



جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
سازمان ملی پرورش استعداد های درخشان

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

اینجانب (شرکت کننده) این دفترچه را به صورت کامل (۵ برگه با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

اینجانب (منشی حوزه) تعداد برگه (با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

دفترچه سوالات چهارگزینه ای چهاردهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو

تاریخ: ۱۴۰۲/۰۲/۱۰

تعداد سوالات	ساعت شروع	مدت آزمون (دقیقه)
۲۰	۱۴:۰۰	۶۰



تایید کمیته علمی

شماره پرونده: .

کد ملی: .

نام پدر: ----

نام مدرسه: ----

استان: ----

منطقه: ----

پایه تحصیلی: ----



حوزه: ----

شماره صندلی

.....

کد دفترچه

—

توضیحات مهم

استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است

- سوالات این آزمون به دو شکل تشریحی و چهارگزینه ای و در دو دفترچه جداگانه طراحی شده‌اند، این دو دفترچه جداگانه در اختیار شرکت کنندگان قرار می‌گیرد.
- نام و نام خانوادگی خود را روی کلیه صفحات دفترچه سوال و پاسخنامه چهارگزینه ای بنویسید.
- بلافاصله پس از آغاز آزمون تعداد سوالات داخل دفترچه را بررسی نمایید و از وجود همه برگه‌های دفترچه سوالات مطمئن شوید. در صورت وجود هر گونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- یک برگه پاسخنامه چهارگزینه ای 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.
- کلیه جواب‌ها باید در پاسخ نامه وارد شود. بدیهی است موارد مندرج در دفترچه سوالات تصحیح نشده و به آن‌ها هیچ نمره‌ای تعلق نخواهد گرفت.
- برگه پاسخنامه شما را دستگاه تصحیح می‌کند. پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و بعلاوه پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه مورد نظر را کاملاً با مداد مشکی نرم، سیاه کنید.
- همراه داشتن لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه و لب‌تاب ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب می‌شود.
- دفترچه‌ها باید همراه با پاسخنامه‌ها به مسئولین جلسه تحویل شود.
- پاسخ درست به هر سوال چهارگزینه ای ۳ نمره مثبت و پاسخ نادرست ۱ نمره منفی دارد.
- شرکت کنندگان در دوره تابستان از بین دانش آموزان پایه دهم و یازدهم و دوازدهم انتخاب می‌شوند.

۱- استحکام فصل مشترک ذره-زمینه ($\sigma_{interface}$) در یک کامپوزیت زمینه فلزی، تاثیر زیادی بر روی استحکام مکانیکی کامپوزیت نهایی (σ_c) دارد. استحکام نهایی در این کامپوزیت از رابطه زیر قابل محاسبه بوده:

$$\sigma_c = 2\sigma_{mass} + \sigma_{interface}$$

که در آن، σ_{mass} استحکام ناشی از جرم ذرات تقویت کننده است. فرض کنید استحکام فصل مشترک ذرات تقویت کننده، با مجذور سطح ویژه ذرات ارتباط مستقیم دارد و سطح ویژه ذرات دارای واحد $\frac{m^2}{m^3}$ است. دانش‌آموزی از نانوذرات یک ماده سرامیکی با کسر جرمی یکسان و دو مورفولوژی متفاوت برای ساخت این کامپوزیت استفاده کرده است: مورفولوژی ذرات نوع اول، مکعبی با ضلع ۵ نانومتر و مورفولوژی ذرات نوع دوم، کروی با قطر ۱۰ نانومتر است. به نظر شما، $\sigma_{interface}$ در کامپوزیت نوع اول چند برابر $\sigma_{interface}$ در کامپوزیت نوع دوم خواهد بود؟

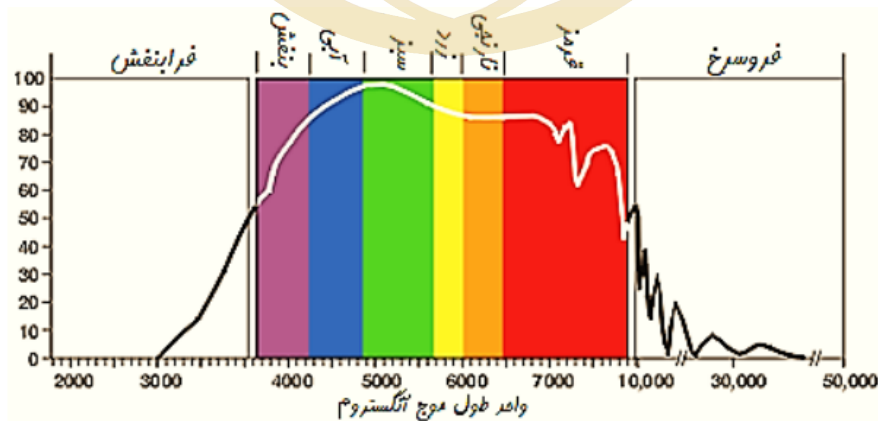
(۱) ۲ برابر

(۲) ۴ برابر

(۳) ۸/۳۸

(۴) ۷۰/۲۲ برابر

۲- در پژوهشی کلونید طلا با اندازه ذرات مختلف سنتز شده است. با افزایش اندازه ذرات طلا، تغییر رنگ کلونید از آبی کم‌رنگ به قرمز پررنگ مشاهده می‌شود. کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟ (طیف طول موج نور مرئی در شکل زیر نشان داده شده است.)



(۱) کلونید آبی‌رنگ حاوی نقاط کوانتومی طلا است.

- (۲) کلئید آبی‌رنگ حاوی نانوذرات طلا است.
- (۳) کلئیدهای سنتز شده، همگی حاوی نانوذرات طلا با اندازه‌های مختلف هستند.
- (۴) کلئیدهای سنتز شده، همگی حاوی نقاط کوانتومی طلا با اندازه‌های مختلف هستند.

