باسمه تعالی

جمهوری اسلامی ایران

وزارت آموزش و پرورش

باشگاه دانش پژوهان جوان

مبارزهٔ علمی برای جوانان، زنده‌کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیّت‌هاست. «امام خمینی (ره)»

دفترچهٔ سؤالات مرحلهٔ اوّل سال ۱۴۰۳

شانزدهمین دورهٔ المپیاد علوم و فناوری نانو

تعداد سؤالات	مدّت آزمون
۲۵ سؤال	۱۲۰ دقیقه

نام: **نام‌خانوادگی:** **شمارهٔ صندلی:**

توضیحات مهم

استفاده از هرنوع ماشین‌حساب مجاز است.

۱- بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالات داخل دفترچه و همهٔ برگه‌های دفترچهٔ سؤالات را بررسی نمایید، در صورت هرگونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسؤول جلسه را مطّلع کنید.

۲- یک برگ پاسخ‌برگ در اختیار شما قرار گرفته که مشخّصات شما بر روی آن نوشته شده است، در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسؤول جلسه را مطّلع کنید. ضمناً مشخّصات خواسته شده در پایین پاسخ‌برگ را با مداد مشکی بنویسید.

۳- برگهٔ 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 محلّ مربوط علامت بزنید. لطفاً خانهٔ مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.

۴- دفترچه سوال باید همراه پاسخ‌برگ تحویل داده شود.

۵- پاسخ درست به هر سوال ۳ نمرهٔ مثبت و پاسخ نادرست ۱ نمرهٔ منفی دارد.

۶- شرکت‌کنندگان در دورهٔ تابستانی از بین دانش‌آموزان پایهٔ دهم، یازدهم و دوازدهم انتخاب می‌شوند.

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

آدرس سایت اینترنتی: ysc.medu.gov.ir

به نام خدا

۱- اگزوزوم‌ها 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 اگزوزوم‌ها، اگر شعاع هر اگزوزوم ۱۰۰ نانومتر در نظر گرفته شود، از فسفولیپیدهای غشای یک سلول به قطر ۴۰ میکرومتر چند اگزوزوم می‌توان ساخت؟

اگزوزوم

۱) ۶۴×۱۰^{۴}

۲) ۳۲×۱۰^{۴}

۳) ۱۶×۱۰^{۴}

۴) ۴×۱۰^{۴}

۲- کدام‌یک 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

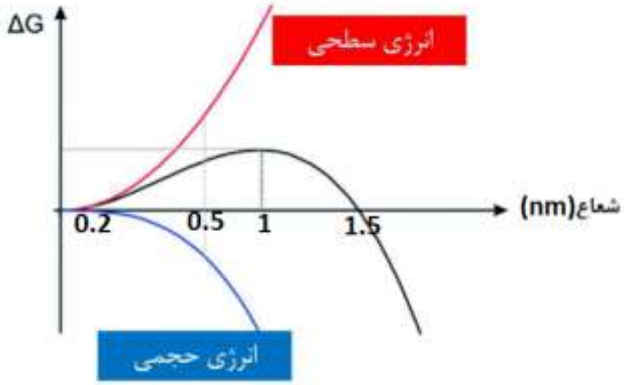
۱) حالت اول، کاهش S

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 هیچ‌کدام از این نانوماده‌ها با یکدیگر یکسان نیست.
- فاکتور فشردگی اتمی ماده B از نانوماده C بزرگتر ولی تقریبا 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.

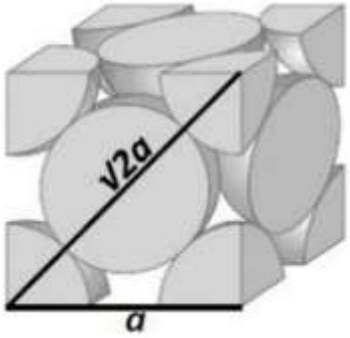
دانش آموز با این اطلاعات، نسبت عدد همسایگی به تعداد اتم (X) در سلول واحد هر یک از ساختارها را محاسبه کرده‌است. کدام گزینه مقایسه درستی از مقدار X بدست آمده برای ساختارهای A، B و C را نشان می‌دهد؟

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:

$Cu(NO_3)_2 + A \rightarrow Cu + B$

در صورتیکه بازده تولید مس دراین 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 ۶×۱۰^{۲۳} و π را برابر ۳ در نظر بگیرید.)



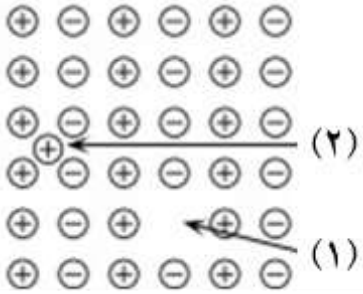
۱) $۸/۵\times۱۰^{۱۴}$

۲) $۸/۵\times۱۰^{۱۰}$

۳) $۲/۰۳\times۱۰^{۱۵}$

۴) $۲/۰۳\times۱۰^{۱۱}$

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



- هر دو نقص جزء نقص های 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.

