



دفترچه سوال رسمی آزمون
واحد سنجشی و ارزیابی باشگاه دانش پژوهان جوان

بسمه تعالی
جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
باشگاه دانش پژوهان جوان



مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت هاست. «امام خمینی (ره)»

دفترچه سؤالات مرحله اول سال ۱۴۰۴

هفدهمین 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.

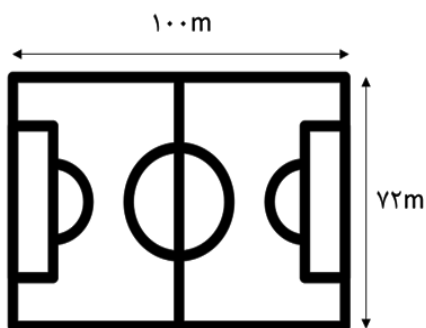
توضیحات مهم

- ۱- بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالات داخل دفترچه و همه برگه های دفترچه سؤالات را بررسی نمایید، در صورت هر گونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- ۲- یک برگ پاسخ برگ در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است، در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید. ضمناً مشخصات خواسته شده در پایین پاسخ برگ را با مداد مشکی بنویسید.
- ۳- برگه پاسخ برگ را دستگاه تصحیح می کند، 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 پاسخ برگ تحویل داده شود.
- ۵- پاسخ درست به هر سوال ۳ نمره مثبت و پاسخ نادرست ۱ نمره منفی دارد.
- ۶- شرکت کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش آموزان پایه دهم، یازدهم و دوازدهم انتخاب می شوند.

کلیه حقوق این سؤالات برای باشگاه دانش پژوهان جوان محفوظ است.
آدرس سایت اینترنتی: ysc.medu.gov.ir

باسمه تعالی

۱- یکی از روش های سنتز اکسید گرافن، روش هامرز (Hammer's method) است. در این روش به ازای هر گرم گرافیت، ۱/۵ گرم اکسید گرافن تولید می شود. دانش آموزی می خواهد با استفاده از این روش، اکسید گرافن سنتز کرده و کل زمین فوتبال با ابعاد مشخص شده را پوشش دهد. برای این کار به چه مقدار گرافیت نیاز دارد؟ (سطح ویژه اکسید گرافن را ۲۰۰ متر مربع بر گرم فرض کنید).



(۱) ۱۲ گرم

(۲) ۲۴ گرم

(۳) ۳۶ گرم

(۴) یک گرم گرافیت هرگز نمی تواند بیشتر از یک گرم، اکسید گرافن تولید نماید.

۲- نانوذرات شبه کروی فلز A با ساختار کریستالی FCC سنتز شده است. چنانچه اتم های سطحی این نانوذرات در متراکم ترین حالت ممکن قرار داشته باشند، تعداد تقریبی اتم های سطحی ذراتی با قطر ۲۰ نانومتر چقدر است؟ (قطر اتم ۲۰۰ پیکومتر است، $\pi \cong 3$).

$$(1) \frac{\pi}{\sqrt{2}} \times 10^4$$

$$(2) \frac{\pi}{\sqrt{2}} \times 10^6$$

$$(3) 2\sqrt{3} \times 10^4$$

$$(4) 2\sqrt{3} \times 10^6$$

۳- یک نانولوله کربنی دو سر باز از نوع دسته صندلی با طول ۱۷۳a و بردار کایرال (۱۰ و ۱۰) تصور کنید. چنانچه این نانولوله باز شود؛ یک صفحه گرافنی ایجاد می‌شود. این صفحه گرافنی، عمود بر راستای قبلی به شکل لوله درآمده است. بردار کایرال نانولوله جدید را بدست آورید؟ (a طول پیوند کربن-کربن است.)

