

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 (۷ برگه با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

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

دفترچه سوالات چهارگزینه ای پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو  
تاریخ: ۱۴۰۳/۰۱/۲۵

| تعداد سوالات | ساعت شروع | مدت آزمون (دقیقه) |
|--------------|-----------|-------------------|
| ۲۰           | ۱۴:۰۰     | ۹۰                |



نام و نام خانوادگی :

شماره پرونده:

استان:

کد ملی:

منطقه:

نام پدر:

پایه تحصیلی:

نام مدرسه:

شماره صندلی

کد دفترچه

حوزه:

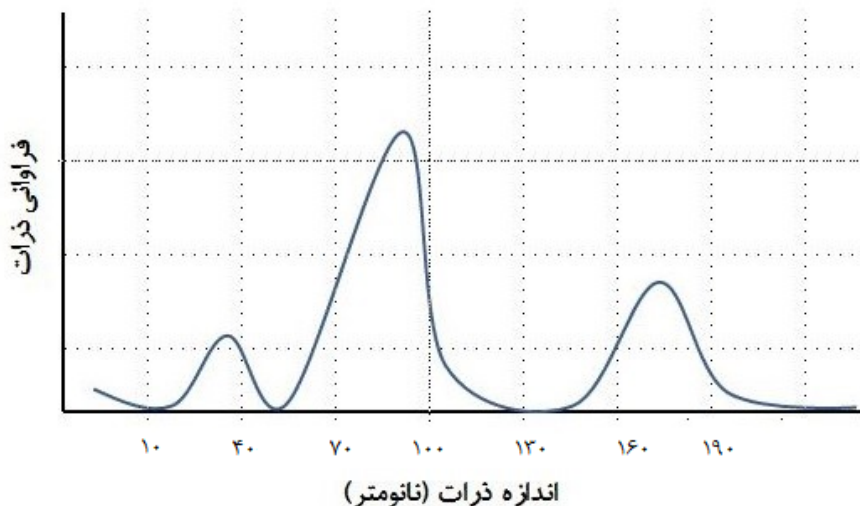
توضیحات مهم

استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است

- سوالات این آزمون به دو شکل تشریحی و چهارگزینه ای و در دو دفترچه جداگانه طراحی شده اند، این دو دفترچه جداگانه در اختیار شرکت کنندگان قرار می گیرد.
- نام و نام خانوادگی خود را روی کلیه صفحات دفترچه سوال و پاسخ نامه چهارگزینه ای بنویسید.
- بلافاصله پس از آغاز آزمون تعداد سوالات داخل دفترچه را بررسی نماید و از وجود همه برگه های دفترچه سوالات مطمئن شوید. در صورت وجود هر گونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- یک برگه پاسخ نامه 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 جواب ها باید در پاسخ نامه وارد شود. بدیهی است موارد مندرج در دفترچه سوالات تصحیح نشده و به آن ها هیچ نمره ای تعلق نخواهد گرفت.
- برگه پاسخ نامه شما را دستگاه تصحیح می کند. 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 لب تاب ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب می شود.
- دفترچه ها باید همراه با پاسخ نامه ها 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 می شوند.

مرحله دوم پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۳  
(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۱- تابع توزیع اندازه ذرات یک ماده به صورت نمودار زیر است. به نظر شما این ماده یک نانوماده محسوب می‌شود و چرا؟



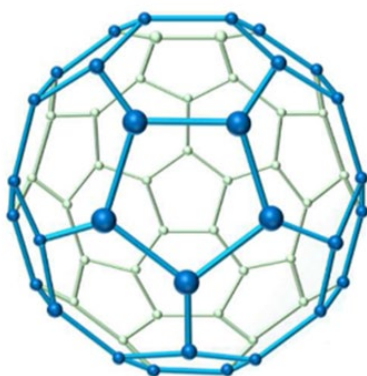
- (۱) بله - زیرا کلیه ذرات دارای اندازه‌ای کوچکتر از ۱۰۰ نانومتر هستند.
- (۲) بله - زیرا بیش از ۵۰ درصد ذرات دارای اندازه‌ای کوچکتر از ۱۰۰ نانومتر هستند.
- (۳) خیر - زیرا کمتر از ۵۰ درصد ذرات دارای اندازه‌ای کوچکتر از ۵۰ نانومتر هستند.
- (۴) خیر - زیرا بیش از ۲۰ درصد ذرات دارای اندازه‌ای بزرگتر از ۵۰ نانومتر هستند.