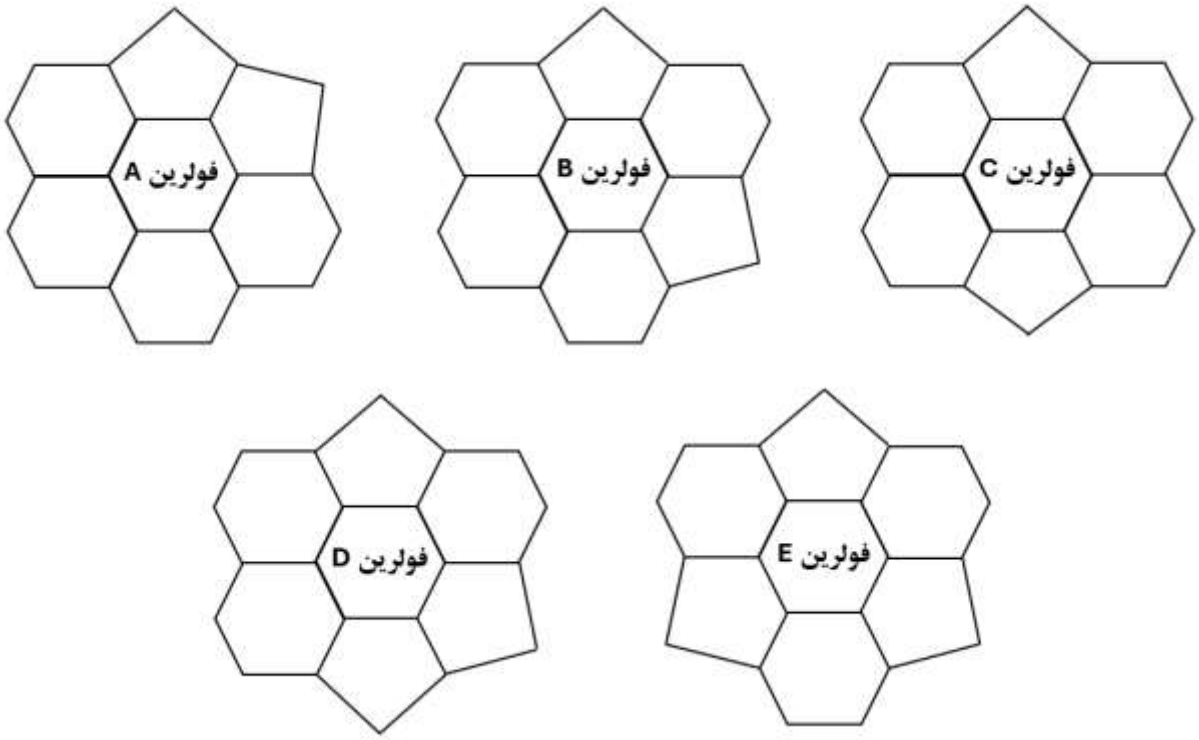
۱) یک

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

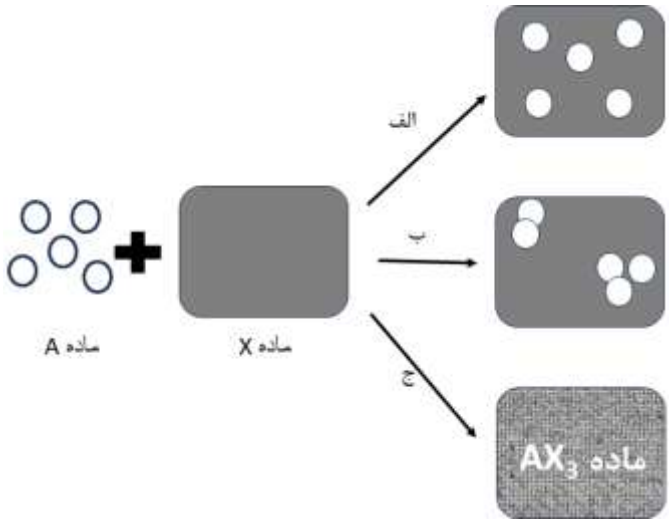
۸- آزمایشگری از سه مسیر مختلف الف، ب و ج نانوکامپوزیت تولید کرده است. در تولید این نانوکامپوزیت، از ماده زمینه A و نانوماده X استفاده کرده است. شکل زیر شمایی از پیش ماده‌های مورد استفاده و نیز مواد تولید شده از این سه مسیر را نشان می‌دهد. با توجه به شکل، او از کدام مسیر موفق به تولید نانوکامپوزیت شده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

۲) انرژی همدوسی کاهش می‌یابد و دمای ذوب نیز کاهش می‌یابد.

۳) انرژی همدوسی افزایش می‌یابد، اما دمای ذوب کاهش می‌یابد.

۴) انرژی همدوسی کاهش می‌یابد، اما دمای ذوب افزایش می‌یابد.

۱۲-پژوهشگری با استفاده از داده‌های 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 آسیاب‌کاری بالا می‌دانید؟

۱) جوش سرد

۲) تف‌جوشی

۳) نیروی گریز از مرکز

۴) موارد ۱ و ۲

۱۳- اعمال پوشش‌های تزیینی 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.)

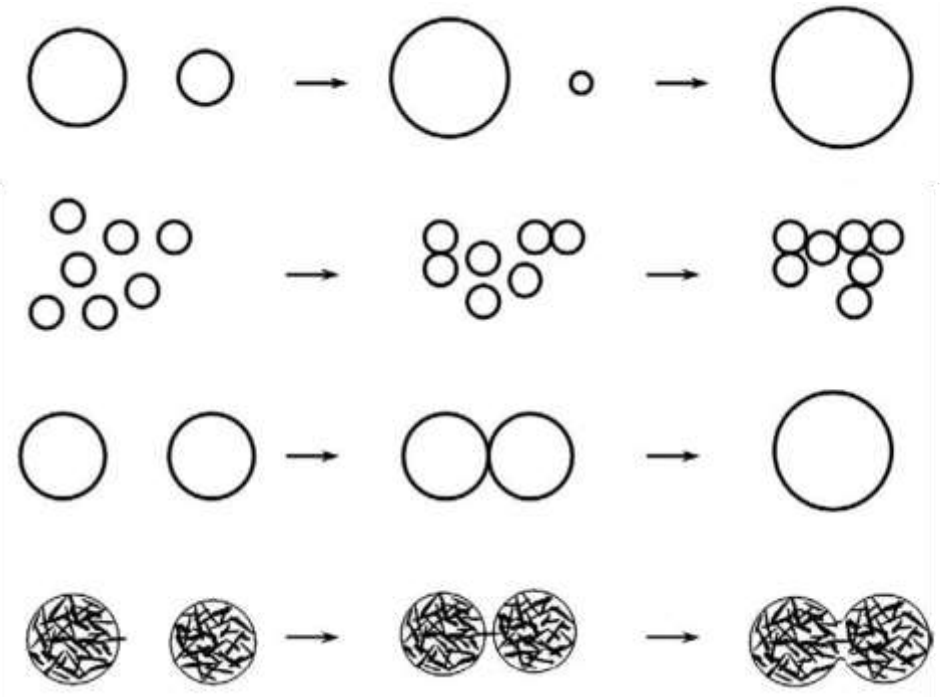
۱) برای پوشش‌دهی ۱۰ cm × ۱۰ cm از سطح ظروف به روش PVD، به ۵ میلی‌گرم $TiCl_4$ نیاز است.