(۱) (۱۰ و ۱۰)

(۲) (۱۰ و ۰)

(۳) (۱۰۰ و ۱۰۰)

(۴) (۱۰۰ و ۰)

۴- مریم به همراه خانم نظری (استاد پژوهش خود) می‌خواهند در آزمایشگاه شیمی مدرسه، نانومیله‌های طلا را با روش کاهش شیمیایی سنتز کنند. در حین فرآیند سنتز، خانم نظری از مریم می‌خواهد که ترکیب فعال سطحی را از کمد مواد شیمیایی بیاورد. او به مریم توضیح می‌دهد که این ترکیب را برای رشد جهت دار نانومیله‌های طلا می‌خواهد. به نظر شما مریم کدام ترکیب زیر را باید برای خانم نظری ببرد؟

(۱) استات طلا با فرمول شیمیایی $\text{Au}(\text{O}_2\text{CCH}_3)_3$

(۲) سدیم بوروهیدرید با فرمول شیمیایی NaBH_4

(۳) ستریمونیوم برومید با فرمول شیمیایی $\text{C}_{19}\text{H}_{42}\text{BrN}$

(۴) کلرو اوریک اسید با فرمول شیمیایی $\text{HAuCl}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

۵- کدام گزینه در مقایسه بین روش رشد همبافته همگن (الف) و رشد همبافته غیرهمگن (ب) که زیرمجموعه روش هیدروترمال مبتنی بر استفاده از زیرلایه است، لزوماً صحیح است؟

(۱) در روش (الف) ابتدا ذراتی از پیش ماده روی زیرلایه پاشیده می‌شوند که این ذرات برای رشد نانوساختار عمل می‌کنند.

(۲) در روش (ب) برخلاف روش (الف) برای رشد از جوانه (هسته) استفاده می‌شود.

(۳) در روش (الف) آرایه‌های نانوساختار مستقیم روی زیرلایه می‌نشینند.

(۴) در روش (ب) واکنش شیمیایی بین زیرلایه و پیش ماده‌ها صورت نمی‌گیرد.

۶- در سنتز نانوذرات فلزی (مانند نیکل) به روش آسیاب مکانیکی با استفاده از آسیاب گلوله‌ای پر انرژی، کدام عامل زیر بیشترین تأثیر را در کاهش اندازه ذرات و دستیابی به نانوذرات با توزیع یکنواخت دارد؟

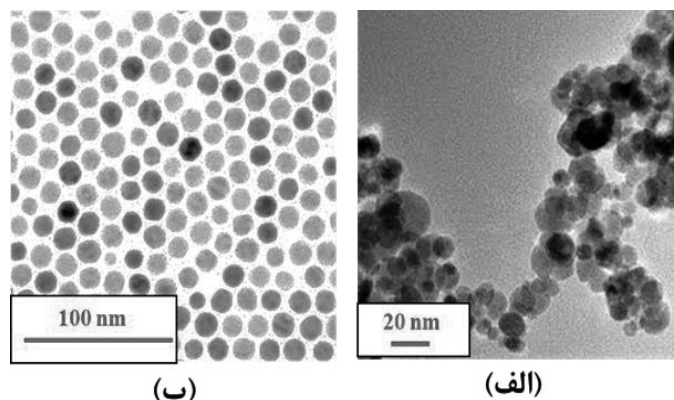
(۱) کاهش نسبت وزن پودر به گلوله‌ها

(۲) افزایش دمای محفظه آسیاب به بالای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد

(۳) انجام آسیاب در محیط کاملاً خشک و عاری از روان‌کننده

(۴) استفاده از گلوله‌هایی با قطر کوچک‌تر و جنس سخت‌تر

۷- شایان با استفاده از دو روش هم رسوبی و روش هیدروترمال نانوذرات اکسید آهن را سنتز کرده است. تصاویر میکروسکوپ الکترونی زیر مربوط به این نانوذرات است (یک تصویر مربوط به روش هم رسوبی و تصویر دیگر مربوط به روش هیدروترمال است). باتوجه به این تصاویر کدام گزینه درست است؟