۳- کارخانه‌ای برای افزایش استحکام یکی از قطعات خود، از افزودن نانوذرات فلزی در مرحله ذوب‌ریزی در دمای 1250°C بهره می‌گیرد. هرچه پودر نانوذرات مورد استفاده ریزتر بوده و در ساختار قطعه توزیع یکنواخت‌تری داشته باشند، قطعه استحکام بیشتری خواهد داشت. چنانچه رابطه بین دمای ذوب نانوذرات (ذوب T بر حسب $^{\circ}\text{C}$) و درصد اتم‌های سطحی ذره (سطحی $\%N$) به صورت زیر باشد، استفاده از کدام پودر نانوذرات کرومی شکل را پیشنهاد می‌کنید. (شبکه بلوری فلز FCC و شعاع اتمی فلز 200 پیکومتر)

$$T_{\text{ذوب}} = 1350 - 24 \times \%N_{\text{سطحی}}$$

- (۱) پودر نانوذرات با قطر متوسط 20 nm
- (۲) پودر نانوذرات با قطر متوسط 40 nm
- (۳) پودر نانوذرات با قطر متوسط 60 nm
- (۴) پودر نانوذرات با قطر متوسط 100 nm

۴- در روش هیدروترمال، حرارت‌دهی محفظه حاوی پیش‌ماده‌ها، پارامتر بسیار مهمی در دستیابی به نانوذرات با اندازه و کیفیت مطلوب محسوب می‌شود. استفاده از کدام منبع گرمایش برای سنتز نانوذرات تک‌سایز را پیشنهاد می‌کنید؟

- (۱) کوره
- (۲) مایکروویو
- (۳) حرارت‌دهی با میدان مغناطیسی
- (۴) گزینه‌های ۲ و ۳

۵- دانش‌آموزی جهت مشارکت در یک پروژه تحقیقاتی، اقدام به سنتز نانوذرات نقره با روش احیای شیمیایی کرده است. او در این روش، ابتدا نمک نیترات نقره را در آب دیونیزه حل کرده و سپس عامل احیاکننده را به آن اضافه کرده است. با این وجود، نانوذرات سنتز شده توسط او ابعادی بسیار بزرگ‌تر از 100 نانومتر دارند. راهکار پیشنهادی شما برای حل این چالش چیست؟

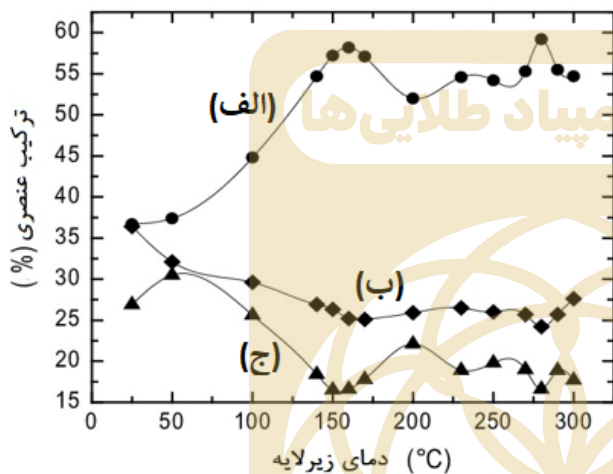
- (۱) استفاده از نمک نقره نیترات با ابعاد کوچک‌تر
- (۲) کاهش غلظت عامل احیاکننده

مرحله دوم چهاردهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۱
(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۳) افزودن پلی‌اتیلن‌آمین به محلول نهایی

۴) افزایش دمای واکنش به میزان ۲-۴ درجه سانتی‌گراد

۶- پژوهشگری از پیش‌ماده گازی با فرمول شیمیایی $W(CO)_x$ در روش لیتوگرافی باریکه یونی متمرکز استفاده کرده و در فرایندهای مختلف دمای زیرلایه را تغییر داده و نمونه‌برداری کرده است. سپس به کمک آنالیز EDS، ترکیب عناصر روی سطح زیرلایه را اندازه‌گیری و نمودار زیر را ترسیم کرده است. این نمودار نشان‌دهنده درصد وزنی عناصر روی سطح زیرلایه بر حسب دمای زیرلایه است. با توجه به شکل، نمودار (الف) مربوط به کدام عنصر است؟

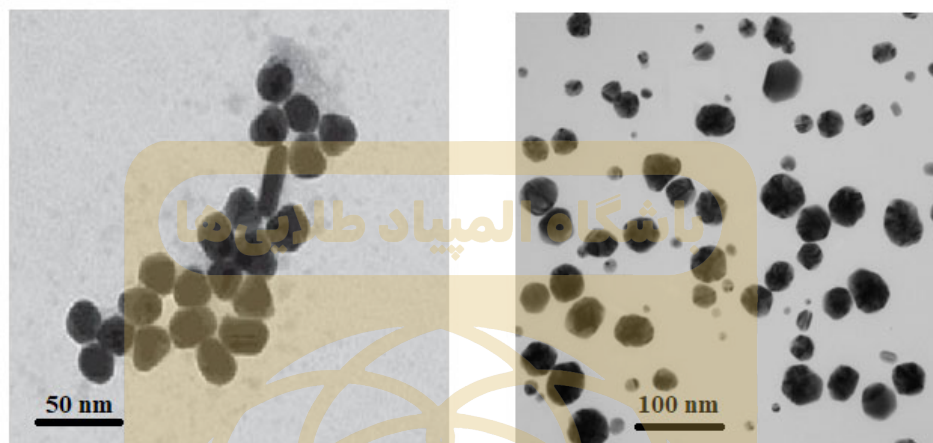


- W (۱)
- O (۲)
- C (۳)
- WC (۴)

۷- فرض کنید برای ساخت یک نانوامولسیون، مقداری از یک ماده نامعلوم را به همراه چند قطره سورفکتانت در داخل روغن نارگیل می‌ریزید. برای اینکه بتوانید به یک نانوامولسیون پایدار و یکنواخت برسید، ماده نامعلوم چه ویژگی باید داشته باشد؟

- (۱) پایه‌آب باشد.
- (۲) نوعی روغن باشد.
- (۳) آلکوکسید فلزی باشد.
- (۴) دوگانه‌دوست باشد.

۸- دانش‌آموزی با استفاده از روش احیای شیمیایی موفق به سنتز نانوذرات نقره شده است. او همزمان در دو ظرف A (حاوی نمک نقره با غلظت c به عنوان پیش‌ماده) و B (حاوی نمک نقره با غلظت ۴c به عنوان پیش‌ماده) سنتز را انجام داده است. با فرض یکسان بودن سایر شرایط سنتز، هسته‌های نقره در کدام ظرف زودتر تشکیل می‌شود و با توجه به آنالیز میکروسکوپی صورت گرفته از کلوئید نقره‌ی دو ظرف A و B، کدام تصویر مربوط به ظرف A است؟ (راهنمایی: به مقیاس اندازه داده شده در دو تصویر توجه شود).