۲) برای پوشش‌دهی ۱۰ cm × ۱۰ cm از سطح ظروف به روش PVD، به ۱۵ میلی‌گرم $TiCl_4$ نیاز است.

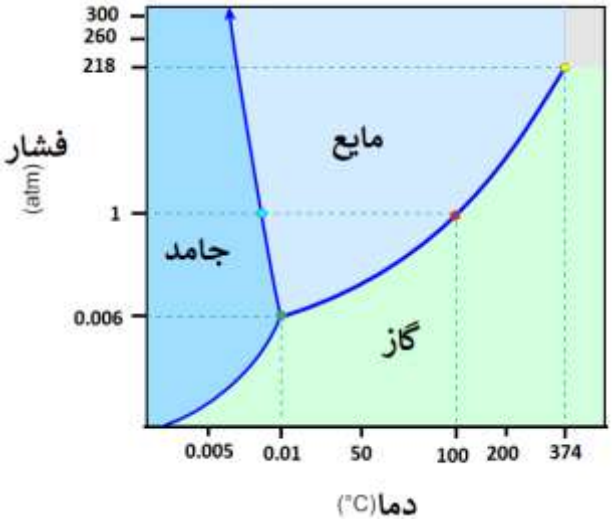
۳) برای پوشش‌دهی ۱۰ cm × ۱۰ cm از سطح ظروف به روش CVD، به ۵ میلی‌گرم $TiCl_4$ نیاز است.

۴) برای پوشش‌دهی ۱۰ cm × ۱۰ 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 نانومواد 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 می‌کند. بهترین توزیع اندازه ذرات محصولات زمانی حاصل می‌شود که آلکوکسید فلزی با سایر پیش‌ماده‌های 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 می‌دهد. 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)، معمولا باید اندازه ذرات نمونه‌های پودری، کوچکتر از ۵۰ میکرومتر باشد. به نظر شما، اگر از نمونه‌ای با ذرات بسیار بزرگ در XRD استفاده شود، وقوع چه پدیده‌ای محتمل خواهد بود؟

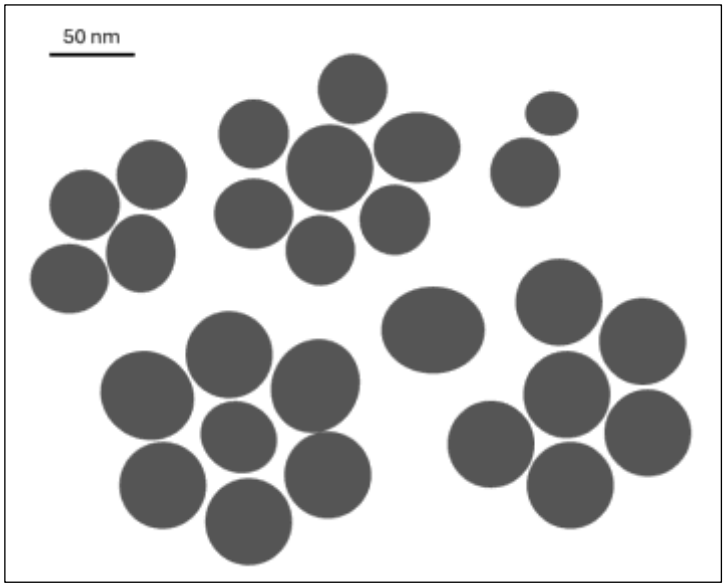
۱) افزایش شدت همه پیک‌ها

۲) حذف تعداد زیادی از پیک‌ها

۳) پهن‌شدگی پیک‌ها در نمودار پراش

۴) افزایش شدت برخی از پیک‌ها

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؟



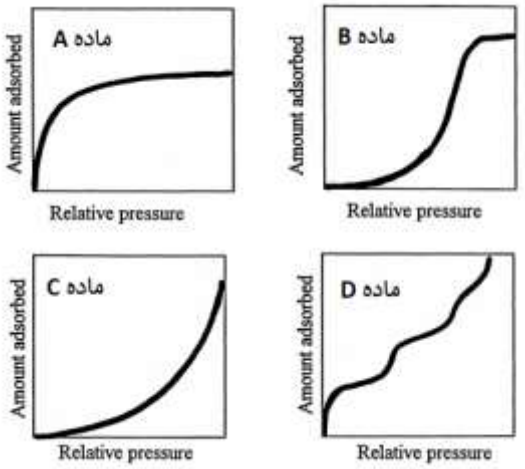
۱) ۵

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 اسپکتروفتومترمرئی- فرابنفش (UV-Vis) در بررسی نانومواد نیست؟