- (۱) تصویر (الف) مربوط به روش هم رسوبی است و توزیع ذرات یکنواخت‌تر از روش هیدروترمال است.
 - (۲) تصویر (ب) مربوط به روش هیدروترمال است و میانگین اندازه ذرات آن حدود ۱۵ نانومتر است.
 - (۳) تصویر (الف) مربوط به روش هیدروترمال است که در آن از دما و فشار بالا استفاده شده تا سرعت رشد نانوذرات افزایش یابد.
 - (۴) توزیع ذرات در روش (ب) یکنواخت‌تر و تک پخش است و میانگین اندازه ذرات آن حدود ۲۵ نانومتر است.
- ۸- در کامپوزیت‌های زمینه پلیمری، یکی از پارامترهایی که می‌تواند بر سیلان زنجیره‌های مولکولی تاثیرگذار باشد، فصل مشترک ذرات تقویت‌کننده با زمینه و چسبندگی بالای آن است. فرض کنید دو نوع نانوذره با مورفولوژی‌های متفاوت (کروی و سوزنی شکل) در یک ماتریس پلیمری یکسان استفاده شده است. کدام نوع نانوذره باعث کاهش بیشتر انبساط حجمی کامپوزیت می‌شود؟

- (۱) نانوذرات کروی
- (۲) نانوذرات سوزنی شکل
- (۳) هر دو نوع تاثیر یکسانی دارند.
- (۴) به نوع ماتریس پلیمری بستگی دارد.

۹- فرض کنید می‌خواهید نانوکامپوزیتی با استفاده از نانوذرات اکسید روی و یک پلیمر غیرقطبی بسازید. کدام

یک از روش‌های زیر برای بهبود پراکندگی نانوذرات اکسید روی در ماتریس پلیمری مناسب‌تر است؟

(۱) استفاده از همزن با سرعت بالا

(۲) استفاده از سورفکتانت‌های غیرقطبی

(۳) اصلاح سطح نانوذرات اکسید روی با گروه‌های عاملی آروماتیک

(۴) استفاده از کوپلیمرهای بلوک با بخش آبدوست متصل به نانوذرات و بخش آبگریز متصل به ماتریس

۱۰- مهیار سه نمونه از نانوذرات کروی طلا با اندازه‌های مختلف و غلظت یکسان را با استفاده از طیف‌سنجی نور

مرئی-فرابنفش (UV-Vis) بررسی می‌نماید. نتایج بدست آمده مطابق جدول زیر است. بر اساس این اطلاعات،

چند گزاره زیر به درستی رفتار طیف UV-Vis را توصیف می‌کند؟

الف) نمونه شماره (۳) نسبت به نمونه شماره (۱) پراکندگی نور بیشتری دارد.

ب) با افزایش اندازه نانوذرات، پیک جذبی به سمت طول موج‌های بلندتر (قرمزتر) جابه‌جا می‌شود.

پ) تغییر در موقعیت پیک جذبی به دلیل تغییر در رزونانس پلاسمون سطحی است.

