

آزمون مرحله اول



معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری
ستاد توسعه فناوری نانو
باشگاه دانش آموزی نانو



ششمین المپیاد علوم و فناوری نانو

نام و نام خانوادگی:

شماره داوطلب:

تعداد سوالها: ۶۰

مدت پاسخگویی: ۱۸۰ دقیقه



سلام

به ششمین المپیاد دانش آموزی علوم و فناوری نانو خوش آمدید.

پیش از آنکه پاسخ دادن به سوالات را آغاز کنید، نکات زیر را با دقت بخوانید:

- ✓ متن سوالات را با دقت بخوانید و در پاسخ دادن عجله نکنید.
- ✓ برخی از سوالات تنها با تکیه بر منابعی که قبلاً برایتان معرفی شده بودند، طراحی شده‌اند. اگر به منابع معرفی شده مسلط باشید، با صرف کمی دقت می‌توانید پاسخ درست را پیدا کنید.
- ✓ برخی دیگر از سوالات به مباحثی می‌پردازند که به طور کامل در منابع معرفی شده مطرح نشده‌اند. در ابتدای این سوالات توضیحات کوتاه یا مفصلی آمده است. در مورد این سوالات باید توضیحات را با دقت بخوانید و با تکیه بر اطلاعاتی که از قبل دارید، به سوالات پاسخ دهید.
- ✓ ممکن است در مورد برخی از سوالات دو یا چند گزینه درست به نظرتان برسد. در این مورد باید بهترین گزینه را انتخاب کنید.
- ✓ برای پاسخ‌های غلط، نمره منفی در نظر گرفته خواهد شد.

۱. با توجه به تعریف فناوری نانو، کدام یک از گزینه‌های زیر از موضوع‌های اصلی مورد بحث در این فناوری می‌باشد؟

- (۱) ساخت خازنی که چند نانوفاراد ظرفیت دارد.
- (۲) ساخت خازنی که ابعاد صفحات آن چند نانومتر باشد.
- (۳) ساخت خازنی که بین صفحه‌های رسانای آن چند نانولت اختلاف پتانسیل باشد.
- (۴) ساخت خازنی که بار الکتریکی خود را در عرض چند نانوثانیه تخلیه می‌کند.

۲. کاهش اندازه نانوذرات باعث کدام یک از رفتارهای زیر نمی‌شود؟

- (۱) افزایش واکنش‌پذیری
- (۲) افزایش خواص جذب
- (۳) افزایش برهم‌کنش فیزیکی در سطح
- (۴) افزایش دمای ذوب

۳. نقاط کوانتومی گاف انرژی دارند و پرتوی نور مرئی منتشر شده از آن‌ها در اثر تاباندن پرتوی فرابنفش متمایل به رنگ است.

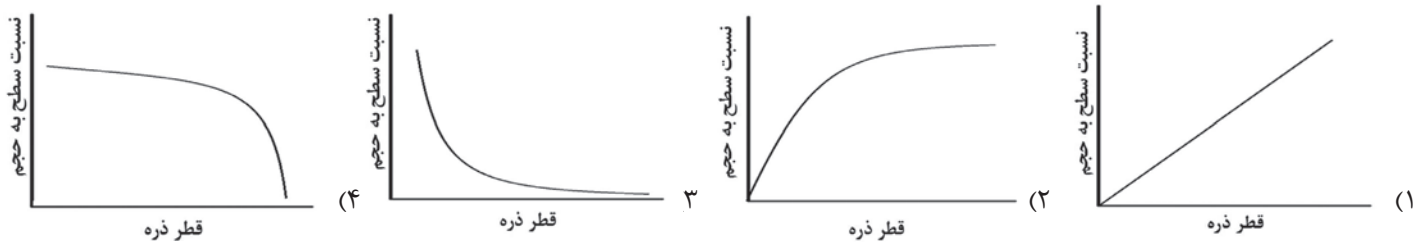
- (۱) کوچک‌تر - بزرگ‌تر - آبی
- (۲) کوچک‌تر - بزرگ‌تر - قرمز
- (۳) بزرگ‌تر - کوچک‌تر - آبی
- (۴) کوچک‌تر - کوچک‌تر - آبی

۴. کدام گزینه در مورد رفتار رسانایی الکتریکی مواد با تغییر دما درست است؟

- (۱) با افزایش دما، جنبش ذرات تشکیل‌دهنده جسم رسانا بیشتر می‌شود و رسانایی الکتریکی آن افزایش می‌یابد.
- (۲) در نیمه‌رساناها با افزایش دما، تعدادی از الکترون‌های نوار ظرفیت به نوار رسانش گذار می‌کنند و در نتیجه رسانایی کاهش می‌یابد.
- (۳) در نیمه‌رساناها با افزایش دما، تعداد الکترون‌های نوار رسانش و حفره‌های نوار ظرفیت افزایش یافته و در نتیجه رسانایی بیشتر می‌شود.
- (۴) افزایش یا کاهش دما هیچ تاثیری روی رسانایی مواد ندارد.



۵. در نمودارهای زیر محور عمودی نسبت سطح به حجم ذرات و محور افقی قطر ذرات را نشان می‌دهد. در کدام نمودار رابطه این دو متغیر به درستی نشان داده شده است؟



۶. از نانوذرات آلومینیوم می‌توان برای ساخت سوخت جامد در موشک‌ها استفاده است. در این نوع سوخت، واکنش شدید بین آلومینیوم و اکسیژن موجب آزاد شدن انرژی بسیار زیادی می‌شود. چهار نوع سوخت آلومینیوم با ساختارهای متفاوت در اختیار است به طوری که جرم تمام نانوذرات موجود در این نمونه‌ها با یکدیگر برابر است. کدام یک از این سوخت‌ها انرژی حرارتی بیشتری را تولید خواهند کرد؟ (چگالی تمام نمونه‌ها ثابت و 2700 کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد. $\pi=3$)

- (۱) نانوذره مکعبی
(۲) نانوذره استوانه‌ای با نسبت ارتفاع به شعاع قاعده ۴
(۳) نانوذره کروی
(۴) اطلاعات کافی نمی‌باشد.

۷. در یک فرایند کوچک سازی در هر مرحله اضلاع مکعبی را نصف می‌کنیم. پس از n مرحله، مجموع مساحت به دست آمده و نسبت سطح به حجم ایجاد شده به ترتیب چند برابر می‌شود؟

- (۱) 2^{3n} و $\frac{1}{2^{3n}}$
(۲) 6×2^n و $\frac{1}{2^{3n}}$
(۳) 2^n و 6×2^n
(۴) 2^n و 2^n

۸. یک نانوذره طلا - کادمیوم سولفاید که به صورت یک ساختار هسته - پوسته می‌باشد، دارای قطر 10 نانومتر است. اگر قطر نانوذره طلا 6 نانومتر باشد، چه کسر حجمی از این نانوذره را حجم پوسته تشکیل می‌دهد؟

- (۱) $\frac{2}{5}$
(۲) $\frac{3}{5}$
(۳) $\frac{98}{125}$
(۴) $\frac{27}{125}$

۹. دانش آموزی با استفاده از دستگاه کالری متر مقدار گرمای اکسایش یک گرم میکروذره آلومینیوم و یک گرم نانوذره آلومینیوم را اندازه‌گیری کرد. وی مشاهده کرد که گرمای آزاد شده از نانوذرات آلومینیوم بیش از میکروذرات آن است. دلیل این امر چیست؟

- (۱) انرژی سطحی ذخیره شده در نانوذرات بیشتر از میکروذرات است.
(۲) ساختار بلوری نانوذرات آلومینیوم با میکروذرات آن متفاوت است.
(۳) سرعت اکسایش نانوذرات بیشتر است.
(۴) ساختار اکسید ایجاد شده از سوختن نانوذرات آلومینیوم با میکروذرات آن متفاوت است.

در ادامه سوال قبل به این سوال پاسخ دهید:

۱۰. این دانش آموز ذرات حاصل از اکسایش را درون قالبی ریخته و فشرده می‌کند، به طوری که فضای خالی بین ذرات باقی نمی‌ماند.

چگالی ماده حاصل از انجام این فرآیند بر کدام یک از ذرات زیر بیشتر است؟ $\rho_{Al_2O_3} = 3/95 - 4/1 \text{ g/cm}^{-3}$ و $\rho_{Al} = 2/7 \text{ g/cm}^{-3}$

- (۱) نانوذرات آلومینیوم
(۲) میکروذرات آلومینیوم
(۳) چگالی هر دو برابر است.
(۴) پاسخ به این سوال به ساختار بلوری ذرات آلومینا حاصل بستگی دارد.



۱۱. بر اساس بررسی‌های صورت گرفته، ساختار بلوری منیزیم تحت فشار ۵۰ GPa از HCP به BCC تبدیل می‌شود. در حین این تغییر فاز میزان فضای خالی موجود در این ماده چند برابر می‌شود؟

(۴) ۱/۲۳ برابر

(۳) ۱/۰۸ برابر

(۲) ۰/۹ برابر

(۱) ۰/۸۱ برابر

۱۲. با فرض یکسان بودن انرژی پیوند (ε) در تمام ساختارهای زیر، کدام یک از سطوح به ترتیب دارای بیشترین چگالی اتمی سطحی (ρ) و بیشترین انرژی سطحی (γ) بیشتری دارد؟

(A) صفحه عمود بر قطر اصلی مکعب سلول واحد در FCC

(B) صفحه موازی با وجه سلول واحد BCC

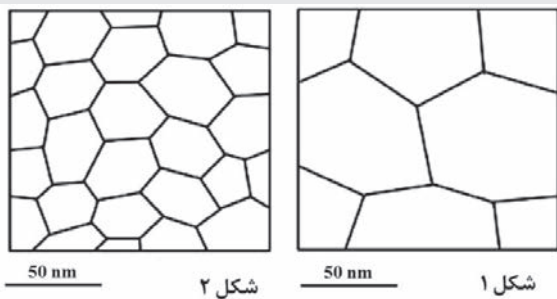
(C) صفحه موازی با قاعده سلول واحد HCP

(۴) C, A

(۳) B, C

(۲) A, C

(۱) A, B



شکل ۱ ریزساختار یک جسم فولادی توده‌ای چند بلوری (یا چند کریستالی) را نشان می‌دهد. شکل ۲ نشان دهنده ریزساختار همان جسم پس از اعمال برخی فرآیندهای مکانیکی است. مرزدانه‌ها با خطوط سیاه مشخص شده‌اند. نواحی سفید محصور به خطوط سیاه، دانه‌های این ساختار فولادی هستند. اندازه دانه‌ها با توجه به مقیاس درج شده در زیر این تصاویر مشخص می‌شود. با توجه به این توضیحات و تصاویر به سوال‌های ۱۳ و ۱۴ پاسخ دهید.

۱۳. در صورتی که تنها نقص بلوری موجود در این قطعات مرزدانه‌ها باشند، عبارت زیر با استفاده از کدامیک از گزینه‌ها به طور صحیح تکمیل می‌شود؟ پس از اعمال فرآیند مکانیکی مقدار مرزدانه‌ها یافته و در نتیجه استحکام مکانیکی قطعه فرایند شده می‌یابد.

(۴) کاهش - افزایش

(۳) کاهش - کاهش

(۲) افزایش - افزایش

(۱) افزایش - کاهش

۱۴. با مقایسه الگوی پراش اشعه ایکس (XRD) قطعه قبل از فرایند و قطعه فرایند شده کدامیک از گزاره‌های زیر محتمل‌تر است؟

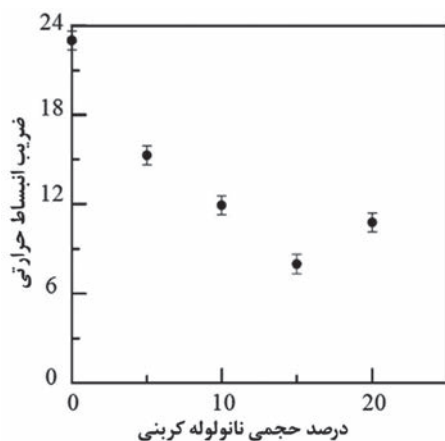
(۱) پس از فرایند، ارتفاع پیک‌ها افزایش یافته و پهنای آنها زیاد می‌شود.