---

۲- فرض کنید ماده‌ای دارای ساختار بلوری مکعبی مرکز پر (BCC) است و کلیه اتم‌های تشکیل دهنده آن جنس یکسانی دارند. اگر اتم مرکزی سلول‌های واحد با عنصری جایگزین شود که قطر آن ۴۰ درصد از قطر اتم‌های فلز زمینه کوچکتر باشد، در صورت کاهش شدید دمای ماده تا حد ممکن، ثابت شبکه سلول واحد حداکثر چند درصد تغییر خواهد کرد؟

- (۱) ۲۰ درصد افزایش می‌یابد
- (۲) ۵۰ درصد افزایش می‌یابد
- (۳) ۲۰ درصد کاهش می‌یابد
- (۴) ۵۰ درصد کاهش می‌یابد

مرحله دوم پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۳  
(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)



۳- همانطور که می‌دانید؛ اتم‌های کربن موجود در ساختار فولرین با پیوندهای یگانه و دوگانه به یکدیگر متصل شده و یک شبکه با حلقه‌های حاوی پنج تا هفت اتم تشکیل می‌شود. پژوهشگری با استفاده از حذف ۲ اتم کربن از ساختار  $C_{60}$ ، فولرین  $C_{58}$  را تولید کرده است. در این فولرین اختلاف تعداد حلقه‌های ۶ضلعی و ۵ضلعی چه تعداد است؟

(راهنمایی: با توجه به فرایند تولید این فولرین‌ها، لزومی به ثابت بودن تعداد حلقه‌های ۵ضلعی نیست.)

(۱) ۲

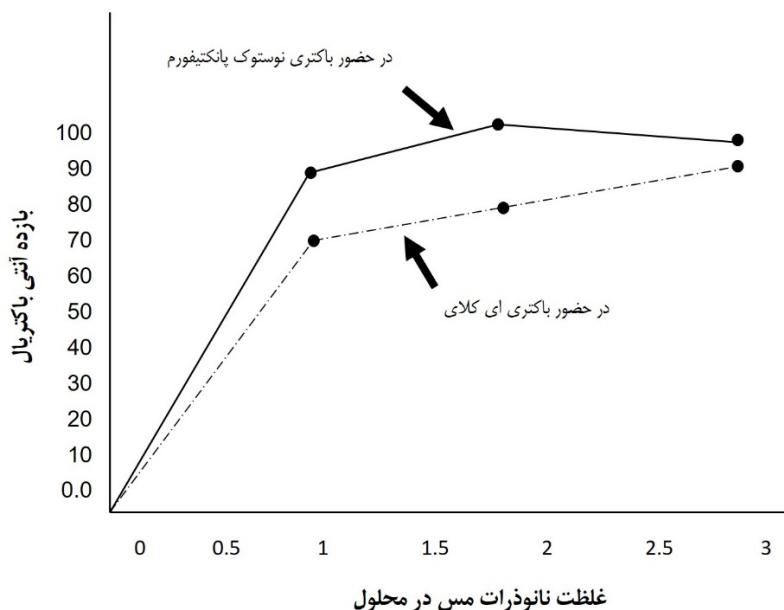
(۲) ۴

(۳) ۶

(۴) ۸

مرحله دوم پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۳  
(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۴- شرکتی به دنبال ساخت نانوذرات آلیاژی پایه مس با استفاده از فناوری انفجار الکتریکی سیم است تا از آن در ساخت ابزارهای زیست‌پزشکی استفاده کند. مهندسان این شرکت برای این کار، از دو سیم آلیاژی در هم تنیده به شکل سیم‌پیچ استفاده می‌کنند. سیم اول، آلیاژی با ترکیب  $80wt\%Zn-20wt\%Cu$  و سیم دوم، دارای ترکیب عنصری  $90wt\%Zn-10wt\%Cu$  است. شما چه راهکاری برای دستیابی به بالاترین خاصیت آنتی‌باکتریال در نانوذرات سنتز شده پیشنهاد می‌کنید؟ بازده حذف باکتری‌های ای کلای و نوستوک پانکتیفورم توسط محلول‌های حاوی نانوذرات مس در نمودار زیر ارائه شده است.