شماره نمونه	اندازه (نانومتر)	پیک جذبی (نانومتر)
۱	۱۰	۵۱۵
۲	۳۰	۵۲۵
۳	۵۰	۵۳۵

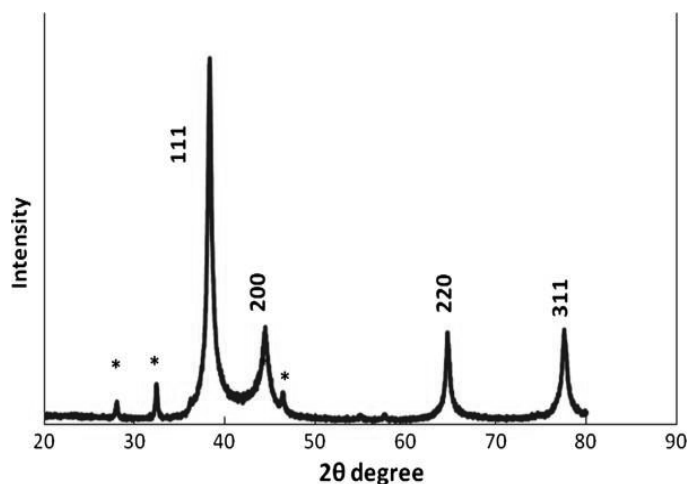
(۱) صفر

(۲) یک

(۳) دو

(۴) سه

۱۱- پژوهشگری پس از سنتز نانوذرات نقره طیف سنجی XRD از نمونه سنتز شده تهیه کرده است. با توجه به الگوی بدست آمده در شکل زیر پیک مربوط به صفحات با اندیس میلر (۱۱۱) در زاویه $38/19^\circ$ و صفحه (۲۲۰) در زاویه $67/44^\circ$ واقع شده است. اگر طول موج اشعه ایکس استفاده شده در این آنالیز $1/54$ آنگستروم باشد. فاصله صفحات بلوری (۱۱۱) چند برابر فاصله بین صفحات بلوری (۲۲۰) است؟



θ	$\sin \theta$
$19/05$	$0/3$
$33/72$	$0/5$
$38/19$	$0/56$
$67/44$	$0/87$

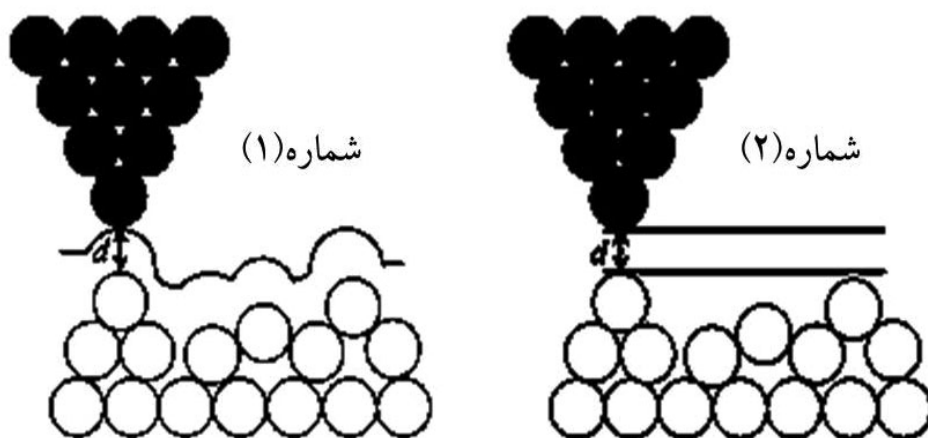
(۱) $1/66$

(۲) $0/6$

(۳) $1/55$

(۴) $0/64$

۱۲- شکل زیر دو حالت (mode) کاری میکروسکوپ تونلی روبشی را نمایش می‌دهد. باتوجه به این شکل‌ها کدام گزینه درست است؟



- (۱) حالت کاری شماره (۱) سرعت تصویربرداری بیشتری از حالت کاری شماره (۲) دارد.
- (۲) در حالت کاری شماره (۱) اگر جریان تونلی در حال افزایش باشد، یعنی فاصله بین نوک سوزن و سطح نمونه افزایش یافته است.
- (۳) در حالت کاری شماره (۲) جریان همواره در حال تغییر است، این حالت برای بررسی سطح نمونه‌های هموارتر مناسب است.
- (۴) حالت کاری شماره (۲) رایج‌ترین حالت عملیاتی مورد استفاده است و حالت «ارتفاع ثابت» نام دارد.