(۲) پس از فرایند، ارتفاع پیک‌ها افزایش یافته و پهنای آنها کم می‌شود.

(۳) پس از فرایند، ارتفاع پیک‌ها کاهش یافته و پهنای آنها زیاد می‌شود.

(۴) پس از فرایند، ارتفاع پیک‌ها کاهش یافته و پهنای آنها کم می‌شود.

۱۵. یکی از چالش‌های موجود در یکپارچه‌سازی قطعات فلزی با جنس‌های متفاوت، تفاوت در میزان ضریب انبساط حرارتی آن‌ها است. این مشکل به ویژه در شرایطی که حرارت بالایی درون سیستم تولید می‌شود، نمود پیدا می‌کند. یکی از راه‌کارهای کاهش ضریب انبساط حرارتی فلزی مانند آلومینیوم افزودن نانوموادمانند نانولوله‌های کربنی به آن و کامپوزیت‌سازی است. شکل زیر نمودار تغییرات ضریب انبساط حرارتی نانوکامپوزیت Al-CNT را با افزایش مقدار نانولوله



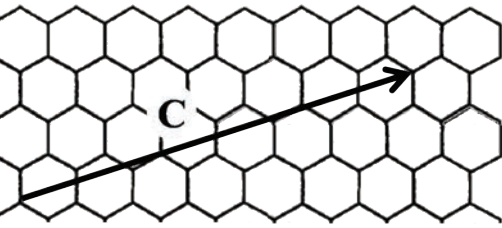
نشان می‌دهد (برای سهولت، واحد اندازه‌گیری از روی نمودار حذف شده است). مشاهده می‌شود پس از افزایش مقدار نانولوله کربنی به بیش از ۱۵ درصد حجمی، ضریب انبساط حرارتی مجدداً افزایش می‌یابد. دلیل افزایش ضریب انبساط حرارتی با افزایش مقدار نانولوله کربنی چیست؟

(۱) ایجاد مجاری انتقال حرارت بسته درون نانوکامپوزیت و ممانعت از دفع حرارت

(۲) تشکیل شبکه‌ای از نانولوله‌ها و انتقال حرارت در تمامی جهات و انبساط زمینه فلزی

(۳) پراکندگی و توزیع نامناسب آن‌ها در زمینه (در طی مراحل تولید نانوکامپوزیت)

(۴) حذف نقش زمینه فلزی در رفتار حرارتی ماده و پررنگ‌تر شدن نقش نانولوله‌ها



۱۶. با استفاده از بردار کایرال (بردار C در شکل زیر) می‌توان به راحتی خواص نانولوله‌های کربنی را تعیین کرد. این بردار در صفحه مختصات گرافنی تعریف می‌شود. در صورتی که جهت بردار کایرال را به نحوی تغییر دهیم که با پیوندهای $C-C$ موازی باشد؛ نانولوله‌ای که دارای بردار کایرال C است از چه نوعی بوده و رفتار الکترونیکی آن چگونه است؟

(۴) کایرال - نیمه‌رسانا

(۳) کایرال - رسانا

(۲) زیگزاگ - نیمه‌رسانا

(۱) صندلی - رسانا

۱۷. برای ساخت یک فولرن از یک صفحه گرافن، باید حداقل چند 6 ضلعی را به 5 ضلعی تبدیل کرد؟

(۴) ۱۲

(۳) ۶

(۲) ۵

(۱) ۳

۱۸. مجموع طول پیوندها در فولرن C_{18} کدام است؟ (طول پیوند کربن - کربن را تقریباً برابر $1/4 \text{ \AA}$ در نظر بگیرید.)

(۴) 210 \AA

(۳) 168 \AA

(۲) 150 \AA

(۱) 108 \AA

۱۹. آنتالپی استاندارد تشکیل کدام یک از فولرن‌های زیر کمتر است؟

(۴) C_{180}

(۳) C_{100}

(۲) C_{80}

(۱) C_{60}

۲۰. اگر یک فولرن C_{60} به اندازه یک توپ فوتبال بزرگ شده باشد و شما به طور تصادفی به این توپ ضربه بزنید، احتمال اینکه نوک پای شما به قسمت پنج‌ضلعی اصابت کنید تقریباً چقدر است؟ (راهنمایی: مساحت پنج‌ضلعی به ضلع a تقریباً برابر است با $1/7 a^2$ و مساحت شش‌ضلعی با همان ضلع تقریباً برابر است با $2/6 a^2$ ، همچنین فرض می‌کنیم نوک پای شما به اندازه کافی کوچک است.)

(۴) $0/5$

(۳) $0/4$

(۲) $0/3$

(۱) $0/2$

۲۱. در حالت جامد مولکول‌های فولرن C_{60} در یک ساختار بلوری با چیدمان مکعبی مرکز وجهی (FCC) در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. در این ساختار جرم معادل هر سلول واحد چقدر است؟

(۴) 3600 amu

(۳) 2880 amu

(۲) 60 amu

(۱) 12 amu

۲۲. کدام‌یک از گزاره‌های زیر در سنتز نانومواد صحیح است؟

(۱) «آسیاکاری مکانیکی» از جمله روش‌های مناسب برای تولید انبوه نانوپودرها با خلوص بالا است.

(۲) با استفاده از روش میکرومولسیون می‌توان نانوذراتی با توزیع اندازه بسیار باریک تهیه کرد.

(۳) با استفاده از روش لیتوگرافی نور مرئی می‌توان ساختارهای نانومتری با ابعاد دلخواه و به طور انبوه تهیه کرد.

(۴) روش سل-ژل یکی از بهترین روش‌ها برای تولید نانوذرات فلزی است.

۲۳. دو دانش‌آموز برای ساخت نانوذرات نقره، مقداری نیترات نقره را درون آب حل کرده و سپس به آن یک احیاگر اضافه می‌کنند تا نانوذرات نقره ایجاد شود. دانش‌آموز اولی احیاگر را یک‌بار به محلول اضافه می‌کند و دومی احیاگر را قطره قطره به محلول اضافه می‌کند. نانوذرات به دست آمده از این دو آزمایش از نظر اندازه و شکل به چه صورت خواهد بود؟

(۱) اولی ریزتر و دارای ذرات هم شکل

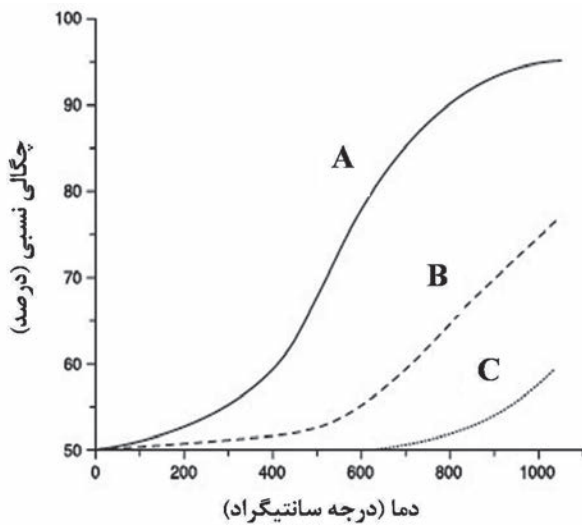
(۲) اولی ریزتر و دارای ذرات غیر هم شکل

(۳) اولی درشت‌تر و دارای ذرات هم شکل

(۴) اولی درشت‌تر و دارای ذرات غیر هم شکل



۲۴. یکی از روش‌های تولید قطعات فلزی و سرامیکی با کیفیت بالا، استفاده از ذرات پودری آن ماده است. در این روش ابتدا پودرهای اولیه را پرس کرده و در کوره می‌گذارند. در طی عملیات تف‌جوشی (سینترینگ) در دماهای بالای کوره، نفوذ اتمی تشدید شده و اتم‌های ذرات



مجاور در یکدیگر نفوذ کرده و ذرات را به هم می‌چسبانند. در نتیجه قطعه‌ای حجیم با استحکام مناسب از ذرات پودر به دست می‌آید. جهت ایجاد پیوند بین ذرات پودری و تهیه یک نمونه یک پارچه و رساندن چگالی آنها به بالاترین میزان خود و بهبود خواص مکانیکی و فیزیکی، انجام عملیات تف‌جوشی در دما و زمان بهینه از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. به طور متداول، دمای مورد نیاز برای تف‌جوشی، کسری (در برخی موارد در حدود ۰/۶) از دمای ذوب در نظر گرفته می‌شود. نیروی محرکه برای تف‌جوشی و نفوذ جهت پرکردن خلل و فرج موجود در ساختار، کاهش انرژی سطحی است.

شکل مقابل داده‌های مربوط به تف‌جوشی سه پودر نیکل با اندازه‌های مختلف (۵۰μm، ۵۰nm، ۵μm) را نشان می‌دهد. A، B و C نشان‌دهنده اندازه این ذرات هستند. کدامیک از گزینه‌ها این نمودار را به درستی تفسیر می‌کند؟

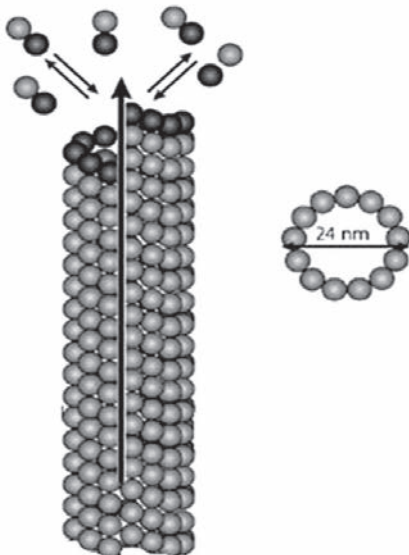
- ۱) $50\mu m = A$ ، $50\text{ nm} = B$ و $50\mu m = C$ می‌باشد. چون هرچه اندازه ذرات کوچک‌تر باشد دمای کمتری برای تف‌جوشی نیاز است.
- ۲) $50\mu m = A$ ، $50\mu m = B$ و $50\text{ nm} = C$ می‌باشد. چون هرچه اندازه ذرات بزرگ‌تر باشد دمای کمتری برای تف‌جوشی نیاز است.
- ۳) $50\text{ nm} = A$ ، $50\mu m = B$ و $50\mu m = C$ می‌باشد. چون هرچه اندازه ذرات کوچک‌تر باشد دمای کمتری برای تف‌جوشی نیاز است.
- ۴) $50\text{ nm} = A$ ، $50\mu m = B$ و $50\mu m = C$ می‌باشد. چون هرچه اندازه ذرات کوچک‌تر باشد دمای بیشتری برای تف‌جوشی نیاز است.