۱) اندازه‌گیری اندازه بلورک‌های نانومواد

۲) اندازه‌گیری اندازه نانو مواد

۳) اندازه گیری طول موج نشر نانومواد

۴) اندازه‌گیری 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؟

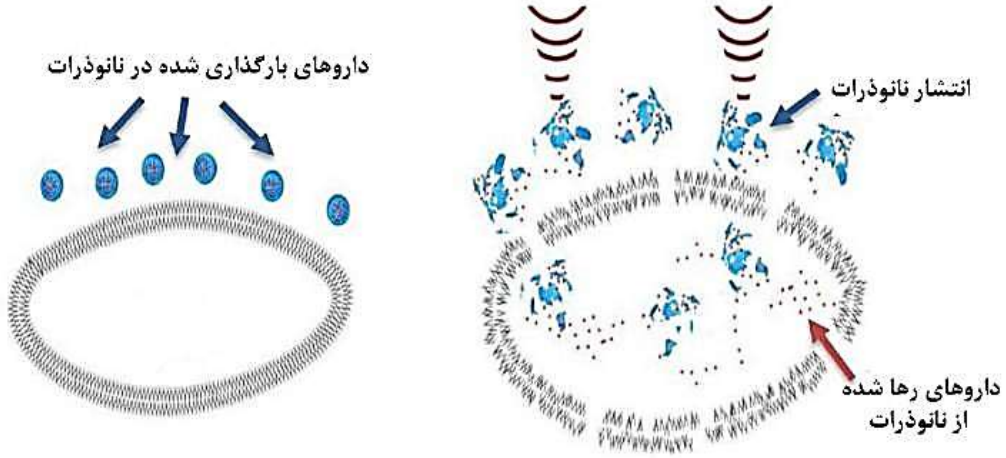
۱) زمانی فعالیت فتوکاتالیستی آغاز می شود که طول موج نور تابیده شده بزرگتر از شکاف انرژی فتوکاتالیست باشد.

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

۳) آلایش فتوکاتالیست با عناصر دیگر موجب ایجاد نوار جدید میان نوار رسانش و ظرفیت فوتوکاتالیست می‌شود.

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) نانو ذره 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 سلول های 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

المپیاد علوم و فناوری نانو

تاریخ آزمون: ۱۴۰۳/۱۱/۱۲

مهر حفاظت آزمون

کد ملی: استان:

نام و نام خانوادگی: جنسیت داوطلب:

منطقه حوزه: کد حوزه:

کد داوطلبی: □□□□□□□□□□□□□

لطفاً داخل کادر چیزی ننویسید و گزینه‌ها را با مداد مشکی نرم و به طور کامل پر کنید.

	۱	۲	۳	۴
۱		○	○	●
۲	●	○	○	○
۳		○	○	●
۴	○	○	●	○
۵	○	○	●	○
۶	○	●	○	○
۷	○	○	●	○
۸		○	○	●
۹	○	○	●	○
۱۰	○	○	●	○
۱۱	○	●	○	○
۱۲	○	●	○	○
۱۳		○	○	●
۱۴	●	○	○	○
۱۵	○	●	○	○
۱۶		○	○	●
۱۷	○	●	○	○
۱۸	○	○	○	○
۱۹	●	○	○	○
۲۰	○	○	●	○
۲۱	●	○	○	○
۲۲	○	○	●	○
۲۳	●	○	○	○
۲۴		○	○	●
۲۵	●	○	○	○
۲۶	○	○	○	○
۲۷	○	○	○	○
۲۸	○	○	○	○
۲۹	○	○	○	○
۳۰	○	○	○	○

	۱	۲	۳	۴
۳۱	○	○	○	○
۳۲	○	○	○	○
۳۳	○	○	○	○
۳۴	○	○	○	○
۳۵	○	○	○	○
۳۶	○	○	○	○
۳۷	○	○	○	○
۳۸	○	○	○	○
۳۹	○	○	○	○
۴۰	○	○	○	○
۴۱	○	○	○	○
۴۲	○	○	○	○
۴۳	○	○	○	○
۴۴	○	○	○	○
۴۵	○	○	○	○
۴۶	○	○	○	○
۴۷	○	○	○	○
۴۸	○	○	○	○
۴۹	○	○	○	○
۵۰	○	○	○	○
۵۱	○	○	○	○
۵۲	○	○	○	○
۵۳	○	○	○	○
۵۴	○	○	○	○
۵۵	○	○	○	○
۵۶	○	○	○	○
۵۷	○	○	○	○
۵۸	○	○	○	○
۵۹	○	○	○	○
۶۰	○	○	○	○

	۱	۲	۳	۴
۶۱	○	○	○	○
۶۲	○	○	○	○
۶۳	○	○	○	○
۶۴	○	○	○	○
۶۵	○	○	○	○
۶۶	○	○	○	○
۶۷	○	○	○	○
۶۸	○	○	○	○
۶۹	○	○	○	○
۷۰	○	○	○	○
۷۱	○	○	○	○
۷۲	○	○	○	○
۷۳	○	○	○	○
۷۴	○	○	○	○
۷۵	○	○	○	○
۷۶	○	○	○	○
۷۷	○	○	○	○
۷۸	○	○	○	○
۷۹	○	○	○	○
۸۰	○	○	○	○
۸۱	○	○	○	○
۸۲	○	○	○	○
۸۳	○	○	○	○
۸۴	○	○	○	○
۸۵	○	○	○	○
۸۶	○	○	○	○
۸۷	○	○	○	○
۸۸	○	○	○	○
۸۹	○	○	○	○
۹۰	○	○	○	○

اینجانب ..... به کد ملی ..... دفترچه‌ی سوالات المپیاد علوم و فناوری نانو شامل ۲۵ سوال را به طور کامل دریافت نمودم.