(۱) افزایش قطر سیم اول و کاهش قطر سیم دوم

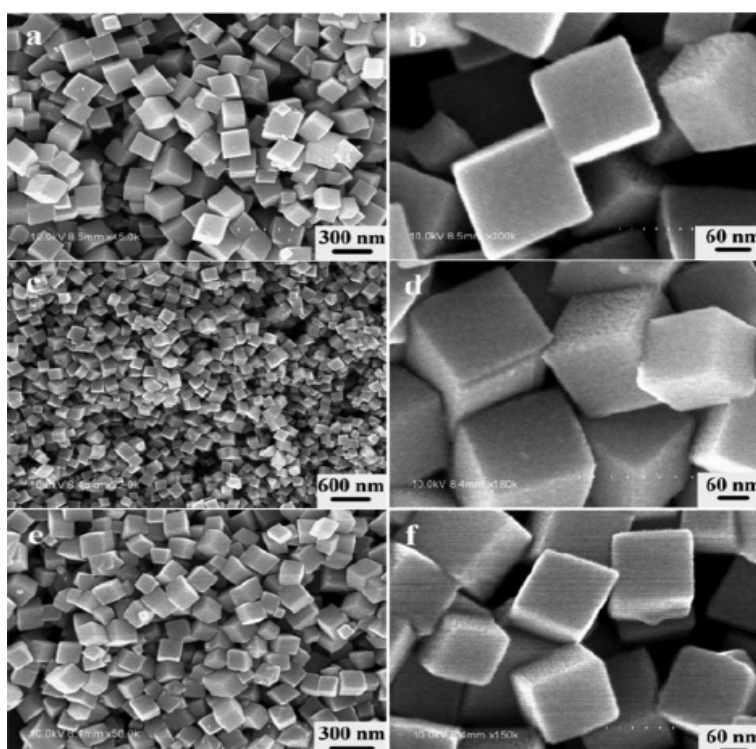
(۲) به جای گاز آرگون از محیط خلا استفاده کند.

(۳) کاهش شدت جریان عبوری از سیم اول نسبت به سیم دوم

(۴) اتصال کامل دو سیم فلزی به یکدیگر به جای ساختار سیم‌پیچ

مرحله دوم پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۳  
(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۵- فلز مس در ساختار FCC متبلور شده و شعاع اتمی آن ۱۴۰ پیکومتر است. در پژوهشی با کنترل فرآیند جوانه زنی و رشد، امکان جوانه زنی مس از محلول فوق اشباع آن، به صورت جوانه های مکعبی شکل فراهم شده است (شکل زیر تصویر SEM این نانوذرات را بعد از رشد نشان می دهد)، طول ضلع بحرانی برای تشکیل جوانه مکعبی چقدر خواهد بود؟ این مقدار چند برابر شعاع بحرانی برای تشکیل یک جوانه کروی است؟ (۷) انرژی سطحی و  $\Delta G_v$  انرژی حجمی جوانه زنی است).



$$(۱) \quad \frac{4\gamma}{\Delta G_v}, \text{ دو برابر می شود}$$

$$(۲) \quad \frac{2\gamma}{\Delta G_v}, \text{ دو برابر می شود}$$

$$(۳) \quad \frac{4\gamma}{\Delta G_v}, \text{ نصف می شود}$$

$$(۴) \quad \frac{2\gamma}{\Delta G_v}, \text{ نصف می شود}$$

مرحله دوم پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۳  
(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۶- یکی از روش‌های نوین برای سنتز نانوذرات فلزی، استفاده از واکنش‌های احیای فوتوشیمیایی است که در طی آن، عامل احیاکننده با تحریک فوتون‌های پراثری فعال شده و در زنجیره واکنش‌های شیمیایی احیا مشارکت می‌کند. فرض کنید می‌خواهید با این روش، نانوذراتی از جنس نقره با اندازه متوسط ۵۰ نانومتر سنتز کنید. شما برای اینکار ابتدا ۱۰ گرم از ترکیب فرضی  $C_3O_{10}H_4$  را به همراه مقدار کافی از نمک کلرید نقره تک ظرفیتی در اتانول بدون آب حل می‌کنید. اگر محصول تجزیه این ترکیب در حضور تابش نور پالسی، رادیکال آزاد  $OH^-$  و  $CO_2$  باشد، چند گرم نانوذره نقره در این فرآیند سنتز می‌شود؟ (جرم مولی کربن، اکسیژن، نقره و هیدروژن به ترتیب برابر ۱۲، ۱۶، ۱۱۰ و ۱ گرم بر مول است)