تصویر ۲

تصویر ۱

- ۱) ظرف A، تصویر ۱
- ۲) ظرف A، تصویر ۲
- ۳) ظرف B، تصویر ۱
- ۴) ظرف B، تصویر ۲

۹- دانش‌آموزی با استفاده از فرآیند هیدروترمال، دو نوع نانوذره TiO_2 را سنتز کرده است. نتایج آزمون پراش اشعه ایکس (XRD) نشان می‌دهد نانوذرات نوع اول و دوم به ترتیب دارای ساختار بلوری آناتاز و روتایل هستند. این دانش‌آموز، نمونه‌های یاد شده را با میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مورد مطالعه قرار داد؛ اما کنتراست خاصی در تصاویر این دو ذره مشاهده نکرد. این تناقض را چگونه توجیه می‌کنید؟

- ۱) احتمالاً از لامپ تیتانیومی برای انجام آزمون XRD استفاده شده است.
- ۲) قطعا پارامترهای عملیاتی میکروسکوپ SEM برای تصویربرداری به درستی انتخاب نشده است.
- ۳) نانوذرات به دلیل عدم رسانایی الکتریکی، توسط باریکه الکترونی دستگاه SEM شارژ شده‌اند.
- ۴) میکروسکوپ SEM روش مناسبی برای بررسی ساختار بلوری مواد نیست.

۱۰- پژوهشگری، ذرات میکرومتری آلومینیوم را در حضور گاز آرگون، تحت یک عملیات سری قرار داد و به منظور مطالعه تاثیر این عملیات بر روی پودر، از آزمون پراش اشعه ایکس (XRD) و آزمون BET استفاده کرد. نتایج نشان دادند که این عملیات موجب افزایش عرض پیک‌های XRD و افزایش سطح ویژه ماده شده است. او پودر به دست آمده را در یک دمای به اندازه کافی بالا تحت فرآیند تفجوشی قرار داد و متوجه زینترینگ و فشردگی آسان پودر فرآوری شده نسبت به پودر اولیه شد. اگر این پژوهشگر بتواند از روی تصاویر SEM نمونه زینتر شده، نمودار توزیع اندازه تخلخل ماده زینتر شده را رسم کند، به نظر شما، اندازه متوسط تخلخل برای این دو نمونه چگونه تغییر خواهد کرد؟ نمونه اول، با استفاده از پودر فرآوری شده و نمونه دوم با پودر فرآوری نشده ساخته شده است.

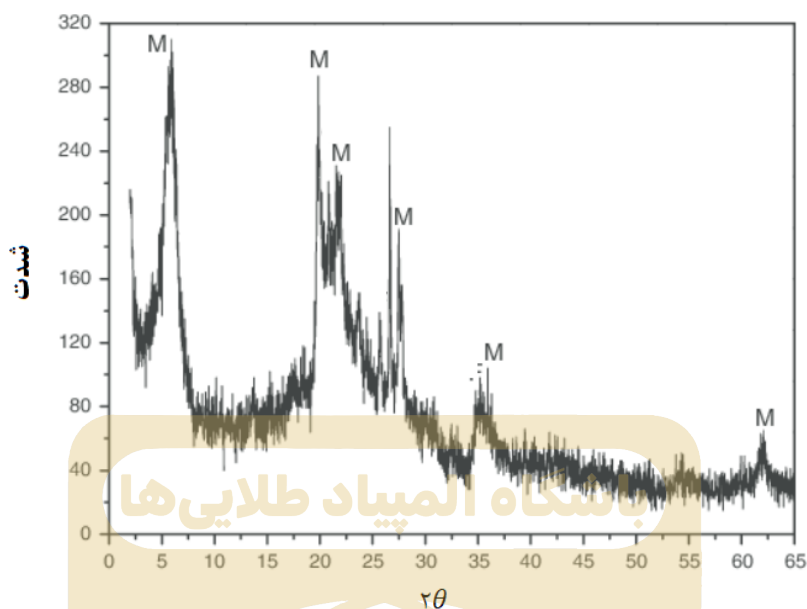
- (۱) اندازه متوسط تخلخل برای نمونه اول بزرگتر از نمونه دوم خواهد بود.
- (۲) اندازه متوسط تخلخل برای نمونه اول کوچکتر از نمونه دوم خواهد بود.
- (۳) اندازه متوسط تخلخل برای نمونه اول و دوم برابر خواهد بود.
- (۴) نمی‌توان با اطلاعات به دست آمده، نظر قطعی داد.

۱۱- از یک نانومیل به قطر ۱۰ نانومتر و با نسبت طول به قطر (L/D) ۱۰، توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) تصویربرداری شده است. اگر بزرگنمایی این تصویر ۲۰۰۰۰ برابر باشد، طول این نانومیل در تصویر چند سانتی‌متر است؟

- (۱) ۱
- (۲) ۲
- (۳) ۰/۲
- (۴) ۰/۱

۱۲- در اثر باز شدن صفحات قاعده ساختار بلوری یک نوع خاک رس، پودر نانورس تولید می‌گردد. پژوهشگری با استفاده از فرایندهای مختلف به فرآوری این خاک رس پرداخته و چهار نوع پودر تولید کرده است. با توجه به طیف XRD خاک رس مورد استفاده و مطابق نتایج آنالیز ارائه شده در جدول برای ۴ پودر حاصل، چنانچه این پژوهشگر قصد ساخت نانوکامپوزیت زمینه پلیمری با استحکام بالا را داشته باشد، کدام پودر را توصیه می‌کنید؟

مرحله دوم چهاردهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۱
(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)



آنالیز XRD خاک رس مورد استفاده

زوایای مشخصه بدست آمده از آنالیز XRD پودرهای تولید شده

پودر	$2\theta_1$	$2\theta_2$	$2\theta_3$	$2\theta_4$
شماره ۱	۱۰	۲۰	۲۲	۲۷/۵
شماره ۲	۴/۵	۱۸/۵	۲۰/۵	۲۶
شماره ۳	۲/۸	۱۵	۲۸	۳۵
شماره ۴	۴	۲۰	۲۲	۲۷/۵