۲۵. از نانوذرات اکسید آلومینیوم آمورفی که با روش سل-ژل سنتز شده‌اند در یک واکنش شیمیایی به عنوان کاتالیست استفاده می‌شود. این ذرات پیش از استفاده به عنوان کاتالیست عملیات حرارتی می‌شوند. مشاهده شده است که با افزایش دمای عملیات حرارتی عملکرد کاتالیستی ابتدا افزایش یافته و در ادامه کاهش می‌یابد. با فرض ثابت ماندن اندازه ذرات در حین عملیات حرارتی، دلیل این پدیده چیست؟

- ۱) افزایش پایداری حرارتی نانوذرات با افزایش دمای عملیات
- ۲) کاهش سطح ویژه نانوذرات با افزایش دمای عملیات
- ۳) کاهش پایداری حرارتی نانوذرات با افزایش دمای عملیات
- ۴) تغییر ساختار بلوری و انرژی سطحی نانوذرات با افزایش دمای عملیات

۲۶. میکروتوبول‌ها ریزلوله‌هایی پروتئینی با قطر داخلی ۱۲ نانومتر و قطر خارجی ۲۴ نانومتر هستند که در ساختار اسکلت درون سلولی نقش مهمی دارند. ساختار این لوله‌ها از پروتئین‌های کروی تشکیل شده است. این پروتئین‌ها در ساختار خود نقاطی با تمایل بالا برای

اتصال به یکدیگر دارند. در صورت وجود شرایط مساعد، سرعت اتصال این پروتئین‌ها به یکدیگر بیشتر از سرعت جدا شدنشان بوده و حاصل آن تشکیل میکروتوبول‌ها خواهد بود. کدامیک از گزینه‌های زیر در مورد فرایند تشکیل میکروتوبول‌ها صحیح است؟



- ۱) میکرومولسیون، پایین به بالا
- ۲) خودآرایی، پایین به بالا
- ۳) میکرومولسیون، بالا به پایین
- ۴) خودآرایی، بالا به پایین



فلز	پتانسیل کاهش استاندارد (V)
سرب	-۰/۱۳
قلع	-۰/۱۴
آهن	-۰/۴۱
منیزیم	-۲/۳۶

۲۷. جدول مقابل نشان دهنده پتانسیل کاهش استاندار فلزات قلع، سرب منیزیم و آهن می باشد. در صورتی که به محلول حاوی غلظت مولی برابر از کاتیون های این ۴ فلز که در حال هم خوردن است، محلول حاوی یک احیا کننده قوی مانند NaBH_4 (پتانسیل کاهش استاندارد سدیم $\text{V } 2/71 -$ است) به صورت قطره قطره افزوده شود، بیشترین احتمال برای تشکیل ساختارهای هسته-پوسته و آلیاژی با مشارکت کدام جفت فلز می باشد؟

- (۱) هسته-پوسته: منیزیم-قلع (۲) هسته-پوسته: آهن-منیزیم (۳) هسته-پوسته: قلع-منیزیم (۴) هسته-پوسته: سرب-آهن
 آلیاژی: سرب-منیزیم آلیاژی: سرب-قلع آلیاژی: سرب-آهن آلیاژی: قلع-منیزیم

۲۸. از میکروذرات اکسید تیتانیوم در کرم های ضد آفتاب برای جذب نور ماورا بنفش استفاده می شود. اگر به جای میکروذرات از نانوذرات اکسید تیتانیوم استفاده شود میزان جذب نور ماورا بنفش افزایش می یابد. ولی نانوذرات اکسید تیتانیوم به دلیل ابعاد کوچکی که دارند می توانند وارد پوست شوند و به بدن آسیب برسانند. بعضی از سازندگان برای این که نانوذرات اکسید تیتانیوم به بدن آسیب نرسانند در هنگام تهیه نانوذرات به محلول آن نشاسته اضافه می کنند. اضافه کردن نشاسته چگونه می تواند مانع از آسیب رساندن نانوذرات به بدن شود؟

- (۱) ذرات نشاسته بزرگ نمی توانند از پوست رد شوند، به همین دلیل نانوذرات اکسید تیتانیوم درون نشاسته وارد پوست نمی شوند.
 (۲) ذرات نشاسته باعث بسته شدن منافذ پوست شده و مانع از ورود نانوذرات به پوست می شوند.
 (۳) ذرات نشاسته باعث تقویت پوست می شوند و اثر سوء نانوذرات را خنثی می کنند.
 (۴) ذرات نشاسته با نانوذرات اکسید تیتانیوم واکنش داده و ماده ای غیر سمی می سازند.

۲۹. وجود ذرات معلق در هوا یکی از معضلات بزرگ زیست محیطی است. حادث ترین نوع این پدیده در اثر پراکنده شدن ذرات گرد و خاک با اندازه کمتر از ۱۰ میکرومتر در هوا ایجاد می شود. تنفس این ذرات بسیار خطرناک بوده و موجب بیماری های قلبی و ریوی می شود. برای تبدیل یک پارچه معمولی به ماسکی برای تنفس ایمن در محیطی با غلظت بالای ریزگرد کدام روش مناسب تر است؟

- (۱) پوشش دادن لایه ای از گرافن بر روی پارچه به روش رسوب شیمیایی بخار
 (۲) پوشش دادن لایه ای از نانوذرات آبروژل بر روی پارچه با روش رسوب فیزیکی بخار
 (۳) پوشش دادن لایه ای از نانوالیاف بر روی پارچه با روش الکتروریسی
 (۴) پوشش دادن لایه ای از ژئولیت ها بر روی پارچه با روش هیدروترمال

۳۰. تحقیقات زیادی بر روی کاربرد نانوذرات نقره در پاک سازی آلودگی های محیط زیست متمرکز شده اند. اما باقی ماندن این نانوذرات در محیط می تواند مشکلاتی پیش آورد. یکی از راه کارهای پیشنهاد شده استفاده از میدان های مغناطیسی برای جمع آوری این نانوذرات از محیط است. کدامیک از ساختارهای زیر برای حل این مشکل مناسب تر است؟

- (۱) نانوذرات با هسته نقره و پوسته Fe_3O_4 (۲) نانوذرات با هسته نقره و پوسته Al_2O_3
 (۳) نانوذرات با هسته Fe_3O_4 و پوسته نقره (۴) نانوذرات با هسته Al_2O_3 و پوسته نقره

۳۱. یکی از راه کارهای بهبود کارایی سلول های خورشیدی استفاده از نقاط کوانتومی برای افزایش جذب پرتوهای مرئی خورشید است. صرف نظر از شرایط فنی ساخت، کدام گزینه بهترین پیشنهاد برای استفاده از این نانومواد در سلول های خورشیدی است؟

- (۱) استفاده از نقاط کوانتومی با اندازه بزرگ، به علت میزان بالای جذب نور مرئی
 (۲) استفاده از نقاط کوانتومی با اندازه کوچک، به علت میزان بالای جذب نور مرئی
 (۳) استفاده از نقاط کوانتومی به رنگ سبز، به علت جذب همه طیف های نور خورشید
 (۴) استفاده از نقاط کوانتومی با اندازه ها و ترکیب های مختلف، به علت جذب محدوده وسیع تری از نور خورشید



۳۲. نانوپوشش‌ها دسته‌ای از مواد نانو ساختار هستند که در زمینه‌های مختلفی کاربرد پیدا کرده‌اند. برخی از نانوپوشش‌ها در فناوری سلول‌های خورشیدی استفاده می‌شوند. کدام خاصیت این نانوپوشش‌ها سبب کاربرد آنها در سلول‌های خورشیدی شده است؟ استفاده از این پوشش‌ها چه مزیتی را ایجاد می‌کند؟

- (۱) خواص نوری - برای ایجاد پوشش‌های ضد بازتاب روی جمع‌کننده‌های خورشیدی نشانده می‌شوند.
- (۲) خواص الکترونیکی - به عنوان کاربرد در اتصالات الکتریکی و مقاومت‌های موجود در سلول‌های خورشیدی مورد استفاده قرار می‌گیرند.
- (۳) خواص نوری - به منظور جلوگیری از تخریب نوری اجزای درونی سلول خورشیدی به کار می‌روند.
- (۴) خواص الکترونیکی - به عنوان تقویت‌کننده سیم‌های انتقال الکتریسیته در سلول‌های خورشیدی به کار می‌روند.

۳۳. کدامیک از مواد زیر برای تولید الکتریسیته از طریق کف‌پوش‌های مورد استفاده در معابر پر تردد مناسب است؟

- (۱) مواد مکانوکرومیک
- (۲) آلیاژهای حافظه‌دار
- (۳) مواد الکتروکرومیک
- (۴) مواد پیزوالکتریک

۳۴. اتوبان‌های گذرنده از مناطق شهری موجب ایجاد آلودگی صوتی بسیار بالایی می‌شوند. استفاده از دیوارهای عایق پلیمری از راه‌کارهای جدید کاهش این معضل در اطراف اتوبان‌ها است. اضافه کردن کدام نانوذره به این دیوارها برای کاهش آلودگی صوتی موثرتر است؟

- (۱) اکسید تیتانیم
- (۲) ایزوپن
- (۳) اکسید آلومینوم
- (۴) خاک رس

۳۵. مهندسان با الگوبرداری از پدیده‌های طبیعی نوار چسب‌هایی ساخته‌اند که می‌توان آن‌ها را بارها و بارها به سطوح مختلف چسباند و جدا کرد، بدون آنکه خاصیت چسبندگی آنها از بین برود. فناوری مورد استفاده برای ساخت چنین چسب‌هایی از ساختار بدن کدام موجود الگوبرداری شده است؟

- (۱) مارمولک
- (۲) عنکبوت
- (۳) آفتاب پرست
- (۴) قورباغه

۳۶. رانندگی در شب همیشه با مشکلاتی همراه است. هنگامی که راننده از آینه داخل کابین به پشت سرش نگاه می‌کند، ممکن است شدت زیاد نور اتوموبیل‌های پشتی برای وی مزاحمت ایجاد کرده و در بینایی وی تاثیر بگذارد. برای رفع مشکل این نورهای خیره‌کننده، دانش‌آموزی اقدام به ایجاد نانوپوششی بر روی آینه داخل کابین کرده است. کدام دسته از مواد زیر او را برای دستیابی به این هدف یاری خواهد کرد؟



پوشش‌های نانومتری ویژه می‌توانند مشکل نور شدید و خیره‌کننده اتوموبیل‌های پشتی در آینه اتوموبیل (تصویر راست) را حل کنند (تصویر چپ).

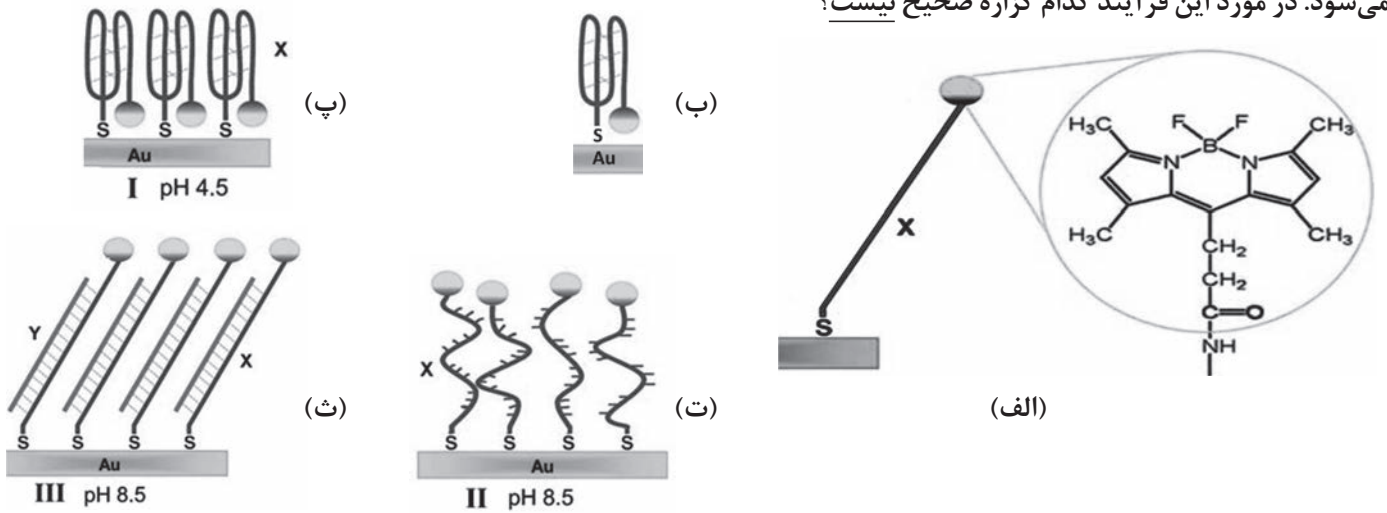
- (۱) فوتوکرومیک
- (۲) ترموکرومیک
- (۳) مکانوکرومیک
- (۴) الکتروکرومیک