امضا و اثر انگشت:

به نام خدا

پاسخنامه تشریحی مرحله اول المپیاد فناوری نانو

سوال ۱: گزینه ۴

مساحت سلول= مساحت هر اگزوزوم x n

بر اساس فرمول مساحت کره داریم:

$A = 4\pi r^2$

$4\pi r^2 = n \times 4\pi r'^2$

$r^2 = n \times r'^2$

$20 \times 20 \times 10^{-12} = \boldsymbol{n} \times 100 \times 100 \times 10^{-18}$

$n= 4x10^4$

سوال ۲: گزینه ۱

می‌دانیم که هر چه اندازه ذرات کوچکتر باشد نسبت اتم‌های سطحی به اتم‌های توده بیشتر است. با افزایش اندازه ذره افزایش اتم‌های توده بیشتر از اتم‌های سطحی است و همین امر منجر به کاهش S می‌شود و گزینه‌های ۳ و ۴ حذف می‌شوند. از طرفی با توجه به نمودار ارائه شده در صفحه ۱۶ کتاب فناوری نانو در شیمی، بدیهی است که تغییر اندازه ذرات در اندازه‌های کوچکتر با شیب بیشتری از کاهش S مواجه است و در نتیجه پاسخ درست گزینه ۱ است.

سوال ۳: گزینه ۴

همان‌طورکه مطابق منحنی برآیند انرژی‌های سطحی و حجمی مشاهده می‌شود، افزایش شعاع جوانه تا یک محدوده بحرانی (به نام شعاع بحرانی که با r_c نمایش داده شده است) باعث افزایش انرژی آزاد شده و درنتیجه مورد تمایل سیستم نیست. ولی اگر شعاع جوانه بیشتر از شعاع بحرانی شود، بعد از آن بزرگتر شدن جوانه مورد تمایل سیستم است. شعاع بحرانی طبق نمودار ۱ نانومتر بوده و بنابراین حداقل قطر ذرات کروی ۲ نانومتر است. در نتیجه گزینه ۴ درست است.

سوال ۴: گزینه ۳

نانوماده	ساختار بلوری	عدد همسایگی	تعداد سلول واحد	نسبت عدد همسایگی به تعداد سلول واحد
C	BCC	۸	۲	۴
A	FCC	۱۲	۴	۳
B	HCP	۱۲	۶	۲

سوال ۵: گزینه ۳

با توجه به اینکه گرم پیش‌ماده‌های مورد استفاده (نیترات مس و عامل احیاکننده) برابر است، در نتیجه هر ماده‌ای که جرم مولی بیشتری داشته باشد، محدودکننده بوده و محاسبات مواد تولیدی را بر مبنای آن انجام می‌شود. از همین رو با توجه به داده‌های صورت سوال مول مس تولید شده برابر است با:

$$\text{مقدار مس بر حسب مول} = \frac{0.1}{400}$$

$$\text{تعداد اتم‌های هر نانوذره} = \frac{\frac{4}{3}\pi(10^{-8})^3}{(6\times10^{-10})^3}\times 4 = \frac{16\times10^{-24}}{(6)^3\times10^{-30}} = \frac{16}{(6)^3}\times10^6$$

داریم:

$$\text{تعداد اتم‌های کل} = \text{تعداد اتم‌های هر نانوذره} \times \text{تعداد نانوذرات}$$

$$\frac{0.1}{400}\times 6\times10^{23} = \frac{16}{(6)^3}\times10^6\times x \quad \rightarrow \quad x = 2.025\times10^{15}$$

سوال ۶: گزینه ۲

الف- **نادرست است**. هر دو نقص جزء نقص های **صفر بعدی** محسوب می‌شوند.

ب-**درست است**. نقص شماره(۱) **نقص جای خالی** نام دارد.

ج-**درست است**. نقص شماره (۲) یک **نقص بین‌نشین** است.

د-**نادرست است.** تجمیع دو نقص شماره(۱) و (۲)، **نقص فرنکل** نامیده می‌شود.

سوال ۷: گزینه ۳

بدیهی است که محصولی قابلیت تجاری‌سازی دارد که از پایداری خوبی برخوردار باشد. در نتیجه از بین فولرین‌های ارائه شده، هر کدام که پایدار باشد، می‌تواند به عنوان محصول تجاری شناخته شود. با توجه به توضیحات ارائه شده در رابطه با فولرین‌ها در صفحه ۱۴۲ کتاب فناوری نانو در شیمی، طبق قانون IPR احاطه شدن پنج ضلعی ها توسط شش ضلعی ها، فولرین را پایدار می‌سازد. در نتیجه فولرین های A و D قطعا ناپایدارند و محصول تجاری به شمار نمی روند. گزینه ۳ پاسخ درست است.

سوال ۸: گزینه ۴

طبق تعریف نانوکامپوزیت، می بایست ماده نانو در یک ماده زمینه توزیع شود. با توجه به اینکه در تصویر ارائه شده، ماده A بعنوان نانوماده معرفی شده است، هیچکدام از مواد تولید شده در سه مسیر مختلف نانوکامپوزیت نیستند. در نتیجه گزینه ۴ درست است.

سوال ۹: گزینه ۳

برای حس کردن ترک‌های بسیار ریز و تغییرات جزئی در تنش سازه، به ماده‌ای نیاز داریم که به کوچکترین تغییرات مکانیکی حساس باشد. مواد مکانوکرومیک دقیقاً این ویژگی را دارند. با اعمال تنش، ساختار مولکولی آنها تغییر می‌کند و این تغییر باعث تغییر رنگ یا خواص نوری آنها می‌شود. بنابراین، با مشاهده تغییر رنگ در نقاط مختلف سازه می‌توان به وجود ترک یا تنش بیش از حد پی برد. در نتیجه گزینه ۳ درست است.