(۱) پودر شماره ۱ (۲) پودر شماره ۲ (۳) پودر شماره ۳ (۴) پودر شماره ۴

۱۳- شرکتی برای حذف برخی از ترکیبات آلی معلق در چند نمونه از پساب خود، از یک نانوماده فوتوکاتالیستی به همراه تابش نور فرابنفش استفاده کرده است. کلیه شرایط انجام فرآیند تصفیه، برای نمونه‌های پساب یکسان بوده است. نتایج به دست آمده از آنالیز شیمیایی و فازی پساب‌ها به شرح زیر هستند:

- در نمونه پساب اول، تغییر قابل توجهی در غلظت آلاینده‌ها ایجاد نشده است.
- در نمونه پساب دوم، به جای کاهش سمیت، افزایش سمیت گزارش شده است.
- در نمونه پساب سوم، کاهش قابل توجهی در غلظت آلاینده‌ها مشاهده شده است.

- کدامیک از احتمالات زیر در خصوص نتایج به دست آمده می‌تواند درست باشد؟
- (۱) گاف انرژی ماده فوتوکاتالیست بزرگتر از حد مجاز برای تابش نور فرابنفش است.
 - (۲) اندازه ذرات ماده فوتوکاتالیست به اندازه کافی کوچک نیست.
 - (۳) نوع آلاینده‌های آلی سه پساب با یکدیگر متفاوت بوده است.
 - (۴) طول موج نور تابشی به درستی انتخاب نشده است.

۱۴- یکی از چالش‌های اصلی در استفاده از ابزارهای اندازه‌گیری دقیق مانند میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)، نویزهای مزاحم محیط است؛ که می‌تواند خوانش اطلاعات توسط دستگاه را تحت تاثیر قرار دهد. برای رفع این معضل، از یک میز میراکننده ارتعاشات محیطی استفاده می‌شود. اگر بخواهید نانو حسگری طراحی کنید که قادر به اندازه‌گیری میزان ارتعاشات وارد شده به چنین میزی باشد، از چه نوع ماده‌ای استفاده می‌کنید و چرا؟

- (۱) مواد الکتروشیمیایی - زیرا وارد شدن نیروهای ارتعاشی به این مواد موجب شکستن برخی از پیوندهای شیمیایی آنها می‌شود.
- (۲) مواد فوتولومینیسانس - زیرا وارد شدن نیروهای ارتعاشی به این مواد موجب تغییر خواص نوری آنها می‌شود.
- (۳) مواد مکانوکرومیک - زیرا وارد شدن نیروهای ارتعاشی به این مواد موجب افزایش یا کاهش دمای آنها می‌شود.
- (۴) مواد پیزوالکتریک - زیرا وارد شدن نیروهای ارتعاشی به این مواد، ولتاژ الکتریکی ایجاد می‌کند.

۱۵- شرکتی برای حذف فلزات سنگین و رنگ‌های آلی از پساب خود، از یک جاذب پودری استفاده می‌کند. اندازه‌گیری‌های تجربی نشان می‌دهند که جرم آلاینده‌های آلی موجود در پساب اولیه (میلی گرم) به طرز قابل ملاحظه‌ای بیشتر از جرم آلاینده کاملاً بازیابی شده از ذرات جاذب پس از فرآیند تصفیه پساب است. به نظر شما، چه تعداد از دلایل زیر برای این پدیده قابل قبول است؟

- (الف) این ماده در عین جاذب بودن، یک ماده فوتوکاتالیست است.
- (ب) اندازه‌گیری غلظت پساب اولیه و غلظت آلاینده بازیابی شده از جاذب، با خطای زیادی همراه است.
- (ج) قدرت جذب این ماده به قدری بالاست که آلاینده‌ها را تا پایین‌تر از لایه سطحی خود می‌مکد.

۳ (۱)

۲ (۲)

۱ (۳)

۰ (۴)

۱۶- بخش تحقیق و توسعه یک شرکت دانش‌بنیان، از یک جاذب فوتوکاتالیست برای تصفیه پساب خود استفاده می‌کند. پساب این شرکت دارای غلظت بالایی از فلزات سنگین، رنگ‌های صنعتی، و انواع میکرواورگانیزم‌ها است. مهندس این واحد می‌خواهد تخمین بزند چه مقدار از بازده فرآیند تصفیه آب، مربوط به رفتار فوتوکاتالیستی این ماده است و چه مقدار آن، در اثر جذب سطحی آلاینده‌ها به دست آمده است. شما چه راهکاری را به او پیشنهاد می‌کنید؟

باشگاه المپیاد طلایی‌ها

- ۱) فرآیند تصفیه آب را یک بار در حضور نور و یک بار در غیاب آن انجام داده و تفاوت غلظت را به سهم فعالیت فوتوکاتالیستی نسبت دهد.
- ۲) فرآیند تصفیه آب را یک بار در پساب غلیظ و یک بار در پساب رقیق انجام داده و تفاوت غلظت را به سهم مکانیزم جذب نسبت دهد.
- ۳) فرآیند تصفیه آب را یک بار با ماده خود و یک بار با یک جاذب صنعتی مشابه انجام داده و تفاوت غلظت را به سهم فعالیت فوتوکاتالیستی نسبت دهد.
- ۴) نمی‌توان سهم این دو مکانیزم را به درستی تخمین زد.

۱۷- به نظر شما، یک ماده فوتوکاتالیست با چه مکانیزم‌هایی می‌تواند بار میکروبی، غلظت فلزات سنگین، و غلظت رنگ‌های آلی معلق را در پساب‌های صنعتی کاهش دهد؟

- ۱) نانومواد فوتوکاتالیستی قادر به کاهش بار میکروبی از طریق حمله شیمیایی به رادیکال‌های آزاد و کاهش غلظت فلزات سنگین از طریق جذب سطحی است.
- ۲) نانومواد فوتوکاتالیستی قادر به کاهش بار میکروبی از طریق حمله شیمیایی به رادیکال‌های آزاد و کاهش غلظت رنگ‌های آلی از طریق فعالیت فوتوکاتالیستی است.
- ۳) نانومواد فوتوکاتالیستی قادر به کاهش غلظت فلزات سنگین از طریق جذب سطحی و کاهش غلظت رنگ‌های آلی از طریق فعالیت فوتوکاتالیستی است.
- ۴) نانومواد فوتوکاتالیستی قادر به کاهش بار میکروبی از طریق حمله شیمیایی به رادیکال‌های آزاد، کاهش غلظت فلزات سنگین از طریق جذب سطحی و کاهش غلظت رنگ‌های آلی از طریق فعالیت فوتوکاتالیستی است.