۱۳- یک آلیاژ آلومینیوم با اندازه دانه متوسط ۱۵ میکرومتر و استحکام تسلیم ۲۷۰ مگاپاسکال در اختیار داریم. قصد داریم با افزودن نانوذرات آلومینیوم اکسید (Al_2O_3) به مذاب آلومینیوم و ریخته‌گری مجدد، استحکام تسلیم آلیاژ را ۲۰ درصد افزایش دهیم. با فرض اینکه رابطه $d = d_0 \times (3 - 0.5W)$ بین درصد حجمی نانوذرات و اندازه دانه برقرار باشد، مقدار نانوذرات مورد نیاز برای دستیابی به این هدف حدوداً چقدر خواهد بود؟ (d_0 ، اندازه دانه اولیه ماده بدون افزودنی، و W کسر جرمی افزودنی است. فرض کنید ثابت هال - پیچ و تنش اصطکاکی برای این آلیاژ، به ترتیب برابر $120 MPa \cdot \sqrt{\mu m}$ و ۶۰ درصد تنش تسلیم ماده خالص است).

(۱) ۳ درصد حجمی

(۲) ۵ درصد حجمی

(۳) ۱۰ درصد حجمی

(۴) ۱۵ درصد حجمی

۱۴- تیتانیا دارای سه فاز بلوری مختلف است. با توجه به جدول مقابل کدام یک از گزینه‌ها بهترین فعالیت فوتوکاتالیستی را در صورت تابش نور فرابنفش دارند؟

مقدار شکاف انرژی (eV)	فاز بلوری
۳/۲	آاناتاز
۳/۰۲	روتایل
۲/۹۶	بروکیت

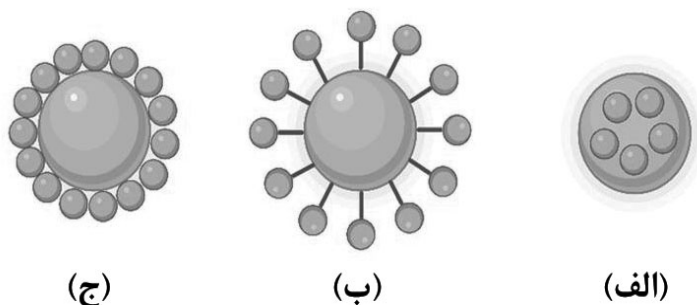
(۱) بروکیت، به علت شکاف انرژی کمتر و سرعت باز ترکیب الکترون-حفره بیشتر

(۲) آاناتاز، به علت شکاف انرژی بالاتر و سرعت باز ترکیب الکترون-حفره مناسب

(۳) روتایل، به علت شکاف انرژی مناسب و سرعت باز ترکیب الکترون-حفره مناسب

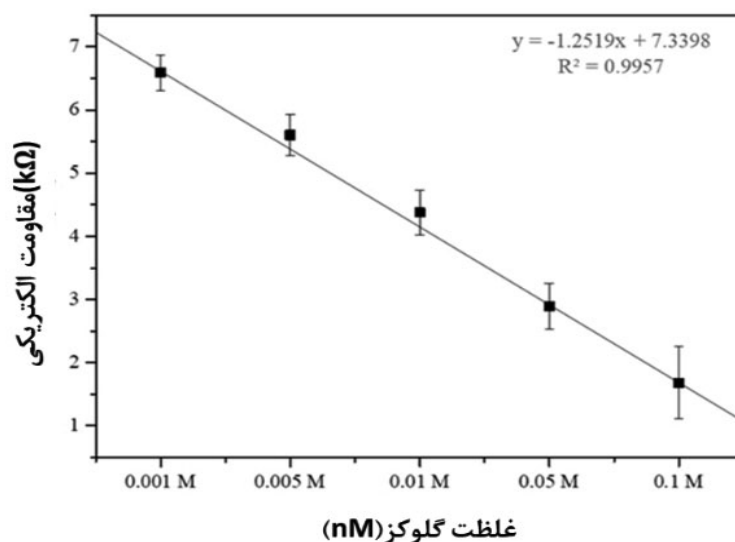
(۴) با توجه به مقادیر شکاف انرژی، هیچکدام در محدوده فرابنفش فعالیت فوتوکاتالیستی ندارند.