سوال ۱۰: گزینه ۳

گرافن به دلیل ساختار لایه‌ای و پیوندهای قوی بین اتمهای کربن، مانع خوبی برای نفوذ گازها است و می‌تواند به طور قابل توجهی خواص سدکنندگی نانوکامپوزیت را بهبود بخشد. در نتیجه گزینه ۳ درست است.

سوال ۱۱: گزینه ۲

به منظور بررسی تغییرات انرژی همدوسی، باید اختلاف سطح ذره کروی و ذرات مکعبی را محاسبه کرد:

$$\text{اختلاف سطح} = 8 \times 6 \times (5)^2\ nm^2 - 4\pi \times (10)^2\ nm^2 = (48 - 16\pi) \times (5)^2\ nm^2 = -56.6\ nm^2$$

با توجه به محاسبات، کاهش سطح و در نتیجه کاهش انرژی همدوسی رخ داده است.

کاهش انرژی همدوسی به معنای کاهش انرژی لازم برای شکستن پیوندهای سطحی است. با کاهش انرژی همدوسی، دمای ذوب نیز کاهش می‌یابد. زیرا برای ذوب شدن یک ماده، باید به آن انرژی داده شود تا پیوندهای بین ذرات شکسته شود. اگر انرژی لازم برای شکستن پیوندها کمتر باشد، دمای ذوب نیز کمتر خواهد بود. در نتیجه گزینه ۲ درست است.

سوال ۱۲: گزینه ۲

دو عاملی که منجر به افزایش اندازه ذرات در آسیاب کاری می‌شود، یکی حضور سطوح تمیز حاصل از شکست و در نتیجه جوش سرد است و دیگری تف‌جوشی در اثر افزایش زمان یا سرعت آسیاب کاری و گرم شدن ذرات. بنابراین افزایش سرعت آسیاب کاری منجر به افزایش اندازه ذرات در اثر تف جوشی می شود. گزینه ۲ درست است.

سوال ۱۳: گزینه ۴

با توجه به اینکه نیاز به انجام واکنش شیمیایی برای لایه‌نشانی روی قطعه وجود دارد، در نتیجه باید از روش CVD استفاده کرد و گزینه‌های ۱ و ۲ حذف می‌شوند. از طرفی مقدار مورد نیاز نیترید تیتانیم برای پوششی به مساحت ۱۰۰ سانتی متر مربع و ضخامت ۱۰۰ نانومتر برابر است با:

$$gr\ TiN = 5\frac{gr}{cm^3} \times 100cm^2 \times 100 \times 10^{-7}cm = 5 \times 10^{-3}gr$$

همانطور که مشاهده می‌شود میزان TiN سنتز شده برابر با ۵ میلی گرم بوده و در نتیجه به مقدار بیشتری کلرید تیتانیوم نیاز است. (با توجه به جایگاه عناصر N و Cl در جدول تناوبی و تعداد بیشتر کلر در ترکیب کلرید تیتانیوم، بدیهی است که جرم مولی کلرید تیتانیوم بیشتر از نیترید تیتانیوم است.) در نتیجه گزینه ۴ پاسخ درست است.

سوال ۱۴: گزینه ۱

کنترل کامل بر مراحل هسته‌زایی و رشد نمی‌تواند تضمینی بر کنترل دقیق اندازه بلورها باشد، چرا که اندازه بلورها می‌تواند با سازوکارهای مختلفی تغییر کند. هنگامیکه محلول کلوییدی مدت زمانی به حال خود رها شود (تحت

شرایط کنترل‌شده)، به تدریج ذرات کوچکتر موجود در محلول حذف شده و ذرات بزرگتر رشد می‌کنند. آمادگی استوالد به رشد ذرات درشت‌تر به بهای مصرف ذرات کوچکتر گفته می‌شود. در نتیجه گزینه ۱ درست است.

سوال ۱۵: گزینه ۲

در نمودار فازی فشار- دما، دمای ۳۷۴ و فشار ۲۱۸ اتمسفر به ترتیب به دما و فشار بحرانی اشاره دارند. این دما بالاترین دمایی است که آب به فرم گازی وجود دارد و بالاتر از آن به سیال فوق بحرانی تبدیل می شود.

در دمای پایین تر از دمای بحرانی با افزایش فشار به سیستم، آب در فاز مایع یا جامد ظاهر می‌شود.

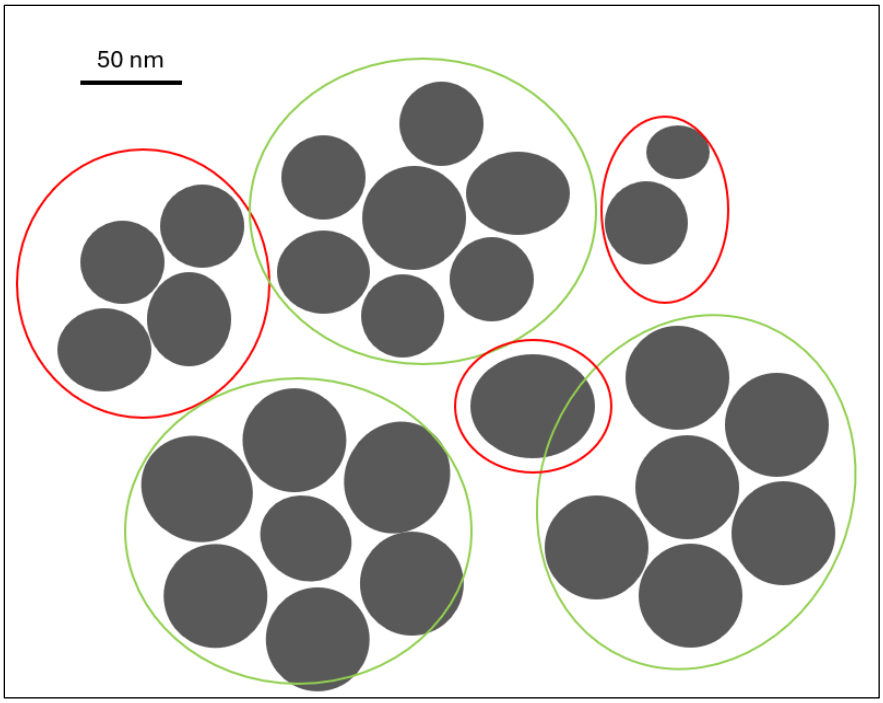
در فشار ۳۰۰ اتمسفر و دمای ۰.۰۰۵ درجه سانتیگراد حلال در فاز جامد بوده و طبق توضیحات صورت سوال، مطلوب نیست. در فشار ۲۶۰ اتمسفر و دمای ۲۰۰ درجه سانتیگراد حلال در فاز مایع بوده و مطلوب است. در فشار ۲۱۸ اتمسفر و دمای ۳۷۴ درجه سانتیگراد حلال در نقطه فوق بحرانی است و مطلوب نیست. در نتیجه گزینه ۲ درست است.