۱۸- در کدام گزینه، به ترتیب از راست به چپ، احتمال جذب سطحی نانوذرات از طریق پوست افزایش پیدا می‌کند؟

- ۱) نانوذره اکسید تیتانیوم با اندازه ۵۰ نانومتر، نانوذره پلی‌ساکاریدی، نقاط کوانتومی، نانوذره نقره با اندازه ۵۰ نانومتر
- ۲) نانوذره اکسید تیتانیوم با اندازه ۵۰ نانومتر، نانوذره پلی‌ساکاریدی، نانوذره نقره با اندازه ۵۰ نانومتر، نقاط کوانتومی
- ۳) نانوذره نقره با اندازه ۵۰ نانومتر، نانوذره اکسید تیتانیوم با اندازه ۵۰ نانومتر، نقاط کوانتومی، نانوذره پلی‌ساکاریدی
- ۴) نانوذره نقره با اندازه ۵۰ نانومتر، نانوذره اکسید تیتانیوم با اندازه ۵۰ نانومتر، نانوذره پلی‌ساکاریدی، نقاط کوانتومی

باشگاه المپیاد طلایی‌ها

۱۹- فرض کنید شما یکی از کارشناسان بررسی ایمنی محصولات نانویی هستید. چنانچه در فرایند تولید محصولات زیر، تغییرات ذکر شده صورت گرفته باشد، ایمنی محصولات به ترتیب از سمت راست به چپ چه تغییری کرده است؟

- الف) برای ساخت کفپوش پلاستیکی ضد گرد و غبار، به جای استفاده از نانوذرات فلزی ۵۰ تا ۱۰۰ نانومتری از نانولوله کربنی استفاده شده است.
- ب) در بسته‌بندی مواد غذایی به جای استفاده از نانوذرات نقره از نانوذرات نقره پوشش داده شده با کیتوسان استفاده شده است.
- ج) در ساخت نوعی از داروی ضدسرطان، از فناوری کپسوله کردن بر پایه نانولیپوزوم استفاده شده است.

- ۱) افزایش، کاهش، کاهش
- ۲) کاهش، افزایش، افزایش
- ۳) افزایش، افزایش، کاهش
- ۴) کاهش، کاهش، افزایش

۲۰- دانش‌آموزی با استفاده از روش رسوب‌گذاری فاز بخار توانسته است سه نوع نانوذره با مورفولوژی‌های کروی، میله‌ای و صفحه‌ای از یک فلز فعال را سنتز کند. به نظر شما، کدامیک از این سه نوع نانوذره، برای کاربردهای تشخیص طبی مناسب‌تر است؟

- ۱) نانوذرات کروی با قطر متوسط ۲۰ نانومتر
- ۲) نانومیله‌هایی با قطر ۳ نانومتر
- ۳) نانوصفحه‌هایی با عرض ۳ نانومتر
- ۴) نانوذرات سوزنی با قطر ۲۰ نانومتر

پاسخ تشریحی: گزینه ۲ پاسخ درست است.

می‌دانیم:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

لذا

$$V_1 = V_2$$

حجم نانوذره ۲ × تعداد نانوذره ۲ = حجم نانوذره ۱ × تعداد نانوذره ۱

$$N_1 \times a^3 = N_2 \times \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$N_1 \times (5 \text{ nm})^3 = N_2 \times \frac{4}{3} \pi (5 \text{ nm})^3$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{4}{3} \pi$$

این عبارت بدین معنی است که در یک کسر حجمی یکسان، تعداد نانوذرات نوع اول (مورفولوژی مکعبی) حدود ۴ برابر تعداد نانوذرات نوع دوم (مورفولوژی کروی) است. حال باید سطح ویژه این نانوذرات را با توجه به تعداد ذرات محاسبه کنیم. داریم:

$$\frac{m^2}{m^3} = \frac{\text{مساحت سطح}}{\text{حجم}}$$

لذا نسبت سطح ویژه دو نوع ذرات برابر خواهد بود:

$$\frac{\text{سطح نانوذرات مکعبی}}{\text{حجم نانوذرات مکعبی}} = \frac{\text{سطح ویژه نانوذرات مکعبی}}{\text{حجم نانوذرات مکعبی}} = \frac{\text{سطح نانوذرات کروی}}{\text{حجم نانوذرات کروی}} = \frac{\text{سطح ویژه نانوذرات کروی}}{\text{حجم نانوذرات کروی}}$$

$$\frac{N_1 \times 6a^2}{N_2 \times 4\pi r^2} = \frac{N_1 \times 6 \times (5)^2}{N_2 \times 4\pi \times (5)^2} = \frac{4}{3} \pi \times \frac{6}{4\pi} = 2$$

لذا با توجه به اینکه استحکام فصل مشترک ذرات تقویت‌کننده، با مجذور سطح ویژه ذرات ارتباط مستقیم دارد، افزایش استحکام مکانیکی ناشی از فصل مشترک ذرات مکعبی ۴ برابر ذرات کروی است.

سوال (۲)

پاسخ تشریحی: گزینه ۱ پاسخ درست است.

با توجه به تغییر رنگ از آبی به قرمز در اثر افزایش اندازه ذرات طلا، می‌توان نتیجه گرفت که تعدادی از کلوئیدهای سنتز شده حاوی نقاط کوانتومی طلا هستند. در مورد کلوئید قرمز رنگ با قطعیت نمی‌توان اظهار نظر کرد.

سوال (۳)

پاسخ تشریحی: گزینه ۳ پاسخ درست است. باشگاه المپیاد طلایی‌ها

فرض کنیم شعاع نانوذره R نانومتر و شعاع اتمی فلز r پیکومتر باشد.