۳۷. دانشمندان برای ساخت سطوح آبگریز از ساختار برگ گیاهان تقلید کرده‌اند. کدام بخش از اجزای برگ گیاه برای این تقلید زیستی مورد استفاده بوده است؟ ساز و کار خودتمیز شونده‌گی در این سطوح چیست؟

- (۱) منافذ تنفسی سلول گیاه - حضور دائم حباب‌های کوچک در سطح و ممانعت از ترشدن سطح
- (۲) قطرات ریز چربی سطح گیاه - آب‌گریزی سطح به دلیل چرب شدن آن
- (۳) اندامک‌های ریز سطح گیاه - پس زده شدن قطرات آب توسط بازوهای مکانیکی
- (۴) نانوبلورهای سطح گیاه - زبری زیاد سطح در مقیاس میکرو و نانومتری

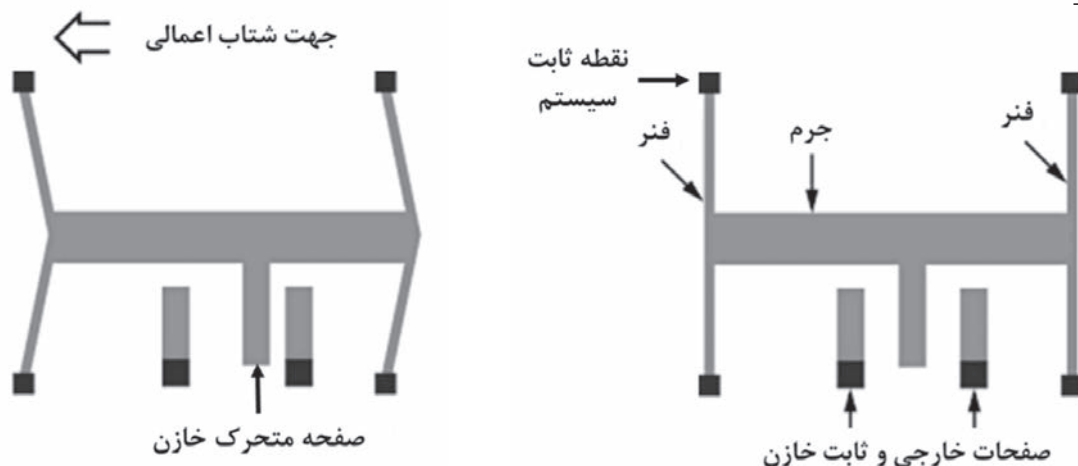


۳۸. در طرح‌واره‌های زیر، سطحی از طلا را مشاهده می‌کنید که تک رشته‌های آب‌دوست از DNA (رشته X) توسط یک گروه تیول (SH^-) به آن متصل شده است. به انتهای دیگر تک رشته X یک گروه آب‌گریز دارای فلوراید (الف) متصل است. رشته‌های X ابتدا در محیطی با pH معادل با ۴/۵ قرار گرفته و به حالت تا خورده در می‌آیند و سپس به شکل تک لایه‌های خود آرا از رشته‌های DNA روی سطح طلا قرار داده می‌شوند (ب). اگر شرایط به سمت بازی شدن پیش برود (pH معادل با ۸/۵)، رشته‌های X از حالت I (شکل پ) به شکل رشته‌های کشیده شده مثل حالت II (شکل ت) تبدیل می‌شوند. با حضور رشته‌های مکمل Y در محیط، ساختار دوتایی در حالت III (شکل ث) ایجاد می‌شود. در مورد این فرآیند کدام گزاره صحیح نیست؟



- ۱) با افزودن اسید و تغییر pH محیط در حالت (ث)، می‌توان به ساختار اولیه DNA (پ) بازگشت.
- ۲) تبدیل ساختار از حالت (پ) به (ت) همراه با تغییر انتروپی (افزایش بی‌نظمی) است.
- ۳) آب‌گریزی ساختار در حالت (ت) کمتر از حالت (ث) است.
- ۴) در شرایط اسیدی سطح این ساختار آب‌گریز خواهد شد.

۳۹. شکل زیر طرح‌واره‌ای از ساختار معمول شتاب‌سنج‌های نانوالکترومکانیکی (NEMS) را نشان می‌دهد. این شتاب‌سنج‌ها از سه قسمت اصلی جرم، فنر و صفحات خازنی تشکیل شده‌اند. با اعمال شتاب به این سامانه، قسمت جرم نسبت به چهارچوب اصلی دستگاه حرکت کرده و موجب تغییر شکل فنر می‌شود. این امر باعث می‌شود فاصله صفحات خازنی تغییر کرده و ظرفیت خازن عوض شود. با اندازه‌گیری تغییر ظرفیت خازن می‌توان میزان شتاب وارد شده به سیستم را اندازه‌گیری کرد. با تغییر کدام بخش حساسیت شتاب‌سنج افزایش نمی‌یابد؟



- ۱) کاهش ثابت (k) فنر
- ۲) ضخیم‌تر کردن قسمت فنری (با ثابت ماندن k)
- ۳) افزایش سطح در بخش خازنی
- ۴) سنگین‌تر کردن یا بزرگ‌تر کردن بخش جرم



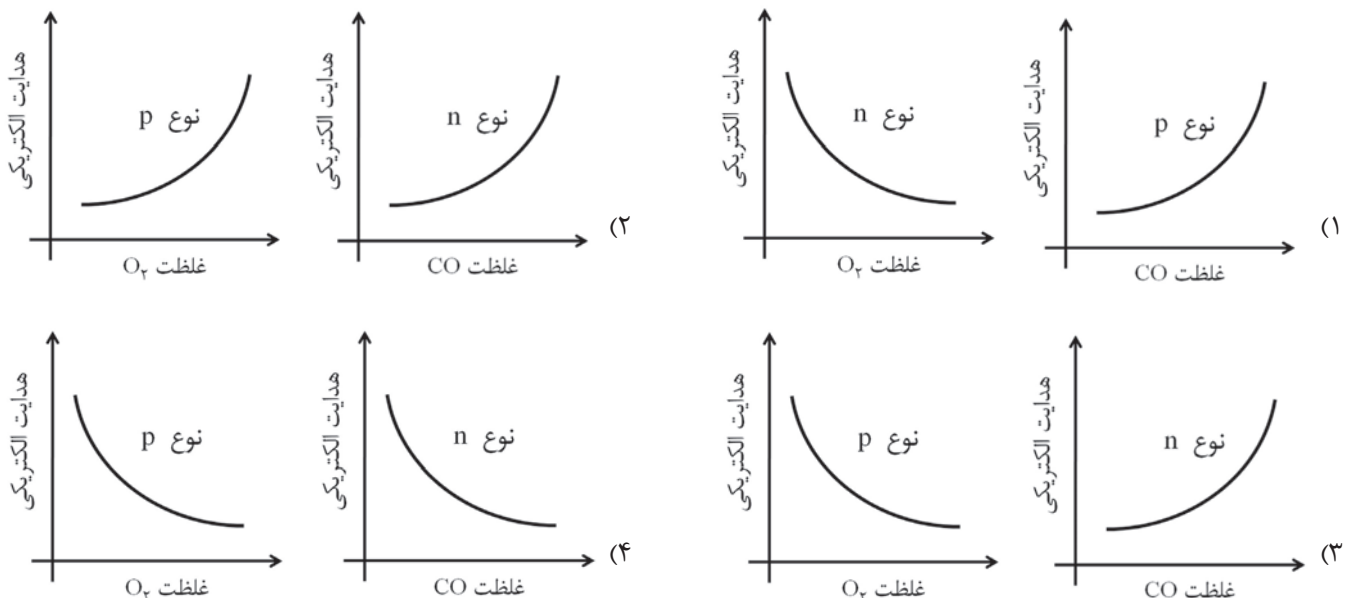
۴۰. یکی از روش‌های شناسایی مواد مجهول (با نماد X) استفاده از نانوذراتی از طلا است که روی آنها یک ماده با خاصیت فلورسانس (با نماد F) با استفاده از گروه تیول ($HS-$) متصل شده است. در کنار این موضوع، وجود سایر گروه‌های تثبیت شده (با نماد A)، که قابلیت اتصال انتخابی به مولکول‌های مشخصی را دارند) روی نانوذرات طلا به گونه‌ای است که موجب تغییر طول موج جذب این نانوذرات می‌شود. شرایط ایجاد شده در نهایت منجر به خاموشی ساختار تشکیل شده (عدم مشاهده فعالیت فلورسانسی ساختار) می‌گردد. ورود ماده‌ای مجهول (X) با قابلیت اتصال انتخابی به گروه‌های (A) موجود روی نانوذرات طلا، موجب روشن شدن مجدد این ساختار می‌شود. به این ترتیب امکان شناسایی مواد مجهول (X) با حسگرهای انتخابی وجود دارد.

با توجه به این توضیحات کدامیک از جملات در مورد این روش صحیح است؟

- (۱) مبنای این روش رقابت بین ماده مجهول (X) و ماده فلورسانس (F) برای اتصال به سطح طلا است.
- (۲) ماده فلورسانس (F) به این دلیل خاموش می‌شود که محدوده نشر نور آن برابر جذب نانوذرات طلا است.
- (۳) مبنای این روش دفع ماده فلورسانس (F) از سطح نانوذره طلا به دلیل اتصال انتخابی گونه مجهول (X) بر روی سطح نانوذره می‌باشد.
- (۴) دلیل روشن شدن مجدد ساختار، خاصیت فلورسانسی ماده مجهول (X) است.

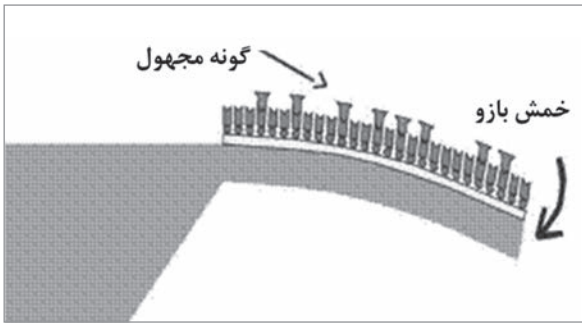
۴۱. یکی از مهم‌ترین فرایندهای شناسایی گونه‌های مجهول توسط حسگرها تغییر میزان رسانایی ماده حسگر در حضور گونه مجهول است. به این صورت که با وارد شدن ماده‌ای که قرار است حضور آن در محیط آشکار گردد، مقدار رسانایی حسگر کم یا زیاد شده و حضور این ماده آشکار می‌شود. نانوسیم‌های نیمه‌رسانای اکسید فلزی که قابلیت واکنش شیمیایی با ماده مجهول را دارند، یکی از پرکاربردترین نانومواد مورد استفاده در ساخت نانوحسگرهای گازی هستند.

