؟

(۱) نانوذره سیلیکا

(۲) سیلیکای مزومتخلخل

(۳) ژل سیلیکا

(۴) موارد الف و ج

۲۴- برای اینکه سمیت نانوذرات کروی به قطر ۱۰ نانومتر با سمیت نانوذرات صفحه‌ای با قاعده مربعی شکل به طول ۸ نانومتر یکسان باشد، ضخامت نانوذرات صفحه‌ای شکل چند نانومتر خواهد بود؟ فرض کنید هر دو ذره از جنس یک ماده مشابه بوده و سمیت نانوذرات، با مکانیزم‌های سطحی کنترل می‌شود.

(۱) ۳ نانومتر

(۲) ۵ نانومتر

(۳) ۲۰ نانومتر

(۴) به ازای نانوذرات صفحه‌ای شکل با هر ضخامت، سمیت این دو نوع ذره یکسان نخواهد بود.

۲۵- سه نوع نانوذره هم‌حجم در زیر ارائه شده است. در کدام گزینه، احتمال آندوسیتوز این نانوذرات، توسط سلول‌های زنده به درستی با یکدیگر مقایسه شده است؟ فرض کنید همه ذرات، گروه عاملی کربوکسیل در سطح خود داشته و چگالی سطحی آنها یکسان است.

• نانوذره کروی شکل به قطر ۱۰ نانومتر

• نانوذره صفحه‌ای شکل با قاعده مربعی با ضخامت ۱ نانومتر

• نانوذره میله‌ای شکل با قاعده مربعی به ضلع ۱ نانومتر

(۱) نانوذرات میله‌ای شکل < نانوذرات صفحه‌ای شکل < نانوذرات کروی شکل

(۲) نانوذرات کروی شکل < نانوذرات صفحه‌ای شکل < نانوذرات میله‌ای شکل

(۳) نانوذرات کروی شکل < نانوذرات میله‌ای شکل < نانوذرات صفحه‌ای شکل

(۴) نانوذرات صفحه‌ای شکل < نانوذرات میله‌ای شکل < نانوذرات کروی شکل