تعداد اتم‌های کل ذره برابر است با:

$$\text{اتم کل ذره} = \frac{\frac{4}{3}\pi(R \times 10^{-9})^3}{\left(\frac{4r}{\sqrt{2}} \times 10^{-12}\right)^3} \times 4 = \frac{\pi}{3\sqrt{2}} \times \left(\frac{R}{r}\right)^3 \times 10^9$$

$$\text{اتم روی سطح ذره} = \frac{4\pi(R \times 10^{-9})^2}{\pi(r \times 10^{-12})^2} = \frac{4(R \times 10^{-9})^2}{(r \times 10^{-12})^2} = 4\left(\frac{R}{r} \times 10^3\right)^2 = 4\left(\frac{R}{r}\right)^2 \times 10^6$$

$$\frac{\text{تعداد اتم روی سطح ذره}}{\text{تعداد کل اتم ذره}} = \frac{4\left(\frac{R}{r}\right)^2 \times 10^6}{\frac{\pi}{3\sqrt{2}} \times \left(\frac{R}{r}\right)^3 \times 10^9} = \frac{12\sqrt{2}}{\pi\left(\frac{R}{r}\right) \times 10^3} = \frac{12\sqrt{2}}{\pi} \left(\frac{r}{R}\right) \times 10^{-3} = 5.4 \times \left(\frac{r}{R}\right) \times 10^{-3}$$

$$\frac{\text{تعداد اتم روی سطح ذره}}{\text{تعداد کل اتم ذره}} = 5.4 \times \left(\frac{r}{R}\right) \times 10^{-3} = 5.4 \times \left(\frac{200}{R}\right) \times 10^{-3} \approx \frac{1.08}{R}$$

شعاع ذره (nm)	نسبت اتم سطح به کل ذره	دمای ذوب نانوذرات (°C)
۱۰	۰/۱۰۸	۱۰۹۱
۲۰	۰/۰۵۴	۱۲۲۰
۳۰	۰/۰۳۶	۱۲۶۴

۱۳۹۸	۰/۰۲۱۶	۵۰
------	--------	----

با توجه به عبارت «هرچه پودر نانوذرات مورد استفاده ریزتر بوده و در ساختار قطعه توزیع یکنواخت‌تری داشته باشند، قطعه استحکام بیشتری خواهد داشت» به دنبال ذراتی با دمای ذوب بالاتر از 1250°C و اندازه ذرات ریزتر هستیم. با توجه به نتایج بدست آمده در صورت استفاده از ذرات با قطر 60 نانومتر، این دو خواسته برآورده می‌شود.

سوال (۴)

پاسخ تشریحی: گزینه ۴ پاسخ درست است.

استفاده از کوره و انتقال حرارت رسانشی باعث ایجاد شیب دمایی زیاد در قسمت‌های مختلف محفظه واکنش، شرایط واکنش غیریکنواخت و در نتیجه، سنتز نانوذرات با اندازه‌های مختلف (تابع توزیع پهن) می‌شود. از این رو، امروزه از روش‌های دیگری برای حرارت‌دهی یکنواخت استفاده می‌شود. از جمله این روش‌ها می‌توان به حرارت‌دهی با مایکروویو و حرارت‌دهی با میدان مغناطیسی اشاره کرد.

سوال (۵)

پاسخ تشریحی: گزینه ۳ پاسخ درست است.

برای سنتز نانوذرات، ابتدا اتم‌های حاصل از احیای کاتیون‌ها به یکدیگر چسبیده و باعث تشکیل هسته می‌شوند. در ادامه هسته‌ها رشد کرده و نانوذرات را تشکیل می‌دهند. در صورتی که از رشد بیش از حد هسته‌ها جلوگیری نشود، نانوذرات به ابعادی بیش از صد نانومتر رسیده و طبق تعریف نانوذرات، دیگر نانوذره محسوب نمی‌شوند. برای ممانعت از رشد بیش از حد نانوذرات در حال رشد، از عوامل پایدارکننده استفاده می‌شود. عوامل پایدارکننده معمولاً از جنس پلیمر هستند و با قرارگیری در اطراف نانوذرات، از رشد آنها جلوگیری می‌کنند. گزینه‌های الف و د تغییر چندانی در ابعاد ذرات سنتز شده ایجاد نمی‌کنند. از طرف دیگر، کاهش غلظت عامل احیاکننده باعث افزایش اندازه نانوذرات می‌شود.

سوال (۶)

پاسخ تشریحی: گزینه ۱ پاسخ درست است.

در روش لیتوگرافی باریکه یونی، عناصر غیر فرار روی سطح رسوب می‌کنند. با توجه به اینکه پیش‌ماده استفاده شده در این پژوهش W(CO)_6 بوده است، تنگستن روی سطح زیرلایه رسوب می‌کند. گزینه ۴ هم چون عنصر نیست و ترکیب است، پاسخ سوال نیست.

سوال (۷)

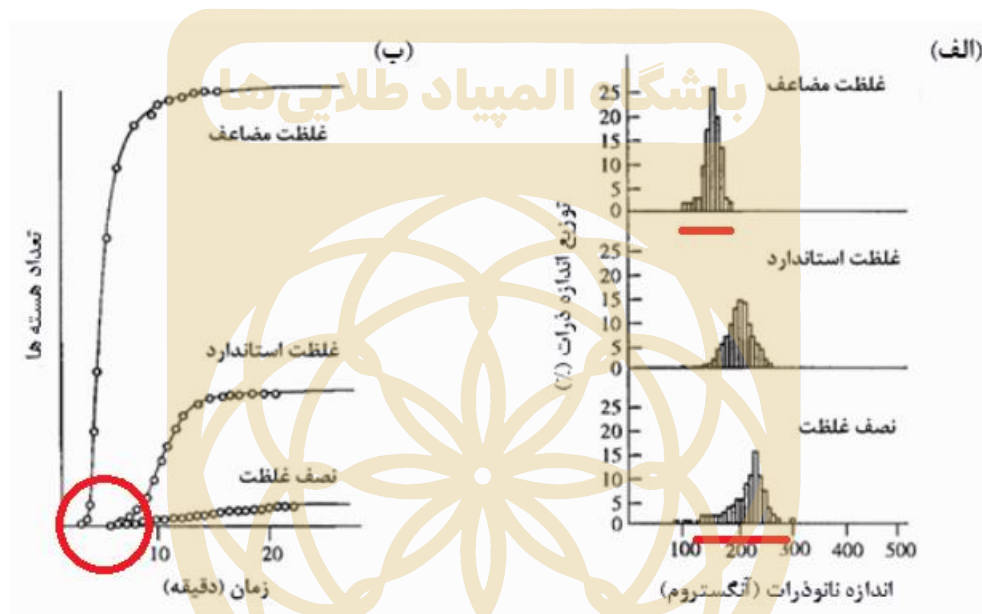
پاسخ تشریحی: گزینه ۱ پاسخ درست است.