سوال ۱۶: گزینه ۴

برجسته شدن جهت‌گیری خاصی از صفحات بلوری در نمونه‌هایی با ذرات بزرگ، ممکن است که باعث افزایش شدت پراش برای آن صفحات خاص شود. در نتیجه گزینه ۴ درست است.

سوال ۱۷: گزینه ۲

با توجه به مقیاس خطی ارائه شده روی تصویر (۵۰ نانومتر)، با استفاده از میکروسکوپ الکترونی با قدرت تفکیک ۲۰ نانومتر، مطابق شکل زیر، ذرات خیلی نزدیک به هم به عنوان یک ذره شناخته می‌شوند. در نتیجه گزینه ۲ پاسخ درست است.



سوال ۱۸: حذف سوال

با توجه به اینکه اندازه نقاط کوانتومی داده نشده است، می‌توان فرض کرد که قطر این ذرات کمتر از ۱۰ نانومتر است بنابراین باید ساختار متخلخلی بکارگرفته شود که دارای اندازه حفرات ۱۰ نانومتر یا کمتر باشد که ماده مزوحفره این ویژگی را دارد. اما با توجه به اینکه هیچکدام از ایزوترم‌های داده شده مربوط به ماده مزوحفره نیست، این سوال پاسخ درست ندارد و حذف می‌گردد.

سوال ۱۹: گزینه ۱

برای اندازه‌گیری گاف انرژی، نانومواد نیمه‌رسانا مورد استفاده قرار می‌گیرد.

برای اندازه‌گیری اندازه نانوذراتی چون طلا و نقره می‌توان از این دستگاه استفاده نمود.

برای اندازه‌گیری طول موج نشر نانومواد‌ی چون نقاط کوانتومی می‌توان از این دستگاه استفاده نمود.

اندازه بلورک‌های نانومواد را با استفاده از دستگاه XRD می‌توان اندازه گرفت.

در نتیجه گزینه ۱ درست است.

سوال ۲۰: گزینه ۳

فعالیت شیمیایی یک فتوکاتالیست با انرژی نوری که به آن تابانده می‌شود ارتباط مستقیم دارد . فوتونهایی که انرژی کافی داشته باشند، می‌توانند الکترونهای نوار ظرفیت را برانگیزند. فوتونهایی این توانایی را خواهند داشت که انرژی آنها بزرگتر (طول موج کوچکتریا مساوی) از شکاف انرژی فتوکاتالیست باشد (دلیل نادرست بودن گزینه ۱).

زیرا زوج الکترون - حفره تنها در صورتی که عمر کافی داشته باشند و بتوانند به سطح نیمه‌رسانا برسند، می‌توانند آغازگر واکنش‌های اکسایش و کاهش گونه های جذب شده بر روی سطح فتوکاتالیست شوند. بنابراین هرچه طول عمر زوج الکترون - حفره ناشی از تابش نور کمتر باشد بازده فرآیند فتوکاتالیستی کمتر خواهد شد (دلیل نادرست بودن گزینه ۲).

آلاییدن فتوکاتالیست با سایر عناصر می تواند موجب ایجاد نوار جدید میان نوار رسانش و ظرفیت گردد (درست بودن گزینه ۳).

سوال ۲۱: گزینه ۱

یکی از تاثیراتی که امواج فراصوت روی سلولها و بافت‌ها می‌گذارد، سونوپوراسیون است (شکل صفحه ۳۲۱ منبع المپیاد). در سونوپوراسیون، نیروی مکانیکی امواج فراصوت باعث افزایش اندازه منافذ غشای پلاسمایی می‌شوند. امواج فراصوت، ضمن از بین بردن یکپارچگی غشای پلاسمایی و ایجاد تخلخل، ورود غیرفعال نانوذرات و حامل‌های دارویی را امکان‌پذیر می‌سازند. در نتیجه گزینه ۱ درست است.

سوال ۲۲: گزینه ۳

نانولوله‌های کربنی به دلیل ساختار لوله‌ای و پیوندهای قوی کربن-کربن، رسانایی الکتریکی بسیار بالایی دارند و می‌توانند به طور مؤثری از تجمع بار الکتریکی در سطح تانکر جلوگیری کنند. همچنین، نسبت سطح به حجم بالای آنها باعث می‌شود که با مقدار کمی نانولوله، بتوان رسانایی کامپوزیت را به طور قابل توجهی افزایش داد. نانوذرات طلا به دلیل قیمت بسیار بالا گزینه مناسبی نیست. در نتیجه گزینه ۳ درست است.

سوال ۲۳: گزینه ۱

با توجه به اینکه در گزینه مربوط به سیلیکای مزومتخلخل، ماهیت ذره قید نشده است، در رابطه با معلق شدن آن در هوا نمی‌توان اظهار نظر قطعی کرد. از همین رو گزینه ۱ پاسخ درست سوال است.