«اکسایش» واکنشی است که در آن عامل اکسنده (مانند اکسیژن) الکترون‌های ماده اکسید شونده را جذب می‌کند و در واکنش «احیاء» ماده احیاگر (مانند کربن مونوکسید) به ماده احیاء شونده الکترون می‌دهد. در صورت استفاده از نانوسیم‌های نیمه‌رسانای نوع n و p به عنوان حسگر در شناسایی، کدامیک از گزینه‌های زیر تغییرات هدایت الکتریکی حسگر در حضور گازهای اکسنده و احیاگر را به درستی نشان می‌دهد؟



۴۲. برای پایدارسازی ابعادی نانوسامانه‌های دارویی در سیستم گردش خون، کدام روش مناسب‌تر است؟

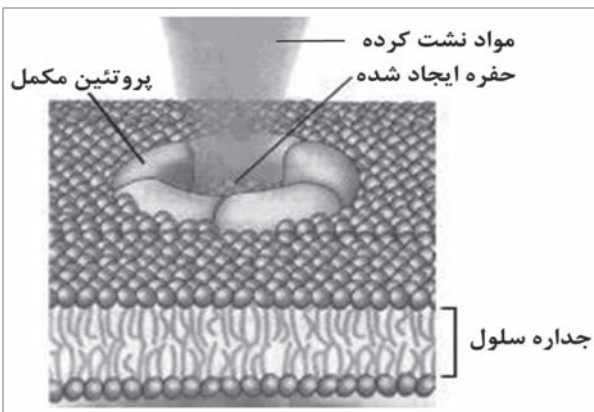
- (۱) تنظیم pH محلول حاوی نانوسامانه در حین فرآیند تولید به منظور باردار کردن سامانه دارویی
- (۲) استفاده از امواج فراصوت (اولتراسونیک) بر روی محلول حاوی دارو قبل از تزریق
- (۳) اتصال مولکول‌ها یا پلیمرهای ویژه به سطح نانوسامانه دارویی
- (۴) آب‌گریز کردن نانوسامانه دارویی



۴۳. استفاده از آرایه‌ای از بازوهای الکترومکانیکی برای شناسایی انواع گونه‌های مجهول خصوصاً عوامل بیماری‌زا یکی از نویدبخش‌ترین دست‌آوردهای نانویست فناوری است. در این سامانه‌ها مولکول‌های زیستی که صرفاً امکان اتصال به گونه‌ای خاص را دارند بر روی بازوی انعطاف‌پذیر نشانده می‌شوند. در صورت اتصال مولکول جدیدی به مولکول‌های شناساگر، بازو به نحوی که در شکل زیر نشان داده شده است تغییر شکل داده و وجود گونه مجهول آشکار می‌شود. با توجه به این توضیحات، استفاده از

چه نوع مولکول زیستی برای اتصال انتخابی به عنوان شناساگر و چه نوع ماده‌ای برای ساخت بازوی چنین آشکارسازی برای تشخیص عوامل بیماری‌زا مناسب است؟

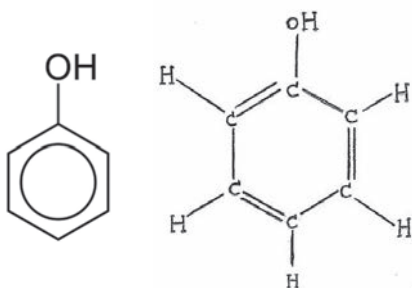
- (۱) آنتی ژن - مکانوکرومیک (۲) آنتی ژن - پیزوالکتریک (۳) آنتی بادی - مکانوکرومیک (۴) آنتی بادی - پیزوالکتریک



۴۴. «پروتئین‌های مکمل» گروه خاصی از مولکول‌های بدن هستند که در حالت عادی به صورت غیرفعال در خون در حال گردش می‌باشند. این پروتئین‌ها در برخورد با میکروب‌ها فعال شده و با کمک یکدیگر ساختارهایی حلقه مانند تشکیل می‌دهند. این ساختارها منافذی در غشای میکروب ایجاد می‌کنند و به این ترتیب باعث نشت مواد درونی آنها به خارج و سرانجام مرگشان می‌شوند.

با پیشرفت فناوری نانو دانشمندان در پی آن هستند که با مکانیسم‌های مختلف (از جمله ترندهای خود سیستم ایمنی بدن) به مبارزه با میکروب‌ها بپردازند. کدامیک از نانومواد می‌تواند نقش پروتئین‌های مکمل را ایفا کند؟

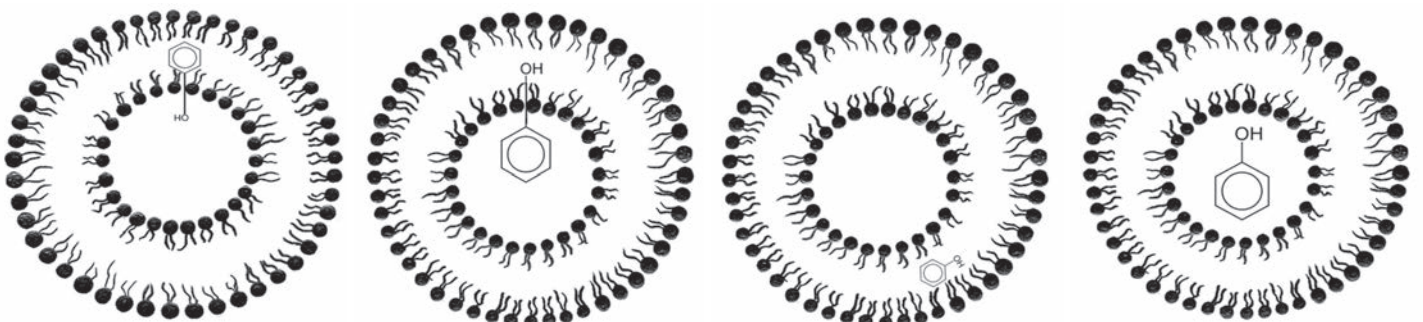
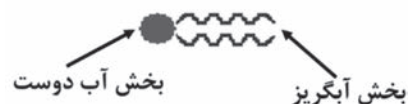
- (۱) نانولوله پیتیدی (۲) نانومیله (۳) لیپوزوم (۴) دندریمر



شکل اختصاری

فرمول ساختاری

۴۵. فنول ماده‌ای سمی است که فرمول ساختاری آن و شکل اختصاری این فرمول به صورت مقابل می‌باشد. اگر بتوان از این ماده به عنوان عاملی برای از بین بردن برخی بیماری‌ها در بدن استفاده کرد، باید آن را داخل ماده‌ای مانند لیپوزوم قرار داد. شکل قرارگیری فنول در کدام یک از ساختارهای لیپوزومی زیر، در داخل بدن، صحیح می‌باشد؟ توضیح: لیپوزوم‌ها از تجمع مولکول‌های دوگانه دوست به شکل زیر ساخته می‌شوند:



(۴)

(۳)

(۲)

(۱)



۴۶. کدام یک از گزینه‌های زیر ویژگی‌های مناسب برای یک سامانه دارورسانی نانویی را بیان می‌کند؟

- ۱) اندازه بسیار کوچک برای فرار از سیستم‌های دفاعی بدن (حدود ۱۰ نانومتر)، زیست‌سازگاری و زیست تخریب‌پذیری
- ۲) وجود عوامل تشخیصی و ردیابی، وجود قابلیت بارگذاری داروهای متفاوت
- ۳) وجود قابلیت انباشته شدن در اندامک‌های سلولی
- ۴) همه موارد

۴۷. از نانوذرات مغناطیسی مانند اکسید آهن برای بهبود کیفیت تصویر در تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI) استفاده می‌شود. برای این منظور سطح این ذرات با دسته‌ای از مولکول‌ها و گروه‌های عاملی اصلاح می‌شود. کدام مورد از اهداف این اصلاح سطح نیست؟

- ۱) کاهش سمیت ذرات
- ۲) تسهیل اتصال آنتی بادی به آنها
- ۳) افزایش پایداری فیزیکوشیمیایی ذرات در بدن
- ۴) بهبود خواص مغناطیسی ذرات

۴۸. کدامیک از گزینه‌های زیر در مقایسه منابع الکترونی به کار رفته در تفنگ الکترونی TEM صحیح نیست؟

- ۱) فیلمان تنگستن دمای کاری بالایی دارد، اما مدت عمر نسبتاً کوتاهی دارد.
- ۲) مقدار خلأ مورد نیاز در بلور LaB₆ بسیار کمتر از مقدار خلأ مورد نیاز در نشر میدانی سرد است.
- ۳) دمای کاری بلور LaB₆ از سایر منابع الکترونی بالاتر است.
- ۴) تابع کار فیلمان تنگستن بیشتر از LaB₆ است.

۴۹. دانش‌آموزی در عکس‌برداری از نمونه خود به وسیله میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) بخش‌هایی از تصویر را کاملاً سفید مشاهده می‌کند. علت این پدیده چیست؟

- ۱) نمونه نارساست و تعداد زیادی الکترون در این نقطه تجمع کرده‌اند.
- ۲) نمونه نارساست و هیچ الکترونی از این نقاط عبور نکرده‌اند.
- ۳) نمونه رساناست و عکس‌برداری با ولتاژ پایین صورت گرفته است.
- ۴) نمونه رساناست و مقادیر زیادی الکترون از این نقاط عبور کرده‌اند.

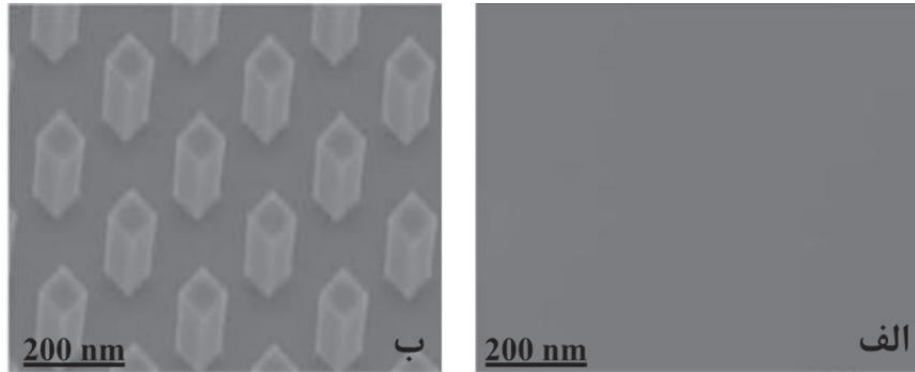
۵۰. یک نمونه سرامیکی چند فازی برای تصویربرداری با میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) با طلا پوشش داده شده است. به دلیل طولانی شدن زمان پوشش‌دهی، ضخامت پوشش طلا از حد متعارف تجاوز کرده است. در تصویربرداری و مطالعه این نمونه با SEM چه مشکلی ممکن است ایجاد شود؟

- ۱) مشاهده ذرات طلا در تصاویر با بزرگ‌نمایی زیاد
- ۲) تغییر مورفولوژی و ظاهر نمونه در تصاویر با بزرگ‌نمایی زیاد
- ۳) عدم امکان مشاهده تفاوت عناصر سبک و سنگین در تصویر الکترون برگشتی
- ۴) هر سه مورد صحیح است

۵۱. شما به عنوان اپراتور میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) قصد دارید از سطح یک ماده با دقت ۱۰ نانومتر در صفحه XY و در مد ضربه‌ای تصویربرداری کنید. چنانچه سرعت حرکت نوک (tip) میکروسکوپ ۱۲ میکرومتر بر دقیقه باشد، میزان فرکانس نوسان (تعداد برخورد در ثانیه) مناسب چند هرتز است؟



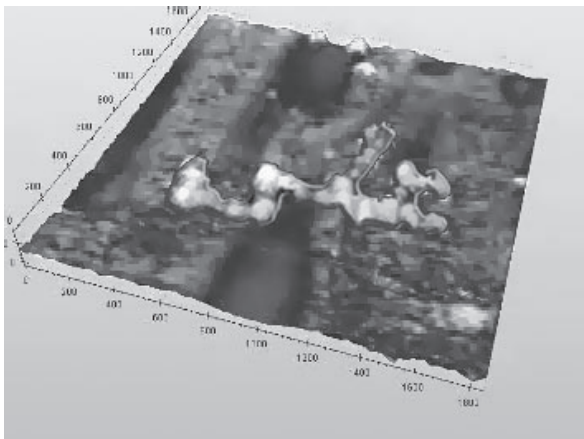
۵۲. بر روی سطح صاف یک ویفر سیلیکونی آرایه‌ای از نانومیله‌های مربعی با فرآیند لیتوگرافی ایجاد شده است. در صورتی که بخواهیم با استفاده از میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) از سطح ویفر پیش از لیتوگرافی (شکل الف) و پس از لیتوگرافی (شکل ب) تصویربرداری کنیم کدام گزینه انتخاب بهتری برای نوک (tip) میکروسکوپ است؟



تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) ویفر سیلیکونی پیش و پس از لیتوگرافی

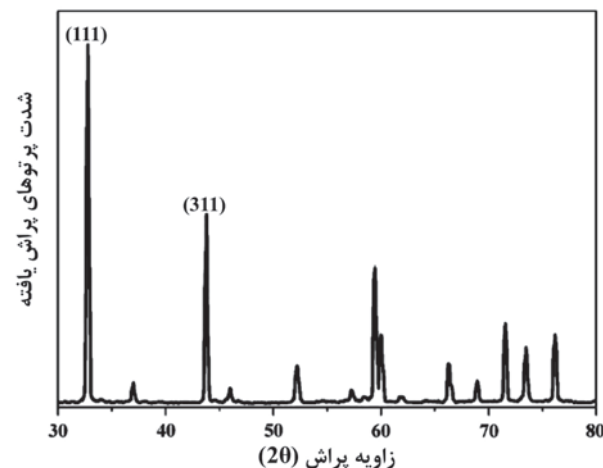
- ۱) زیرلایه الف: پروب با نوک سیلیکونی تیز - زیرلایه ب: پروب با نوک T شکل
- ۲) زیرلایه الف: پروب با نوک T شکل - زیرلایه ب: پروب با نوک نانولوله کربنی تک جداره
- ۳) زیرلایه الف: پروب با نوک کروی - زیرلایه ب: پروب با نوک نانولوله کربنی تک جداره
- ۴) زیرلایه الف: پروب با نوک T شکل - زیرلایه ب: پروب با نوک سیلیکونی تیز

۵۳. طرح نشان داده شده در شکل زیر از تغییر چیدمان اتم‌های طلا با دقتی نزدیک به دقت اتمی بر روی یک زیرلایه فلزی ایجاد شده است. امکان ایجاد چنین طرحی با استفاده از کدام روش یا وسیله وجود دارد؟
(نکته: تصویر واقعی به منظور مناسب‌سازی برای استفاده در این دفترچه توسط نرم‌افزارهای گرافیکی پردازش شده است.)



- ۱) حکاکی باریکه الکترونی (EBL)
- ۲) میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)
- ۳) میکروسکوپ تونل‌زنی روبشی (STM)
- ۴) حکاکی باریکه پرتوی فرابنفش (UV)

۵۴. شکل زیر نمونه اطلاعات ثبت شده در روش پراش پرتو ایکس (XRD) از یک نمونه پودری است. در مورد قله‌های مشاهده شده کدامیک از گزینه‌های زیر صحیح است؟



- ۱) اختلاف زاویه پراش مشاهده شده برای صفحه‌های (۱۱۱) و (۳۱۱) ناشی از متفاوت بودن فاصله بین صفحه‌های آنها می‌باشد.
- ۲) اختلاف زاویه پراش مشاهده شده برای صفحه‌های (۱۱۱) و (۳۱۱) ناشی از متفاوت بودن آرایش و جنس اتم‌های این صفحات می‌باشد.
- ۳) اختلاف شدت پرتو ایکس بازتابیده مشاهده شده برای صفحه‌های (۱۱۱) و (۳۱۱) ناشی از متفاوت بودن فاصله بین صفحه‌های آنها می‌باشد.
- ۴) اختلاف شدت پرتو ایکس بازتابیده مشاهده شده برای صفحه‌های (۱۱۱) و (۳۱۱) ناشی از متفاوت بودن چگالی آنها می‌باشد.



۵۵. در صورت تابش باریکه نور به محیط تاریک، ذرات ریز گرد و غبار که در شرایط عادی قابل رویت نیستند به شکل نقاط براقی به صورت لحظه‌ای در باریکه نور دیده می‌شوند و باریکه نور بر اثر برخورد با این ذرات متفرق می‌شود. دلیل وقوع این پدیده، اساس کدامیک از روش‌های زیر در مطالعه نانوذرات است؟

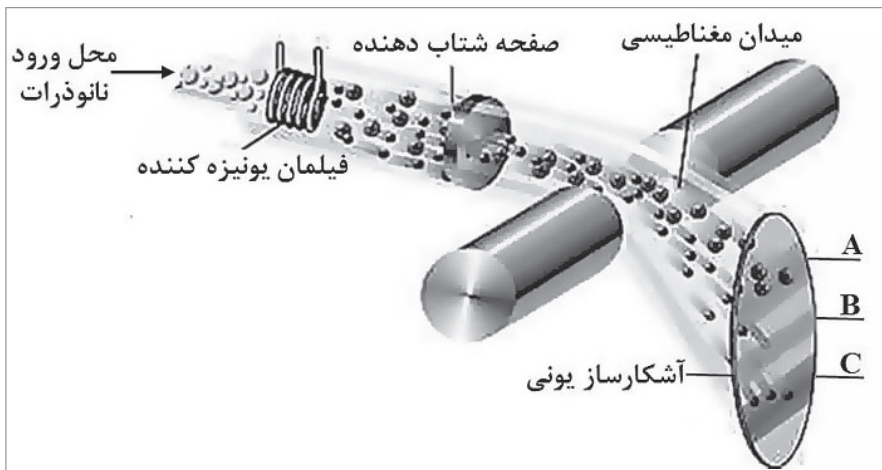
(۱) طیف نگاری فرابنفش - مرئی (UV-Vis)

(۲) میکروسکوپ نوری روبشی میدان نزدیک (SNOM)

(۳) پراکندگی نور پویا (DLS)

(۴) این پدیده، یک پدیده میکرومتری است و بنابراین اساس آن مبنای هیچ روشی برای مطالعه نانوذرات نخواهد بود.

۵۶. طیف‌سنج جرمی دستگاهی است که ذرات را باردار کرده و در یک میدان الکتریکی شتاب می‌دهد؛ فرایند یونیزه کردن ذرات به نحوی است که بار تمامی ذرات یکسان است. ذرات شتاب‌دار در ادامه مسیر وارد یک میدان مغناطیسی می‌شوند و در اثر نیروی وارد شده از مسیر مستقیم حرکت خود منحرف می‌شوند. شکل زیر طرحی از ساختار و عملکرد طیف‌سنج جرمی را نشان می‌دهد. ۳ نانوذره A، B، و C با جرم‌های متفاوت وارد طیف‌سنج جرمی شده و در انتهای مسیر شتاب‌دهنده با سرعت برابر وارد میدان مغناطیسی می‌شوند. این ذرات در پایان مسیر بر روی آشکارساز به شکل مشخص شده در تصویر زیر آشکار شده‌اند. کدام گزینه ترتیب افزایش جرم این ذرات را از راست به چپ به درستی نشان می‌دهد؟



(۱) A, B, C

(۲) C, B, A

(۳) میزان انحراف علاوه بر جرم به چگالی ذرات وابسته است.

(۴) میزان انحراف مستقل از جرم بوده و وابسته به خواص مغناطیسی ذرات می‌باشد.

۵۷. در شبیه‌سازی دینامیک مولکولی، محاسبات برای تک تک ذرات تشکیل دهنده سیستم انجام می‌شود. با توجه به تعداد بسیار بالای ذرات تشکیل دهنده سیستم‌های مورد مطالعه و در نتیجه حجم بسیار زیاد محاسبات مورد نیاز سعی می‌شود، در صورت وجود شرایط مساعد، نمونه‌ای با کم‌ترین جمعیت ممکن از ذرات تشکیل دهنده سیستم در نظر گرفته شده و فرض می‌شود سیستم اصلی مورد مطالعه از تکرار تعداد زیادی از این نمونه ایجاد می‌شود (مانند سلول واحد در ساختارهای بلوری). به عنوان مثال فرض می‌شود که شرایط در مرزهای این نمونه تکرار شونده است و ذره خروجی از هر طرف نمونه، از سمت مقابل وارد سیستم می‌شود (شرایط مرزی دوره‌ای). استفاده از چنین فرضی برای کدامیک از گزینه‌های زیر نادرست است؟

(۱) مطالعه خاصیت روان کاری بین صفحات گرافیت

(۲) مطالعه یک فولرن (C_{60}) تحت فشار بالا

(۳) مطالعه یک نانولوله به طول $1 \mu m$ در حال کشش

(۴) مطالعه یک صفحه گرافن با طول و عرض $1 \mu m$ قرار گرفته در زمینه پلیمری



با توجه به توضیحات زیر، به پرسش‌های ۵۸، ۵۹ و ۶۰ پاسخ دهید.

یکی از الگوهای ارزیابی فناوری «الگوی پلکانی» نام دارد. این الگو برای ارزیابی قابلیت‌های فناوری کشورها و مقایسه آنها با یکدیگر به کار می‌رود. الگوی پلکانی چهار نوع دولت را بر اساس میزان قابلیت آنها برای توسعه یک فناوری یا دسته‌ای از فناوری‌ها تشخیص می‌دهد. این چهار دسته عبارت‌اند از نوع A یا «خیلی ضعیف» تا نوع D یا «خیلی قوی». به توضیحاتی که در ادامه در مورد این چهار دسته مطرح شده است، دقت کنید:

دولت نوع A: دولت ناآگاه و منفعل

دولت‌های نوع A به دلایل مختلف نیاز به ایجاد قابلیت برای توسعه فناوری را تشخیص نمی‌دهند و معمولاً در وضعیتی هستند که در آن نیازهای دیگری مانند «بهداشت و آموزش عمومی» اولویت بیشتری نسبت به «توسعه فناوری» دارند. این کشورها سیاست و برنامه‌ای برای رشد فناوری‌ها ندارند و حتی ممکن است از روند توسعه فناوری‌های جدید در سطح بین‌المللی ناآگاه باشند.

دولت نوع B: دولت واکنشگر

دولت‌های نوع B نیاز به بهبود قابلیت‌های فناوری را به خاطر اهدافی مانند توسعه کشور و رشد صادرات تشخیص داده‌اند و تلاش‌هایی را برای توسعه فناوری‌های جدید انجام می‌دهند. اما چنین کشورهایی منابع داخلی محدودی دارند و فاقد مهارت‌های کلیدی و افراد باتجربه در توسعه فناوری هستند. به همین دلیل، آنها توانایی محدودی برای مشارکت و رقابت در سطح بین‌المللی دارند و در نتیجه، نمی‌توانند روند توسعه فناوری را به نفع خودشان شکل دهند.

دولت نوع C: دولت راهبردی

دولت‌های نوع C دانش مناسبی درباره چگونگی ارتقای قابلیت‌های فناوری در کشورشان دارند. آنها می‌توانند برنامه‌های توسعه فناوری را در سطح ملی به خوبی اجرا کنند. این کشورها ابتدا اهداف خود را تعیین می‌کنند و پس از آن، می‌توانند راهبردهای مناسبی را برای دستیابی به این اهداف طراحی کنند. این کشورها برای ارتقاء قابلیت‌های خود در زمینه فنی و مدیریتی برنامه‌ریزی می‌کنند و راهبردهایی را نیز برای انتقال و جذب فناوری‌ها تدوین می‌کنند. همچنین، این کشورها همکاری‌های گسترده‌تری با کشورهای دیگر دارند.

دولت نوع D: دولت رهبر

دولت‌های نوع D رهبران بین‌المللی در حوزه توسعه فناوری هستند و می‌توانند قابلیت‌های فناوری خود را به سرعت بهبود دهند. این دولت‌ها از تلاش‌های صنایع پیشرو حمایت می‌کنند تا فناوری‌های جدید را توسعه دهند و در شکل‌گیری این فناوری‌ها در سطح بین‌المللی سهم می‌شوند. آنها راهبردهای مناسبی را برای نوآوری در حوزه فناوری طراحی و اجرا می‌کنند و همچنین، از توانایی بالایی در مدیریت فناوری برخوردار هستند.