از آنجایی که ماتریس امولسیون، یک روغن آبگریز است و از سوی دیگر، ملکول‌های سورفکتانت یک سر آبدوست و یک سر آبگریز دارند، سر آبگریز ملکول‌های سورفکتانت به سمت بیرون مایسل (که روغن زمینه است) جهت‌گیری خواهد کرد و سر آبدوست آن به سمت داخل خواهد بود. بنابراین ماده نامعلوم باید آبدوست و قطبی باشد.

سوال (۸)

پاسخ تشریحی: گزینه ۳ پاسخ درست است.

با توجه به نمودار، هسته‌های نقره در ظرف B (غلظت بیشتر پیش‌ماده نقره) زودتر شکل می‌گیرد. همچنین از آنجاییکه توزیع اندازه ذرات سنتز شده با افزایش غلظت پیش‌ماده باریک‌تر می‌شود، تصویر شماره ۱ مربوط به ظرف A است.



سوال (۹)

پاسخ تشریحی: گزینه ۴ پاسخ درست است.

اصلی‌ترین روش برای مطالعه ترکیب فازی یک ماده، آزمون XRD است و میکروسکوپ SEM روش مناسبی برای بررسی ساختار بلوری مواد نیست. این میکروسکوپ صرفاً براساس غلظت عنصری در نقاط مختلف ماده، کنتراست تصاویر خود را تعریف می‌کند. از آنجایی که هر دو فاز آناتاز و روتایل دارای ترکیب عنصری مشابه (یعنی TiO_2) هستند، کنتراست قابل توجهی مشاهده نشده است.

سوال (۱۰)

پاسخ تشریحی: گزینه ۲ پاسخ درست است.

مقایسه نتایج آزمون XRD نمونه فرآوری شده نسبت به پودر فرآوری نشده، نشانگر پهن تر شدن پیک‌های پراش است. این امر نشان می‌دهد که انجام عملیات سری موجب ریزتر شدن ذرات آلومینیوم می‌شود. این گزاره با نتایج آزمون BET نیز تایید می‌شود چرا که سطح ویژه ماده نیز پس از انجام عملیات سری افزایش یافته است. هرچه ذرات فلزی ریزتر باشند، زینترینگ آنها در دمای بالا به سهولت انجام می‌گیرد و ساختار ماده بالک به دست آمده، متراکم‌تر و چگال‌تر می‌شود. لذا اگر از نمونه‌های زینتر شده، تصویر SEM تهیه کنیم، کاهش تخلخل‌های ساختاری را برای نمونه فرآوری شده نشان خواهد داد. بنابراین نمودار توزیع اندازه تخلخل‌ها برای ماده فرآوری شده به سمت مقادیر کوچکتر جابجا خواهد شد.

سوال (۱۱)

پاسخ تشریحی: گزینه ۳ پاسخ درست است.

نسبت ابعادی برابر است با نسبت طول به قطر نانو میله، بنابراین:

$$\frac{\text{طول}}{\text{قطر}} = \text{نسبت ابعادی} \quad 10 = \frac{x}{10 \text{ nm}} \quad x = 100 \text{ nm}$$

$$\text{بزرگنمایی} = \frac{\text{طول تصویر}}{\text{طول شی}} \quad 20000 = \frac{y}{100 \text{ nm}}$$

$$y = 2 \times 10^6 \text{ nm} = 2 \times 10^6 \times 10^{-9} \text{ m} = 2 \times 10^{-3} \text{ m} = 0.2 \text{ cm}$$

سوال (۱۲)

پاسخ تشریحی: گزینه ۴ پاسخ درست است.

پودر شماره ۴: با توجه به اینکه در فرآوری پودر میکرو، هدف تولید نانورس و باز شدن هرچه بیشتر صفحات قاعده از یکدیگر است و در نتیجه تنها در یک جهت و در واقع در یک زاویه پراش انتقال پیک به سمت چپ خواهیم داشت که تنها گزینه ۴ صادق است.

پودر شماره ۱: پیک مشخصه θ_1 به سمت راست شیف‌ت پیدا کرده که بیانگر کاهش فاصله صفحات است و نه افزایش فاصله صفحات.

در پودرهای شماره ۳ و ۲ با توجه به اینکه به غیر از پیک مشخصه θ_1 سایر پیک‌ها نیز جابجا شده‌اند، بیانگر به هم ریختن ساختار ذره است و نمی‌توان انتظار کارکرد نانورس را داشت.

سوال (۱۳)

پاسخ تشریحی: گزینه ۳ پاسخ درست است.

گزینه اول صحیح نیست: زیرا اگر مشکل از بزرگ بودن شکاف انرژی باشد، نباید در نمونه پساب سوم، غلظت آلاینده‌ها به طرز قابل ملاحظه‌ای کاهش یابد.

گزینه دوم صحیح نیست: زیرا اگر اندازه ذرات بزرگ باشد، باید خاصیت فوتوکاتالیستی برای هر سه پساب افت کند؛ این در حالی است که در نمونه پساب سوم، غلظت آلاینده‌ها به طرز قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است.

گزینه سوم صحیح است: ممکن است در نمونه پساب اول، آلاینده آلی به قدری از نظر ملکولی پیچیده باشد که رادیکال‌های آزاد تشکیل شده در اثر فعالیت فوتوکاتالیستی قادر به تجزیه آن نباشد و غلظت آلاینده‌ها تغییر نکند. در نمونه پساب سوم، آلاینده آلی از ملکول‌های ساده‌ای تشکیل شده باشد که می‌توانند در حضور ماده فوتوکاتالیست به سرعت تجزیه شوند (مانند رنگ‌های ساده متیلن بلو و متیلن اورنج) و غلظت آلاینده‌ها به سرعت کاهش پیدا کند. در نمونه پساب دوم نیز ممکن است تجزیه آلاینده آلی در حضور رادیکال‌های آزاد واکنش‌پذیر موجب تشکیل محصولات جانبی خطرناک‌تر و سمی‌تری نسبت به آلاینده اولیه شود. در این حالت، سمیت پساب به جای کاهش، افزایش خواهد یافت.