۱۵- نانوواکسن‌ها واکسن‌های نسل جدیدی هستند که مواد نانوساختار در ترکیب آنها وجود دارد. یکی از مهم‌ترین مراحل طراحی نانوواکسن، برقراری ارتباط میان نانوذره و پادگن است. باتوجه به شکل زیر که حالت‌های مختلف ارتباط بین نانوذره و پادگن را نشان می‌دهد، کدام گزینه درست است؟



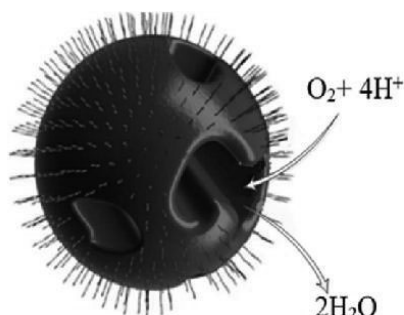
- ۱) در حالت (الف) رهایش پادگن سریع تر از دو حالت دیگر در بدن رخ می‌دهد.
- ۲) در حالت (ب) زمانی نانوذره و پادگن از یکدیگر جدا می‌شوند که سلول ایمنی مجموعه آنها را با هم بلعیده و هضم کرده باشد.
- ۳) در حالت (ج) که برهمکنش بین نانوذره و پادگن از نوع آب دوستی یا آب‌گریزی است، نانوذره به تنهایی نقش بهبوددهنده پاسخ ایمنی را دارد.
- ۴) در حالت (ب) و (ج) اتصال میان نانوذره و پادگن قوی تر از حالت (الف) است.

۱۶- یک نانوزیست حسگر (Nanobiosensor) می‌تواند برای تشخیص سطح گلوکز در خون استفاده شود. نمودار زیر میزان تغییرات مقاومت الکتریکی بر حسب غلظت گلوکز این نانوزیست حسگر را نمایش می‌دهد. در این نانوزیست حسگر از کدام نانوماده استفاده شده است و چرا؟



- (۱) اکسید گرافن، رسانایی الکتریکی و استحکام بالا
- (۲) نقطه کوانتومی سولفید کادمیوم، خواص نیمه رسانایی و میزان گاف انرژی مناسب
- (۳) نانوذرات طلا، خاصیت پلاسمون سطحی و ضد باکتریایی
- (۴) نانولوله کربنی، سطح ویژه بالا و حساسیت به جذب مولکول‌های زیستی

۱۷- شکل زیر مربوط به یکی از نانوساختارهای پرکاربرد در حوزه علوم اعصاب است. با توجه به ساختار این ماده کدام گزینه صحیح است؟



- ۱) این نانوساختار در درمان بیماری پارکینسون موثر بوده و با اتصال به آنزیم کاتالاز به سمت محل التهاب در مغز هدایت شده، از سد خونی-مغزی عبور کرده و در نتیجه فراهمی زیستی در بافت هدف افزایش می‌یابد.
- ۲) این نانوساختار در درمان بیماری آلزایمر موثر بوده و یون‌های فلزی مانند آهن، مس و روی را بر روی سطح خود جذب کرده و با عبور از سد خونی-مغزی از تجمع یون‌های اشاره شده جلوگیری می‌کند.
- ۳) این نانوساختار در درمان بیماری پارکینسون موثر بوده و از طریق گروه‌های عاملی (دارای خاصیت آنتی اکسیدانی) که بر روی خود دارد باعث کاهش استرس اکسیداتیو می‌شود و با رادیکال‌های آزاد مبارزه می‌کند.
- ۴) این نانوساختار در درمان بیماری آلزایمر موثر بوده و از طریق داروی کلیوکلینول که در آن بارگذاری شده می‌تواند نرخ واکنش‌های اکسایش-کاهش را افزایش داده، پلاک‌های بتا-آمیلوئیدی را حل کند و مانع رسوب و تجمع آنها و ایجاد علائم بیماری شود.