(۱) ۱۱ گرم

(۲) ۲۲ گرم

(۳) ۴۰ گرم

(۴) ۵۲ گرم

---

۷- فرض کنید می‌توانید به کمک فرآیند هیدروترمال، نانوذراتی از جنس اکسید آهن مغناطیسی را با مورفولوژی‌های مختلف برفکی، شبه کروی، میله‌ای، و صفحه‌ای سنتز کنید. شما کدامیک از این نانوذرات را برای استفاده به عنوان نانوحامل (nanocarrier) جهت دارورسانی هدفمند به بافت‌های سرطانی پیشنهاد می‌دهید؟

(۱) نانوذرات صفحه‌ای با ضخامت ۱ نانومتر و مساحت سطحی ۱۰ نانومتر مربع

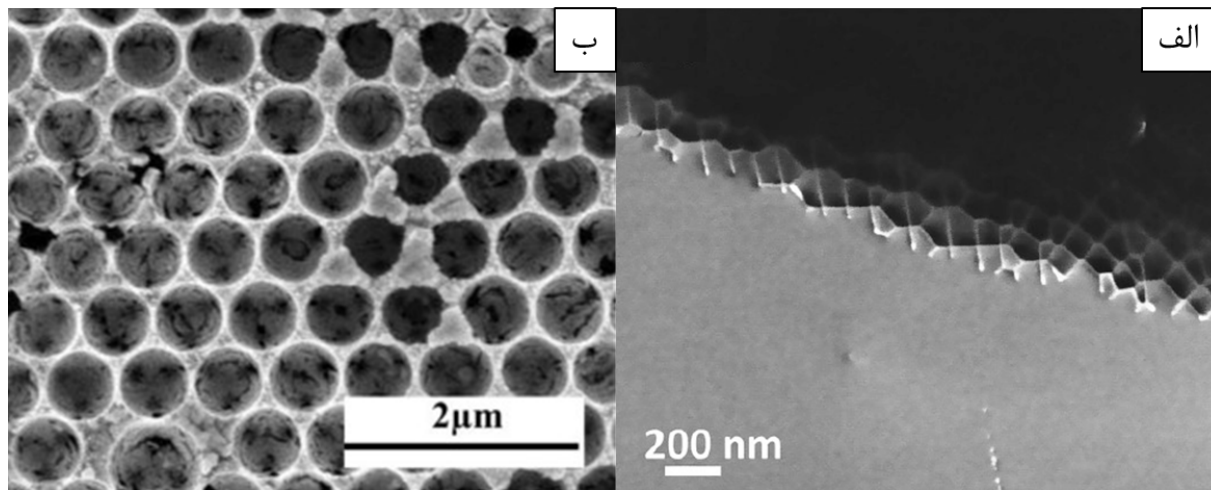
(۲) نانوذرات میله‌ای شکل به قطر ۴ نانومتر و طول ۲۰ نانومتر

(۳) نانوذرات برفکی شکل با زبری سطح بالا جهت قرارگیری بهتر دارو

(۴) نانوذرات شبه کروی با قطر معادل ۳۰ نانومتر

---

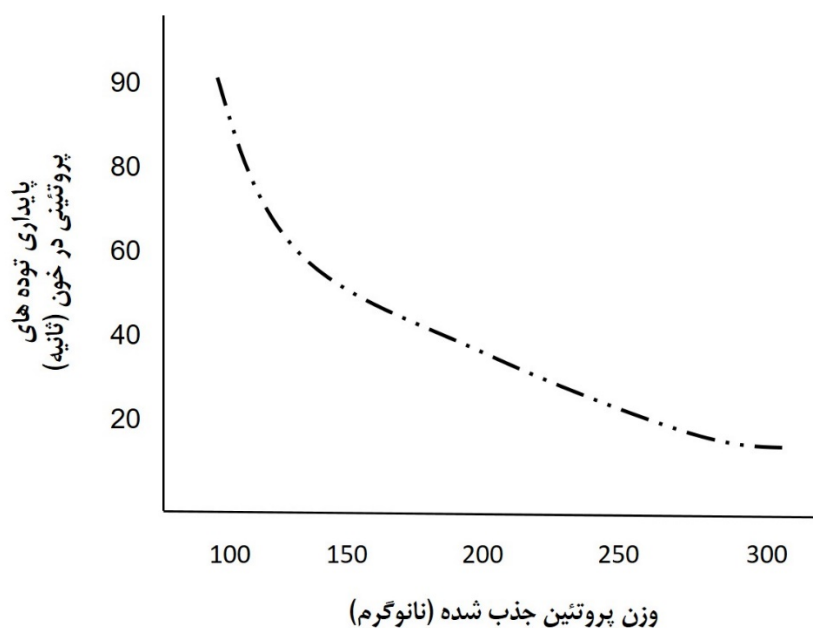
۸- تصویر(الف) با میکروسکوپ الکترونی عبوری و تصویر(ب) به کمک میکروسکوپ الکترونی روبشی تصویربرداری شده است. هرکدام از این تصاویر به ترتیب چه چیزی را نمایش می‌دهند؟