گزینه چهارم صحیح نیست: زیرا اگر طول موج نور تابشی به درستی انتخاب نشده باشد، نباید در نمونه سوم، شاهد کاهش قابل توجه غلظت آلاینده‌ها باشیم. همچنین دیگر دلیلی برای افزایش سمیت پساب دوم وجود نخواهد داشت.

سوال (۱۴)

پاسخ تشریحی: گزینه ۴ پاسخ درست است.

مواد الکتروشیمیایی موادی هستند که تمایل به انجام واکنش در صورت اعمال شرایط الکتریکی خاص (نظیر اعمال ولتاژ یا جریان) دارند. در این مواد اعمال نیروی مکانیکی لزوماً منجر به شکستن پیوند نمی‌شود. (نادرستی گزینه ۱)
مواد فوتولومینیسانس به موادی گفته می‌شوند که حساس به نور هستند به طوری که نوری با طول موج مشخص را جذب می‌کنند و نوری با طول موج دیگر را از خود ساطع می‌کنند. عملکرد این مواد ارتباط حتمی و قطعی با نیروی مکانیکی اعمال شده به آنها ندارد. (نادرستی گزینه ۲)

در مواد مکانوکرومیک، در اثر فشار یا تغییر شکل مکانیکی، خصوصیات بازتابی یا جذبی تغییر می‌کند و ماده از خود رنگ‌های متفاوتی را نشان می‌دهد. از این رو می‌توان از این ماده برای ساخت حسگر حساس به ارتعاش استفاده کرد اما دلیل ذکر شده در گزینه ب صحیح نیست زیرا وارد شدن نیروی مکانیکی در این مواد موجب تغییر دمای محسوس نمی‌شود. (نادرستی گزینه ۳)

مواد پیزوالکتریک موادی هستند که با اعمال نیروی مکانیکی، ولتاژ الکتریکی ایجاد می‌کنند و برعکس. لذا وارد شدن نیروی ارتعاشی به این دسته از مواد، موجب تشکیل بازخورد الکتریکی شده و از این جریان می‌توان برای شناسایی و اندازه‌گیری شدت ارتعاشات محیطی استفاده کرد.

سوال (۱۵)

پاسخ تشریحی: گزینه ۲ پاسخ درست است.

ممکن است آلاینده‌های آلی پساب فرار بوده باشند و در طول فرآیند جذب، از سطح پساب آزاد شده باشند (درستی الف). از سوی دیگر، همواره ممکن است محاسبات یا اندازه‌گیری‌های تجربی در خصوص غلظت پساب با خطاهایی همراه بوده باشد (درستی ب). با توجه به اینکه در صورت سوال بازیابی کامل آلاینده از ذرات جاذب ذکر شده است، عبارت (ج) نادرست است.

سوال (۱۶)

پاسخ تشریحی گزینه ۱ پاسخ درست است.

اگر ماده‌ای هم جاذب باشد و هم فعالیت فوتوکاتالیستی از خود نشان دهد، می‌توان فرآیند تصفیه آب توسط این ماده را یک بار در حضور نور و یک بار در غیاب آن انجام داد و تفاوت غلظت را به سهم فعالیت فوتوکاتالیستی نسبت دهد، زیرا پدیده جذب یک پدیده سطحی است و در حضور یا غیاب نور، به طور نسبتاً یکسان انجام می‌شود اما فعالیت فوتوکاتالیستی مستقیماً به نور تابشی وابسته است و در غیاب آن، متوقف می‌شود.

سوال (۱۷)

پاسخ تشریحی: گزینه ۴ پاسخ درست است.

نانومواد فوتوکاتالیستی قادر به کاهش بار میکروبی از طریق حمله شیمیایی با رادیکال‌های آزاد، کاهش غلظت فلزات سنگین از طریق جذب سطحی و کاهش غلظت رنگ‌های آلی از طریق تخریب فوتوکاتالیستی است.

سوال (۱۸)

پاسخ تشریحی: گزینه ۲ پاسخ درست است.

در حالت کلی، نانوذرات اکسیدفلزی، به ویژه با اندازه ذره ای بزرگتر از ۴۵ نانومتر، نفوذ کمی در لایه های سطحی پوست دارند و در بین موارد کمترین میزان جذب سطحی از طریق پوست را دارا می‌باشند (نادرستی گزینه‌های ۳ و ۴). اما نانوذرات پلی ساکارییدی و یا فلزی به آسانی می‌توانند از طریق پوست آسیب دیده یا بیمار، به لایه های داخلی پوست نفوذ نمایند. در نقطه مقابل نقاط کوانتومی به دلیل اندازه بسیار کوچکشان، ظرفیت بالایی برای نفوذ به پوست داشته و ظرف ۸ تا ۲۴ ساعت به ساختمان پوست سالم نفوذ میکنند (نادرستی گزینه ۱).

سوال (۱۹)

پاسخ تشریحی: گزینه ۲ پاسخ درست است.

از آنجایی که در بین انواع نانومواد، آئروسول ها و ذرات پودر جامد، نانوذرات زیر ۱۰ نانومتر و نانولوله های کربنی خطرناک ترین نوع نانومواد هستند، در نتیجه مورد (الف) نانوذرات نقره موجود در بسته بندی به دلیل در تماس مستقیم بودن با مواد غذایی، خطر بالایی دارند که در اثر پوشش دهی با ماده زیست سازگار کیتوسان، ایمنی محصول مورد (ب) افزایش می یابد. با کاهش ایمنی همراه است. با توجه به اینکه نانوذرات لیپیدی کم خطرترین نوع نانوذرات هستند، در نتیجه مورد (ج) با افزایش ایمنی همراه است.

سوال (۲۰)

پاسخ تشریحی: گزینه ۱ پاسخ درست است.

در بین مورفولوژی های مختلف، نانوذرات کروی کمترین سمیت را دارند و نانومیله ها و نانوصفحه ها به ترتیب بیشترین سمیت را ایجاد می کنند.

باشگاه المپیاد طلایی ها