۱۸- کدام ویژگی نانولوله‌های کربنی تک‌دیواره (SWCNT) آنها را برای تقویت در کامپوزیت‌های زمینه پلیمری مناسب می‌کند، و چرا این ویژگی در مقیاس نانو ارتقاء می‌یابد؟

- ۱) انعطاف پذیری پایین- پیوندهای قوی sp^2 بین اتم‌های کربن
- ۲) مدول یانگ بالا- پیوندهای قوی sp^2 بین اتم‌های کربن
- ۳) انعطاف پذیری پایین- افزایش گاف انرژی
- ۴) مدول یانگ بالا- افزایش گاف انرژی

۱۹- یک شرکت تولیدی به دنبال طراحی و ساخت ترازوهای خانگی با استفاده از مواد پیزوالکتریک است. مهندسين این شرکت می‌خواهند از یک صفحه پیزوالکتریک برای تبدیل وزن کاربر به ولتاژ الکتریکی و نهایتاً تبدیل آن به عدد وزن کاربر استفاده کنند. کدامیک از مواد زیر را برای این کار توصیه نمی‌کنید؟

- (۱) آرایه‌ای از نانوسیم‌های اکسید روی بر روی یک صفحه انعطاف پذیر پلیمری
- (۲) صفحه بالک نانوکامپوزیتی با زمینه PEDOT و ذرات پراکنده نانورس (Nano-clay)
- (۳) نانوالیاف پلیمری از جنس PVDF تقویت شده با نانولوله‌های کربنی
- (۴) نانوذرات تیتانات زیرکونات سرب (PZT) تثبیت شده روی بستر نانولیفی پلیمری

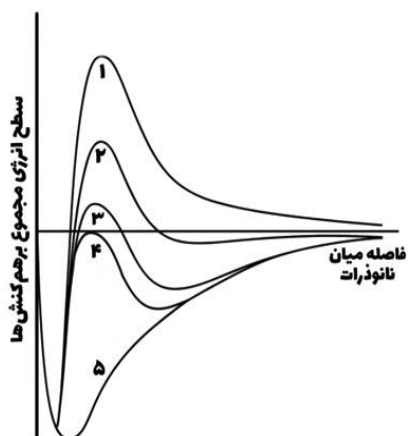
۲۰- کشور ما ایران، یکی از بزرگترین تولیدکنندگان چرم در دنیا محسوب می‌شود. در کارخانه‌های تولید چرم از سولفات کروم برای افزایش قوام و شکل‌پذیری چرم استفاده می‌شود. در هر بار فرآیند کروم زنی به چرم، بیش از ۳۰ درصد کروم مصرفی جذب نشده و از سیستم خارج می‌شود. با توجه به میزان بالای مصرف سولفات کروم، غلظت کروم (مخصوصاً کروم شش ظرفیتی) در پساب این کارخانه‌ها قابل توجه خواهد بود. یک تیم دانشجویی دستگاهی را برای حذف کروم از پساب این کارخانه‌ها و تبدیل مجدد آن به سولفات کروم تولید کرده است. به نظر شما در این دستگاه از کدام نانوذرات و تحت چه شرایطی استفاده شده است؟

- (۱) استفاده از نانوذرات دارای خاصیت فوتوکاتالیستی اکسید روی دوپ شده و در حضور نور مرئی.
- (۲) استفاده از نانوذرات دارای خاصیت پلاسمون سطحی طلا و در حضور نور فرابنفش.
- (۳) استفاده از نانوذرات مزومتخلخل و با سطح ویژه بالای کربن فعال.
- (۴) استفاده از نانوکامپوزیت هسته (کربن فعال)-پوسته (طلا)، که خواص سطح ویژه بالا، تخلخل و پلاسمون سطحی را همزمان دارد.