- (۱) نقص شاتکی-ماکروتخلخل‌ها
- (۲) نقص شاتکی-میکروتخلخل‌ها
- (۳) شبکه‌ای از نابجایی‌ها-ماکروتخلخل‌ها
- (۴) شبکه‌ای از نابجایی‌ها-میکروتخلخل‌ها

مرحله دوم پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۳  
(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۹- فرض کنید نانوذرات کروی شکلی به قطر ۲۰ نانومتر پس از ورود به بدن انسان از طریق استنشاق، مولکول‌های پروتئینی را به سطح خود جذب کرده و توده‌های بزرگی را تشکیل می‌دهند. اگر مولکول‌های پروتئینی را به صورت یک مولکول آلی بلند زنجیره با ممانعت فضایی ۱۵ نانومتر مربع و وزن ۲ نانوگرم فرض کنید که با ساختار مایسلی روی سطح نانوذرات تجمع می‌کنند، چند ثانیه طول می‌کشد تا توده تشکیل شده بر روی یک نانوذره به طور کامل توسط زنجیره‌های پروتئینی احاطه شده و در بافت کبدی تجمع کند؟ شکل زیر، زمان ماند توده در خون به صورت سوسپانسیون را به صورت تابعی از مقدار پروتئین جذب شده نشان می‌دهد.



- (۱) ۲۲ ثانیه
- (۲) ۴۷ ثانیه
- (۳) ۶۵ ثانیه
- (۴) ۸۵ ثانیه

۱۰- کدامیک از مواد ذکر شده، سمیت سلولی بیشتری ایجاد می‌کنند؟

- (۱) نانولوله‌های کربنی
- (۲) ساختارهای لیپوزومال
- (۳) نانوذرات فلئوئور
- (۴) نانوذرات طلا

۱۱- DNA تک رشته بلند با توالی زیر را در اختیار داریم:

CCATCACGAGCGCGCTGG



با هدف ایجاد ساختار اورینگامی DNA به فرم هندسی تریگونال (سه تایی منتظم مطابق شکل روبرو) چند توالی تک رشته کوتاه به محلول حاوی تک رشته بلند اضافه شده است. کدام گزینه درست است؟

- (۱) توالی‌های CCATGG ، TGATCG ، TATGCT منجر به ایجاد فرم هندسی تریگونال می‌شوند.
- (۲) توالی‌های CCATGG ، TATGCT ، CGCGCG منجر به ایجاد فرم هندسی تریگونال می‌شوند.
- (۳) توالی‌های CCATGG ، TGATCG ، CGCGCG منجر به ایجاد فرم هندسی تریگونال می‌شوند.
- (۴) توالی‌های TATGCT ، TGATCG ، CGCGCG منجر به ایجاد فرم هندسی تریگونال می‌شوند.

---

۱۲- چند عبارت درباره خواص نوری نانومواد نادرست است؟

- (الف) اصطلاح «اتم مصنوعی» به علت گسسته بودن ترازهای انرژی آنها، به نانوذرات اطلاق می‌شود.
- (ب) هرچه اندازه نانوذرات کوچکتر شود، فاصله بین ترازهای انرژی آنها نیز کوچک تر می‌شود.
- (ج) نانوذرات طلا در ابعاد حدود ۲۵ نانومتر برخلاف نانوذرات طلا در ابعاد ۱۲۵ نانومتر، آبی رنگ هستند.
- (د) کادمیوم سلنید (CdSe) در ابعاد بین ۲ تا ۸ نانومتر به علت پدیده رزونانس پلاسمون سطحی موضعی، طیف رنگی مختلفی از خود ارائه می‌دهد و به عنوان یک نقطه کوانتومی شناخته می‌شود.