۵۸. کدام یک از انواع دولت‌های بیان شده بیشتر به دلیل نداشتن نیروی انسانی مناسب در حوزه فناوری مورد نظر از گردونه رقابت با سایر دولت‌ها حذف می‌شوند؟

(۱) دولت‌های نوع A

(۲) دولت‌های نوع B

(۳) دولت‌های نوع C

(۴) دولت‌های نوع D



۵۹. کدام یک از عوامل زیر تاثیر کمتری بر تعیین وضعیت کشورها در حوزه فناوری نانو مطابق با الگوی پلکانی دارد؟

- (۱) تلاش‌های کشور برای بهبود شرایط کسب و کار
- (۲) سطح دسترسی شهروندان به اینترنت
- (۳) سرمایه‌گذاری‌های پیشین برای توسعه صنایع پیشرو در حوزه فناوری نانو
- (۴) سطح همکاری‌های علمی با کشورهای پیشرو

۶۰. روشن است که وضعیت کشورها در این الگو در طول زمان تغییر می‌کند. با توجه به فعالیت‌های ایران در زمینه توسعه فناوری نانو در سال‌های اخیر، کدام گزینه وضعیت کشورمان را مطابق با الگوی پلکانی بهتر توصیف می‌کند؟

- (۱) نوع A
- (۲) در تلاش برای گذر از نوع A به نوع B
- (۳) در تلاش برای گذر از نوع B به نوع C
- (۴) در تلاش برای گذر از نوع C به نوع D



فرم نظرسنجی شماره ۱

خواهشمند است پرسش‌های زیر را با دقت مطالعه و پاسخ‌گویی نمایید. (لطفاً یکی از گزینه‌ها به عنوان نظر نهایی انتخاب شود)
قطعاً پاسخ‌های شما در بهبود برنامه‌های باشگاه نانو موثر خواهد بود. همچنین به منظور قدردانی از شما به پاسخ‌دهندگان هر دو نظرسنجی به قید قرعه هدایایی تعلق می‌گیرد.

۹۱. از چه زمانی با سایت باشگاه نانو آشنا شده‌اید؟
(۱) اصلاً سایت را نمی‌شناسم (۲) کمتر از شش ماه (۳) بین شش ماه تا یک سال گذشته (۴) بیش از یک سال

۹۲. چه مقدار از مقالات سایت را مطالعه کرده‌اید؟
(۱) مقالات سایت را مطالعه نکرده‌ام (۲) کمتر از ۲۰ مقاله سایت را مطالعه کرده‌ام
(۳) بیشتر از ۲۰ مقاله سایت را مطالعه کرده‌ام (۴) بیش از ۵۰ مقاله سایت را مطالعه کرده‌ام

۹۳. مقالات سایت باشگاه نانو را مفید و مناسب برای دانش آموزان ارزیابی می‌کنم.
(خالی گذاشتن گزینه‌ها به معنای "نظری ندارم" است)
(۱) کاملاً مخالف هستم (۲) تا حدودی مخالف هستم (۳) تا حدودی موافق هستم (۴) کاملاً موافق هستم

۹۴. معمولاً به کدام بخش‌های سایت باشگاه نانو مراجعه می‌کنید؟ (بیش از یک گزینه هم مجاز است)
(۱) مقالات (۲) اخبار (۳) آموزش (۴) زنگ نانو

۹۵. سایت باشگاه نانو در اطلاع‌رسانی اخبار المپیاد موفق بود. (خالی گذاشتن گزینه‌ها به معنای "نظری ندارم" است)
(۱) کاملاً مخالف هستم (۲) تا حدودی مخالف هستم (۳) تا حدودی موافق هستم (۴) کاملاً موافق هستم

۹۶. نظر شما در خصوص راه‌اندازی شبکه اجتماعی دانش‌آموزی نانو در سایت باشگاه چیست؟
(۱) کاملاً مخالف هستم (۲) تا حدودی مخالف هستم (۳) تا حدودی موافق هستم (۴) کاملاً موافق هستم

۹۷. برای شرکت در المپیاد نانو کتاب‌های منتشر شده توسط باشگاه نانو را مطالعه کرده‌ام.
(۱) هیچ‌کدام از (۲) تعداد کمی از (۳) تعداد زیادی از (۴) همه



۹۸. قبل از ثبت نام در آزمون المپیاد نانو کتاب‌های منتشر شده توسط باشگاه نانو را مطالعه کرده‌بودم.

- (۱) هیچکدام از (۲) تعداد کمی از (۳) تعداد زیادی از (۴) همه

۹۹. در آزمون‌های آزمایشی آمادگی المپیاد دانش آموزی نانو ...

- (۱) یکبار شرکت کرده ام (۲) بیش از یکبار شرکت کرده ام (۳) شرکت نکرده ام (۴) از برگزاری آزمون اطلاع نداشته ام

۱۰۰. انگیزه شما از شرکت در المپیاد نانو کدام گزینه است؟

(خالی گذاشتن گزینه‌ها به معنای "هیچکدام" است)

- (۱) آشنایی با فناوری نانو (۲) شرکت در اردوی مرحله عملی (۳) ادامه تحصیل در رشته نانو (۴) انگیزه خاصی نداشتم

۱۰۱. آیا از هیچ یک از ۴۹ آزمایشگاه دانش آموزی فناوری نانو راه اندازی شده در سراسر کشور بازدید نموده اید؟

- (۱) بله (۲) خیر (۳) هنوز شرایط بازدید مهیا نشده است (۴) از راه اندازی آزمایشگاه‌های دانش آموزی اطلاعی ندارم

۱۰۲. به نظر شما کدام یک از موارد زیر برای توسعه شبکه آزمایشگاه‌های دانش آموزی فناوری نانو اولویت دارد؟

- (۱) افزایش تعداد آزمایشگاه‌های دانش آموزی (۲) بکارگیری کارشناسان بیشتر در آزمایشگاه‌ها
(۳) برگزاری کارگاه‌ها و سمینارهای آشنایی با تجهیزات فناوری نانو (۴) حمایت بیشتر از طرح‌های دانش آموزی انجام شده در آزمایشگاه‌ها

۱۰۳. از برگزاری " جشنواره پروژه‌های دانش آموزی نانو "

- (۱) هیچ اطلاعی ندارم (۲) فقط شنیده‌ام اما جزییاتش را نمی‌دانم
(۳) با جزییات کامل اطلاع دارم اما اعتمادی به آن ندارم (۴) با جزییات کامل اطلاع دارم و به آن اعتماد دارم

۱۰۴. چه مقدار در فعالیت‌های مرتبط با فناوری نانو در پژوهش‌سراها آموزش و پرورش شرکت داشته‌اید

- (۱) با پژوهش‌سرا های آموزش و پرورش آشنایی ندارم (۲) با پژوهش‌سراها آشنایی دارم، ولی هیچ فعالیت مرتبط با نانو در آنجا نداشته‌ام
(۳) در کلاس‌های فناوری نانو پژوهش‌سرا شرکت کرده‌ام (۴) در انجام پروژه‌های فناوری نانو پژوهش‌سرا همکاری داشته‌ام

۱۰۵. کتاب‌های درسی باید بیشتر در مورد فناوری نانو مطلب و محتوای آموزشی داشته باشند(خالی گذاشتن گزینه‌ها به معنای "نظری ندارم" است)

- (۱) کاملاً مخالف هستم (۲) تا حدودی مخالف هستم (۳) تا حدودی موافق هستم (۴) کاملاً موافق هستم

۱۰۶. آیا به منظور آمادگی برای شرکت در المپیاد در کلاس(ها) یا دوره خاصی شرکت کرده‌اید

- (۱) خیر اصلاً شرکت نکرده‌ام (۲) بلی فقط در یک دوره شرکت کرده‌ام (۳) بلی در چندین دوره و کلاس مختلف شرکت کرده‌ام



۱۰۷. آیا در مدرسه شما برنامه ای با موضوع فناوری نانو برگزار می‌شود؟ (بیشتر از یک گزینه هم می‌توانید انتخاب کنید)

- ۱) بله توسط مدرسه و با همکاری معلمان آن برگزار می‌شود
- ۲) بله توسط مدرسه و با همکاری دانش آموزان برگزار می‌شود
- ۳) بله توسط مدرسه و با حضور اساتید خارج از مدرسه (دانشجو یا استاد دانشگاه) برگزار می‌شود
- ۴) خیر مدرسه تاکنون برنامه ای با موضوع نانو برگزار نکرده است

۱۰۸. به نظر شما برای موفقیت کشورمان در فناوری نانو بیشتر نیاز به کدام فرد متخصص داریم

- ۱) دانشمند علوم پایه مرتبط با نانو
- ۲) مهندس نانوفناوری
- ۳) مخترع نانو فناوری
- ۴) مدیر متخصص در فناوری نانو

۱۰۹. در مورد ارتباط علوم شیمی و فیزیک با دانش و فناوری نانو با کدام گزینه زیر موافق هستید

- ۱) دانش و فناوری نانو زیر مجموعه علوم پایه فیزیک و شیمی است
- ۲) امروزه شیمی و فیزیک زیر مجموعه‌ی دانش و فناوری نانو هستند
- ۳) "شیمی" و "فیزیک" و "دانش و فناوری نانو" سه مقوله مجزا و بی ارتباط با هم هستند
- ۴) "شیمی" و "فیزیک" و "دانش و فناوری نانو" سه مقوله مجزا و مرتبط با هم هستند

۱۱۰. ایران در بین کشورهای دیگر دنیا از نظر تولید علم نانو چه جایگاهی دارد؟

- ۱) رتبه ای بین ۱ تا ۱۰ دارد
- ۲) رتبه ای بین ۲ تا ۲۰ دارد
- ۳) رتبه ای بین ۳۰ تا ۴۰ دارد
- ۴) رتبه ای بین ۴۰ تا ۵۰ دارد



فرم نظرسنجی شماره ۲

خواهشمند است پرسش‌های زیر را با دقت مطالعه و پاسخ‌گویی نمایید. (لطفاً یکی از گزینه‌ها به عنوان نظر نهایی انتخاب شود) قطعاً پاسخ‌های شما در بهبود برنامه‌های باشگاه نانو موثر خواهد بود. همچنین به منظور قدردانی از شما به پاسخ‌دهندگان هر دو نظرسنجی به قید قرعه هدایایی تعلق می‌گیرد.

۱۱۱. سوالات آزمون المپیاد نانو فقط از منابع معرفی شده توسط باشگاه و مطالب کتب درسی دبیرستان طراحی شده بود.

(خالی گذاشتن گزینه‌ها به معنای "نظری ندارم" است)

(۱) کاملاً مخالف هستم (۲) تا حدودی مخالف هستم (۳) تا حدودی موافق هستم (۴) کاملاً موافق هستم

۱۱۲. سایت باشگاه نانو توانسته بود منابع آزمون المپیاد و نمونه سوالات را در اختیار تمام کاربران خود قرار دهد.

(خالی گذاشتن گزینه‌ها به معنای "نظری ندارم" است)

(۱) کاملاً مخالف هستم (۲) تا حدودی مخالف هستم (۳) تا حدودی موافق هستم (۴) کاملاً موافق هستم

۱۱۳. با دیدن سوالات آزمون المپیاد نانو، غافلگیر شدم (خالی گذاشتن گزینه‌ها به معنای "نظری ندارم" است)

(۱) کاملاً مخالف هستم (۲) تا حدودی مخالف هستم (۳) تا حدودی موافق هستم (۴) کاملاً موافق هستم

۱۱۴. در مجموع سوالات آزمون المپیاد نانو بودند. (خالی گذاشتن گزینه‌ها به معنای "نظری ندارم" است)

(۱) خیلی آسان (۲) آسان (۳) سخت (۴) خیلی سخت

۱۱۵. بطور کلی از کیفیت برگزاری آزمون المپیاد و مراحل مختلف آن رضایت دارم (خالی گذاشتن گزینه‌ها به معنای "نظری ندارم" است)

(۱) کاملاً مخالف هستم (۲) تا حدودی مخالف هستم (۳) تا حدودی موافق هستم (۴) کاملاً موافق هستم

۱۱۶. آیا شرکت در المپیاد نانو باعث آشنایی شما با فناوری نانو شد؟ چه میزان؟ (خالی گذاشتن گزینه‌ها به معنای "نظری ندارم" است)

(۱) بله، کاملاً (۲) بله، تا حدودی (۳) خیر، از قبل آشنا بودم (۴) خیر، به دلخواه در المپیاد ثبت نام نکردم

۱۱۷. المپیاد نانو چقدر در ارتقاء مفاهیم نانو به شما کمک کرده است؟

(خالی گذاشتن گزینه‌ها به معنای "نظری ندارم" است)

(۱) کاملاً (۲) حدوداً (۳) خیلی کم (۴) اصلاً

پاسخنامه آزمون مرحله اول ششمین المپیاد دانش آموزی علوم و فناوری نانو

سوال ۱

گزینه ۲ صحیح است. نانو پیشوندی به معنی یک میلیارد است که می تواند قبل از بسیاری از واحدها بیاید. ولی آنچه در فناوری نانو مورد نظر است ساخت تجهیزات در اندازه های نانومتر است.