۲۱- در برخی از مدل‌های شبیه‌سازی شده، برای یک واکنش فوتوکاتالیستی، فاکتوری موسوم به فاکتور جایایی سطحی تعریف شده و با ضریب β بیان می‌شود. این فاکتور با توان دو، با سینتیک پیشرفت واکنش در ارتباط است. شما برای انجام پربازده‌ترین فرآیند تصفیه یک لیتر از آب آلوده شده به رنگ‌های صنعتی، کدامیک از مواد زیر را پیشنهاد می‌کنید؟

- (۱) ۱/۸۵ گرم از اکسید تیتانیوم با اندازه ذرات متوسط ۲۰ نانومتر
- (۲) ۱ گرم از اکسید تیتانیوم با اندازه ذرات متوسط ۱۰ نانومتر
- (۳) ۴ گرم از اکسید تیتانیوم با اندازه ذرات متوسط ۴۰ نانومتر
- (۴) نمی‌توان اظهار نظر کرد.

۲۲- نمودار زیر سطح انرژی مجموع بر همکنش‌ها برحسب فاصله میان نانوذرات را نمایش می‌دهد. موارد (الف) تا (ت) تاثیر متغیرهای مختلف بر نیروی دافعه الکترواستاتیکی میان نانوذرات را نمایش می‌دهد. کدام مقایسه‌ها نادرست است؟



(الف) غلظت الکترولیت: $۱ < ۲ < ۳ < ۴ < ۵$

(ب) ضخامت لایه مضاعف الکتریکی: $۱ < ۲ < ۳ < ۴ < ۵$

(پ) قدرت یونی: $۱ < ۲ < ۳ < ۴ < ۵$

(ت) بار سطحی: $۱ < ۲ < ۳ < ۴ < ۵$

(۱) ب و ت

(۲) الف و ت

(۳) الف و پ

(۴) ب و پ

۲۳- برای بررسی تأثیر اندازه نانوذرات مس بر خاصیت ضدباکتری، کدام طراحی آزمایش بهتر است؟

(۱) مقایسه نانوذرات با اندازه‌های مختلف در غلظت ثابت

(۲) استفاده از یک اندازه ثابت و غلظت‌های مختلف

(۳) استفاده از نانوذرات مختلف در محیط‌های مختلف

(۴) بررسی نانوذرات در دماهای مختلف

۲۴- مقدار نقره ریخته‌شده روی زمین در اثر شکستن ظرف حاوی ۲۵ میلی‌لیتر سوسپانسیون نانوذرات نقره با غلظت ۱۶۰ ppm چقدر است و اولین اقدام ایمنی زیستی چیست؟ (جرم مولی نقره، ۱۰۸ گرم بر مول است.)

(۱) ۴ میلی‌گرم، شستشو با آب

(۲) ۴ میلی‌گرم، استفاده از مواد جاذب و دفع به‌عنوان زباله خطرناک

(۳) ۴۰ میلی‌گرم، شستشو با آب

(۴) ۴۰ میلی‌گرم، استفاده از مواد جاذب و دفع به‌عنوان زباله خطرناک

۲۵- در یک حادثه آتش‌سوزی در آزمایشگاه نانوتکنولوژی، ۱۵۰ لیتر آب توسط سیستم آب‌پاش برای خاموش کردن آتش استفاده شد. برخی از نانومواد موجود در آزمایشگاه با آب واکنش داده و گاز سمی تولید کرده‌اند. کدام اقدام ایمنی زیستی زیر باید به‌عنوان اولین گام پس از خاموش شدن آتش انجام شود؟

(۱) شستشوی محل با آب بیشتر

(۲) جارو کردن خشک بقایای نانومواد

(۳) تخلیه فوری آزمایشگاه و استفاده از ماسک تنفسی

(۴) باز کردن پنجره‌ها



این صفحه جهت استفاده به عنوان چرک نویس در نظر گرفته شده است.