(۱) یک

(۲) دو

(۳) سه

(۴) چهار

مرحله دوم پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۳  
(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۱۳- دانش آموزی با استفاده از فناوری لایه‌نشانی تبخیری، موفق به سنتز نانومیله‌های فلز طلا روی یک زیرلایه شیشه‌ای شده است. اگر جوانه‌های اولیه ایجاد شده روی سطح، دارای شعاع ۱ نانومتر ( $1\text{ nm}$ ) بوده و با سرعت ۱۲۵ نانومتر مکعب بر دقیقه ( $125 \frac{\text{nm}^3}{\text{min}}$ ) در حال رشد باشند، نسبت ابعادی طول به قطر ( $\frac{\text{طول}}{\text{قطر}}$ ) نانومیله‌های تشکیل شده پس از ۵ دقیقه چقدر خواهد بود؟ (فاصله اولیه بین هر دو جوانه شکل گرفته ۱۰ نانومتر ( $10\text{nm}$ ) است.)

(۱) ۰/۵۴

(۲) ۰/۶۸

(۳) ۰/۷۶

(۴) ۰/۸۳

---

۱۴- از روش کندوپاش مگنترون اسپاترینگ با منبع تغذیه DC در کدامیک از کاربردهای زیر می‌توان استفاده کرد؟

(۱) لایه نشانی کادمیم تلوراید ( $\text{CdTe}$ ) روی شیشه

(۲) پوشش دهی یک چرخ دنده با لایه نشانی فیلم نازک تیتانیم ( $\text{Ti}$ )

(۳) لایه نشانی فیلم نازک پلیمری PEDOT روی یک زیرلایه شیشه‌ای

(۴) لایه نشانی فیلم نازک مس روی زیرلایه پلیمری

---

۱۵- شرکت دانش بنیانی، برای لایه نشانی ترکیبات تیتانیومی خود بر روی بسترهای فولادی، دستگاه لایه‌نشانی تبخیری خود را به سیستمی موسوم به میکروبالانس کریستال کوارتز ( Quartz crystal microbalance) مجهز کرده است. این سیستم می‌تواند ضخامت پوشش تشکیل شده در هر شرایط از محفظه را به صورت آنلاین و لحظه‌ای اندازه‌گیری کند. اصول اندازه‌گیری این تجهیز بیشترین شباهت را به کدامیک از تجهیزات زیر دارد؟

(۱) میکروسکوپ تونلی روبشی (STM)

(۲) میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)

(۳) میکروسکوپ الکترونی روبشی با حد تفکیک بالا (FESEM)

(۴) میکروسکوپ الکترونی عبوری با حدتفکیک بالا (HRTEM)

---

۱۶- حد تفکیک یا رزلوشن در روش‌های مبتنی بر لیتوگرافی بسیار حائز اهمیت بوده و به نوعی تعیین‌کننده جزئیات قطعه‌ای است که با آن ساخته می‌شود. رابطه زیر برای تعیین بیشترین حد تفکیک در فرآیند لیتوگرافی نوری ارائه شده است:

$$2b_{min} = 3 \sqrt{\lambda \left( s + \frac{d}{2} \right)}$$

در این رابطه،  $s$  فاصله بین ماسک و سطح فوتورزیست،  $\lambda$  طول موج نور مورد استفاده،  $d$  ضخامت لایه فوتورزیست و  $b_{min}$  کمترین فاصله‌ای است که می‌توان در الگو ایجاد کرد. به نظر شما برای اینکه حد تفکیک فرآیند لیتوگرافی نوری ۲۰ درصد افزایش یابد کدامیک از تمهیدات زیر باید انجام شود.