سوال ۲۴: گزینه ۴

مهمترین عامل در ایجاد سمیت در نانوذرات با ترکیب شیمیایی، ساختاری و فازی کاملا یکسان، نسبت سطح به حجم آنها و به بیان دیگر، سطح ویژه آنها است. هرچه این نسبت بالاتر باشد بدین معنی است که کسر بزرگتری از اتم‌های سازنده ذرات شانس حضور در سطح و مشارکت در مکانیزم‌های سمیت‌زایی را خواهند داشت. بر همین اساس داریم:

- برای نانوذرات کروی به قطر ۱۰ نانومتر :

$$\frac{\text{سطح بیرونی}}{\text{حجم کل}} = \frac{3}{r} = \frac{3}{5}\ nm^{-1}$$

- نانوصفحاتی با سطح مقطع مربعی به طول ۸ نانومتر و ضخامت t نانومتر:

$$\frac{\text{سطح بیرونی}}{\text{حجم کل}} = \frac{2a^2 + 4at}{a^2 t} = \frac{2(a+2t)}{at} = \frac{2(8+2t)}{8t}\ nm^{-1}$$

با توجه به اینکه هر دو ذره از جنس یک ماده مشابه بوده و سمیت نانوذرات، با مکانیزم‌های سطحی کنترل می‌شود، باید سطح ویژه دو ذره با یکدیگر یکسان باشند تا رفتار سمیتی مشابهی را از خود نشان دهند. لذا داریم:

$$\frac{3}{5} = \frac{2(8+2t)}{8t} \quad \rightarrow t = 20\ nm$$

نکته اینجاست که چون از نانوصفحه یاد شده است، در نانوصفحه ضخامت نهایتا می‌تواند برابر طول ضلع صفحه باشد و اگر بزرگتر باشد تبدیل به نانومیله می‌شود. لذا برای اینکه تعریف صفحه صادق باشد باید ضخامت کوچکتر از ۸ نانومتر باشد که در این سوال نیست. لذا به ازای هیچ مقداری از t سمیت نانوذرات کروی یاد شده با نانوصفحات ذکر شده برابر نخواهند بود و گزینه ۴ درست است.

سوال ۲۵: گزینه ۱

برای ذره کروی داریم:

$$V_{spherical\ particle} = \frac{4\pi}{3} \times (5 \times 10^{-7}\ cm)^3 = 5 \times 10^{-19} cm^3$$

$$\text{سطح بیرونی} = 4\pi r^2 = 12 \times (5 \times 10^{-7}\ cm)^2 = 3 \times 10^{-12} cm^2$$

برای نانوذره صفحه‌ای شکل با قاعده مربعی با ضخامت ۱ نانومتر داریم:

$$V_{platelet\ particles} = a^2 \mathrm{L} = (\mathrm{a\ [nm]} \times 10^{-7}\ cm)^2 \times (1 \times 10^{-7} \mathrm{cm}) = a^2 \times 10^{-21}\ cm^3$$

به دلیل هم حجم بودن ذرات، مقدار فوق باید با حجم ذره کروی یکسان باشد. لذا:

$$a^2 \times 10^{-21}\ cm^3 = 5 \times 10^{-19} cm^3$$

$$a^2 = 500$$

$$a = 22.36\ nm$$

$$\text{سطح بیرونی} = 2a^2 + 4aL = 2(a\ [nm] \times 10^{-7}\ cm)^2 + 4\left(a[nm] \times 10^{-7} \times (1 \times 10^{-7} cm)\right)$$
$$= (2a^2 + 4a) \times 10^{-14} cm^2 = 1.09 \times 10^{-11} cm^2$$

برای نانوذره استوانه‌ای با قاعده مربعی به ضلع ۱ نانومتر داریم:

$$V_{cylindrical\ particles} = a^2 \mathrm{L} = (1\ [\mathrm{nm}] \times 10^{-7}\ cm)^2 \times (\mathrm{L\ [nm]} \times 10^{-7} \mathrm{cm}) = \mathrm{L} \times 10^{-21}\ cm^3$$

به دلیل هم حجم بودن ذرات، مقدار فوق باید با حجم ذره کروی یکسان باشد. لذا:

$$\mathrm{L} \times 10^{-21}\ cm^3 = 5 \times 10^{-19} cm^3$$

$$L = 500\ nm$$

$$\text{سطح بیرونی} = 2a^2 + 4aL = 2(1 \times 10^{-7}\ cm)^2 + 4(1 \times 10^{-7}) \times (L\ [nm] \times 10^{-7} cm))$$
$$= (2 + 4L) \times 10^{-14}\ cm^2 = 2 \times 10^{-11}\ cm^2$$

حال داریم:

ظرفیت الکتریکی گروه‌های عاملی بکار رفته × غلظت گروه‌های عاملی در سطح × سطح ویژه نانوذره ∝ احتمال اندوسیتوز

برای ساده شدن معادله بالا را به صورت زیر به بیان ریاضی می‌نویسیم:

$$H\% \propto S_{Total} \times C_{Concentration} \times M_{Functioanl\ group}$$

بنابراین

$$H_{spherical} \propto 3 \times 10^{-12} cm^2 \times X \frac{1}{cm^2} \times 1 = 0.3X \times 10^{-11}$$

$$H_{platelet} \propto 1.09 \times 10^{-11} cm^2 \times X \frac{1}{cm^2} \times 1 = 1.09X \times 10^{-11}$$

$$H_{cylindrical} \propto 2 \times 10^{-11} cm^2 \times X \frac{1}{cm^2} \times 1 = 2X \times 10^{-11}$$

لذا

$$H_{spherical} < H_{platelet} < H_{cylindrical}$$