(۱) طول موج پرتوی فرودی حدود ۱۷ درصد کاهش یابد

(۲) طول موج پرتوی فرودی حدود ۱۷ درصد افزایش یابد

(۳) ضخامت لایه فوتورزیست حدود ۱۵ درصد کاهش یابد

(۴) ضخامت لایه فوتورزیست حدود ۱۵ درصد افزایش یابد

---

مرحله دوم پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو – سال ۱۴۰۳  
(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۱۷- فرض کنید در اثر فعالیت یک شرکت تولیدی نساجی، حدود ۱۰ استخر پساب به ابعاد ۱۰\*۱۰\*۱۰ مترمکعب تولید می‌شود و این شرکت به دنبال حذف برخی از آلاینده‌های موجود در پساب خود است. اگر ۳ نوع ماده تصفیه کننده زیر در اختیار واحد تصفیه این گروه صنعتی قرار داشته باشد، شما کدامیک از آنها را برای این امر پیشنهاد می‌کنید؟ مشخصات پساب و سه ماده تصفیه کننده در جدول زیر آمده است:

| مشخصات ۳ ماده تصفیه کننده                      |                                 |                                                                               |                     |                            |                      | مشخصات پساب                                                      |                                 |
|------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| ظرفیت جذب در دمای اتاق (لیتر پساب بر گرم جاذب) | قیمت تمام شده (دلار بر کیلوگرم) | تغییرات خاصیت فوتوکاتالیستی با افزایش دما در محدوده ۵۰ تا ۱۵۰ درجه سانتی گراد | ساختار ماده         | محدوده دمای پایداری حرارتی | نوع ماده تصفیه کننده |                                                                  |                                 |
| ۲                                              | ۱۵                              | کاهشی                                                                         | مزومخلخل            | ۵۰۰ درجه سانتی گراد        | ماده ۱               | ۸۰ درجه سانتی گراد                                               | دمای پساب                       |
| ۱/۵                                            | ۲                               | افزایشی                                                                       | کاملاً بالک (dense) | ۸۰۰ درجه سانتی گراد        | ماده ۲               | رنگ ویکتوریا، روغن آلی، نانوذرات $\text{TiO}_2$ و $\text{MnO}_2$ | ترکیب آلاینده‌های موجود در پساب |
| ۲/۵                                            | ۰/۵                             | تقریباً بدون تغییر                                                            | دارای تخلخل سطحی    | ۳۵۰ درجه سانتی گراد        | ماده ۳               | حدود ۲ برابر فشار آب شهری                                        | فشار پساب حین ورود به استخر     |

(۱) ماده ۱

(۲) ماده ۲

(۳) ماده ۳

(۴) فناوری نانوجاذب برای تصفیه کامل چنین پسابی کارآمد و به صرفه نیست.

مرحله دوم پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۳  
(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۱۸- برای جذب بهتر آلاینده‌های زیر در سیستم‌های توصیف شده، به ترتیب کدام نانوجاذب‌ها را پیشنهاد می‌دهید؟

الف) حذف ذرات روغن غوطه‌ور در آب

ب) جداسازی نانوذرات طلا از پساب ریخته‌گری شرکت‌های طلاسازی

ج) جداسازی ترکیب دارویی دکسمتومیدین با غلظت ۵ نانوگرم بر لیتر از پساب شرکت داروسازی

د) رسوب‌دهی یون‌های فلزی و ایجاد امکان جمع‌آوری یون‌ها در قالب ذرات فلزی

۱) نانولوله‌های کربنی عامل‌دار شده - جاذب‌های زیستی - هیدروژل‌ها - کربن فعال

۲) ژئولیت‌های طبیعی - کربن فعال - هیدروژل‌ها - نانوذرات رس

۳) کربن فعال - هیدروژل‌ها - نانوذرات اکسید فلزی - ژئولیت‌های آبگریز شده

۴) نانولوله‌های کربنی عامل‌دار نشده - جاذب‌های مغناطیسی - جاذب‌های زیستی - ذرات آهن صفر ظرفیتی

---

۱۹- معمولاً از نانوذرات آهن صفر ظرفیتی به منظور تصفیه خاک‌های آلوده استفاده می‌کنند. این نانوذرات در بسترهای خاکی خشک، بازده بالایی برای جذب آلاینده‌ها از خود نشان می‌دهند اما با افزایش رطوبت خاک، عملکرد آنها به طور پیوسته کاهش می‌یابد. شما کدامیک از راهکارهای زیر را برای بهبود بازده تصفیه این مواد پیشنهاد نمی‌کنید؟

۱) لایه نشانی نانوذرات با پلیمرهای بلند زنجیره

۲) اصلاح سطح نانوذرات با اکسیدهای فلزی

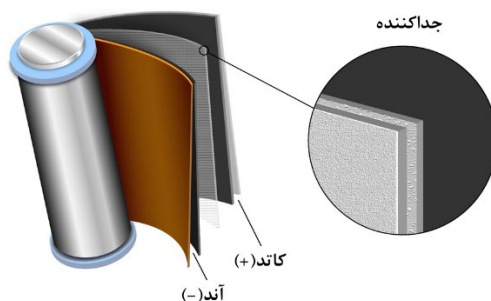
۳) دوپ کردن نانوذرات با فلزات ویژه مانند پالادیوم

۴) اصلاح سطح نانوذرات با سورفکتانت مناسب

---

مرحله دوم پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۳  
(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۲۰- جداکننده (Separator) بخشی غیر فعال در باتری لیتیم-یون است که وظیفه آن جداکردن آند و کاتد از یکدیگر و جلوگیری از اتصال کوتاه است. باتوجه به مشخصات ذکرشده در جدول زیر، کدام مورد بهترین انتخاب برای باتری های لیتیم-یون است؟



| شماره ماده | میانگین اندازه تخلخل ها<br>(nm) | استحکام مکانیکی<br>(Mpa) | مقاومت الکتریکی<br>(ohm) |
|------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| ۱          | ۱                               | ۹۸                       | ۱۰۱۶                     |
| ۲          | ۵                               | ۱۰۴                      | ۱۵۹                      |
| ۳          | ۰/۵                             | ۱۰۰                      | ۴۱                       |
| ۴          | ۱/۵                             | ۶۹                       | ۱۰۷۸                     |

(۱) ماده ۱

(۲) ماده ۲

(۳) ماده ۳

(۴) ماده ۴



لطفاً در این کادر چیزی ننویسید.

## کلید دفترچه سوالات چهارگزینه ای مرحله دوم پانزدهمین المپیاد علوم و فناوری نانو

مطابق توضیحات دفترچه تکمیل شود.

کد دفترچه ۱ ۲

غلط: ☐ ☐ ☐ ☐ ☒

صحیح: ☒

لطفاً گزینه را به صورت کامل و فقط با مداد مشکی نرم پر کنید.

|    |                                  |                                  |                                  |                                  |
|----|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| ۱  | <input type="radio"/>            | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            |
| ۲  | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            |
| ۳  | <input type="radio"/>            | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            |
| ۴  | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            |
| ۵  | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            |
| ۶  | <input type="radio"/>            | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            |
| ۷  | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input checked="" type="radio"/> |
| ۸  | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            |
| ۹  | <input type="radio"/>            | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            |
| ۱۰ | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            |

|    |                       |                       |                       |                       |
|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ۲۱ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۲۲ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۲۳ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۲۴ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۲۵ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۲۶ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۲۷ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۲۸ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۲۹ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۳۰ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

|    |                       |                       |                       |                       |
|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ۴۱ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۴۲ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۴۳ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۴۴ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۴۵ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۴۶ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۴۷ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۴۸ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۴۹ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۵۰ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

|    |                       |                       |                       |                       |
|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ۶۱ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۶۲ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۶۳ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۶۴ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۶۵ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۶۶ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۶۷ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۶۸ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۶۹ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۷۰ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

|    |                                  |                                  |                                  |                                  |
|----|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| ۱۱ | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            |
| ۱۲ | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            |
| ۱۳ | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input checked="" type="radio"/> |
| ۱۴ | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input checked="" type="radio"/> |
| ۱۵ | <input type="radio"/>            | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            |
| ۱۶ | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            |
| ۱۷ | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            |
| ۱۸ | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input checked="" type="radio"/> |
| ۱۹ | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            |
| ۲۰ | <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>            |

|    |                       |                       |                       |                       |
|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ۳۱ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۳۲ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۳۳ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۳۴ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۳۵ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۳۶ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۳۷ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۳۸ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۳۹ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۴۰ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

|    |                       |                       |                       |                       |
|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ۵۱ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۵۲ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۵۳ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۵۴ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۵۵ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۵۶ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۵۷ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۵۸ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۵۹ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۶۰ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

|    |                       |                       |                       |                       |
|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ۷۱ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۷۲ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۷۳ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۷۴ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۷۵ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۷۶ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۷۷ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۷۸ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۷۹ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| ۸۰ | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

محل امضاء

اینجانب ..... فرزند ..... با کد ملی .....

صحت اطلاعات مندرج در پاسخ برگ را با مشخصات خود تأیید می‌نمایم.