سوال ۲

گزینه ۴ صحیح است. کاهش اندازه ذره باعث کاهش دمای ذوب می شود و نه افزایش آن.

سوال ۳

گزینه ۱ صحیح است. در نقاط کوانتومی کوچک تر، گاف انرژی بزرگ تر است و در نقاط کوانتومی بزرگ تر، گاف انرژی کوچک تر. بنابراین، با تاباندن پرتوی فرا بنفش به نقاط کوانتومی کوچک تر، الکترون هایی که به نوار انرژی بالاتر می روند، هنگام از دست دادن انرژی اضافی و بازگشت به حالت پایدار، گاف انرژی بزرگ تری را طی می کنند و لذا پرتوی نور مرئی ای که ساطع می کنند دارای انرژی بیش تر، و متمایل به رنگ آبی است.

سوال ۴

گزینه ۳ صحیح است. در نیمه رساناها با افزایش دما، الکترون های نوار ظرفیت با جذب انرژی به نوار رسانش منتقل می شوند. از اینرو به دلیل افزایش تعداد الکترون های نوار رسانش و حفره های نوار ظرفیت، مقاومت ویژه الکتریکی کاهش یافته و در نتیجه رسانایی بیشتر می شود.

سوال ۵

گزینه ۳ صحیح است. با کوچکتر شدن ذرات نسبت سطح به حجم افزایش می یابد. از اینرو منحنی که نشان دهنده تغییرات نسبت سطح به حجم، نسبت به تغییرات قطر ذره است، با کاهش اندازه ذرات رشد سریعی خواهد داشت.

سوال ۶

گزینه ۱ صحیح است. جرم و چگالی تمام این ذرات با یکدیگر برابر است. بنابراین حجم آن ها نیز یکسان است. هر نمونه ای که نسبت سطح به حجم بالاتری داشته باشد، مساحت بیشتر و واکنش بیشتری را در اختیار قرار می دهد.

نسبت سطح به حجم کره از تمام شکل های هندسی دیگر کمتر است. برای مقایسه دو نمونه مکعبی و استوانه ای به روش زیر عمل می کنیم:

$$V_{\text{مکعب}} = V_{\text{استوانه}} \Rightarrow a^3 = \pi r^2 h \xrightarrow{h=4r} a^3 = 4\pi r^3 \Rightarrow a = r\sqrt[3]{4\pi}$$

$$\begin{cases} S_{\text{مکعب}} = 6a^2 \\ S_{\text{استوانه}} = 2\pi r^2 + 2\pi rh = 10\pi r^2 \end{cases} \xrightarrow{a=r\sqrt[3]{4\pi}} \frac{S_{\text{مکعب}}}{S_{\text{استوانه}}} = \frac{6(\sqrt[3]{4\pi})^2}{10\pi} = \frac{6}{10} \sqrt[3]{\frac{16}{\pi}} = 1.048 > 1$$

بنابراین سطحی که مکعب در اختیار قرار می دهد، بیشتر از سطح در دسترس در استوانه ای با نسبت ارتفاع به شعاع قاعده ۴ است.

لازم به ذکر است که رابطه محاسبه سطح و حجم موارد فوق در فصل آخر هندسه ۱ دوم دبیرستان وجود دارد.

سوال ۷

گزینه ۴ صحیح است. پس از n مرحله طول ضلع مکعب های حاصل به $\frac{a}{2^n}$ می رسد. تعداد مکعب ها در هر مرحله ۸ برابر شده و پس از n مرحله

$$\text{برابر } 2^{3n} \text{ می شود. بنابراین مساحت کل برابر است با: } 2^{3n} \times 6 \times \left(\frac{a}{2^n}\right)^2 = 6 \times 2^n a^2$$

مساحت اولیه برابر با $6a^2$ است. بنابراین مساحت کل پس از n مرحله تقسیم، 2^n برابر می شود.

با توجه به اینکه حجم کل در این تغییرات ثابت است نسبت سطح به حجم نیز 2^n برابر خواهد شد.

پاسخنامه آزمون مرحله اول ششمین المپیاد دانش آموزی علوم و فناوری نانو

سوال ۸

گزینه ۳ صحیح است. حجم کل از مجموع حجم پوسته و حجم هسته به دست می آید. بنابراین:

$$V_{shell} = V_{total} - V_{core} \rightarrow \frac{V_{shell}}{V_{total}} = 1 - \frac{V_{core}}{V_{total}} = 1 - \frac{6^3}{10^3} = \frac{98}{125}$$

سوال ۹

گزینه ۱ صحیح است. زیرا نانو ذرات مقدار زیادی سطح در دسترس دارند و اتم های سطحی دارای انرژی بالاتری نسبت به اتم های حجمی هستند؛ از اینرو در هنگام واکنش این انرژی سطحی آزاد شده و باعث افزایش گرمای سوختن می شود.

سوال ۱۰

گزینه ۱ صحیح است. با اکسایش آلومینیوم لایه های بسیار نازک (چند نانومتر) از اکسید آلومینیوم بر روی آلومینیوم تشکیل شده و بخش های زیرین آن از اکسایش مصون می ماند. بنابراین به دلیل سطح در دسترس بسیار بیشتر نانوذرات آلومینیوم، میزان اکسید تشکیل شده بر روی نانوذرات بیشتر از اکسید تشکیل شده بر روی ذرات میکرومتری است. بنابراین در محصول اکسایش میکروذرات، میزان کمتری از ماده با چگالی بالاتر وجود دارد.

سوال ۱۱

گزینه ۴ صحیح است. ضریب فشردگی ساختار HCP برابر با ۰/۷۴ و ضریب فشردگی ساختار BCC برابر با ۰/۶۸ است. بنابراین:

$$\frac{1 - 0.68}{1 - 0.74} = 1.23$$

سوال ۱۲

گزینه ۱ صحیح است. سطوح A و B کاملاً مشابه هستند. پس مقادیر مربوط به آنها با یکدیگر برابر است.

بر روی یک شش ضلعی تنگ چین (صفحات A و B) سه دایره و بر روی وجه BCC یک اتم کامل جای می گیرد. بنابراین برای محاسبه چگالی اتمی سطحی بر حسب اتم بر سطح داریم:

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho_{A,C} = \frac{3}{2\sqrt{3}a^2} = \frac{2}{\sqrt{3}a^2} \xrightarrow{a=2r} \rho_{A,C} = \frac{1}{2\sqrt{3}r^2} \\ \rho_B = \frac{1}{a^2} \xrightarrow{a=\frac{4}{\sqrt{3}}r} \rho_B = \frac{3}{16r^2} \end{array} \right. \rightarrow \rho_{A,C} > \rho_B$$

گرچه بدون نیاز به محاسبه نیز می دانیم فشرده ترین صفحات بلوری با فشردگی بیش از ۹۰٪ صفحات تنگ چین مانند صفحات قاعده در HCP است.

به منظور محاسبه انرژی سطحی، با در نظر گرفتن سه اتم شکسته شده برای A و C چهار اتم شکسته شده برای B، از رابطه موجود در مقالات استفاده می کنیم:

$$\gamma = \frac{1}{2} N_b \epsilon \rho_a \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \gamma_{A,C} = \frac{1}{2} \times 3 \times \frac{2}{\sqrt{3}a^2} \epsilon = \frac{\sqrt{3}\epsilon}{a^2} \\ \gamma_B = \frac{1}{2} \times 4 \times \frac{1}{a^2} \epsilon = \frac{2\epsilon}{a^2} \end{array} \right. \rightarrow \gamma_{A,C} < \gamma_B$$

پاسخنامه آزمون مرحله اول ششمین المپیاد دانش آموزی علوم و فناوری نانو

سوال ۱۳

گزینه ۲ صحیح است. با اعمال فرآیند مکانیکی اندازه دانه‌ها کاهش و میزان مرزدانه‌ها که خود نوعی از ناکاملی محسوب می‌شود، افزایش یافته و در نتیجه بر اساس قانون هال - پچ استحکام مکانیکی قطعه فرایند شده افزایش خواهد یافت.

سوال ۱۴

گزینه ۳ صحیح است. در اثر ریز شدن دانه‌های قطعه فرایند شده تا زیر 100 nm ، ارتفاع پیک‌های الگوی پراش اشعه ایکس کاهش یافته و نیز این پیک‌ها پهن‌تر می‌شوند.

سوال ۱۵

گزینه ۳ صحیح است. با توجه به محدودیت‌های روش‌های ساخت نانوکامپوزیت‌های زمینه فلزی و همچنین تمایل ذاتی نانولوله‌های کربنی برای تجمع در کنار یکدیگر، توزیع نانولوله‌های کربنی درون زمینه دشوار است. با افزایش میزان نانولوله کربنی در زمینه فلزی، پراکندگی و توزیع یکنواخت آن‌ها در زمینه (در طی مراحل تولید نانوکامپوزیت) کاهش می‌یابد.

سوال ۱۶

گزینه ۱ صحیح است. در صورتی که بردار کایرال نانولوله‌ای موازی با پیوندهای کربن صفحه گرافن شوند، این نانولوله از نوع صندلی بوده و رسانا است.

سوال ۱۷

گزینه ۴ صحیح است. در ساختار یک فولرن، بدون در نظر گرفتن تعداد اتم‌های کربن، همواره ۱۲ پنج ضلعی وجود دارد.

سوال ۱۸

گزینه ۳ صحیح است. در فولرین‌ها می‌توان تعداد یال‌ها را با استفاده از نظریه گراف مولکولی محاسبه کرد که رابطه آن به شکل زیر است:

$$\text{تعداد پیوند ها} = \frac{5 \times n_5 + 6 \times n_6}{2}$$

که در آن (n_5) تعداد پنج ضلعی‌ها و (n_6) تعداد شش ضلعی‌ها می‌باشد.

همچنین از نظریه گراف می‌دانیم که تعداد پنج ضلعی‌ها همیشه برابر ۱۲ و تعداد شش ضلعی‌ها از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$\text{تعداد شش ضلعی‌ها} = \text{نصف تعداد اتم‌های کربن منهای } 10$$

که پس از محاسبه تعداد شش ضلعی‌ها برای فولرین C_{80} ۳۰ عدد می‌باشد. با جایگذاری اعداد بدست آمده در رابطه اول تعداد پیوند ها ۱۲۰ عدد می‌شود که پس از ضرب این تعداد در طول پیوند عدد ۱۶۸ حاصل می‌گردد.

سوال ۱۹

گزینه ۱ صحیح است. هرچه تعداد پیوندهای C-C بیشتر باشد، آنتالپی تشکیل فولرن بیشتر می‌شود.

سوال ۲۰

گزینه ۲ صحیح است. در این فولرین ۱۲ پنج ضلعی و ۲۰ شش ضلعی وجود دارد. بنابراین:

$$\frac{12 \times 1.7}{12 \times 1.7 + 20 \times 2.6} \cong 0.28$$

پاسخنامه آزمون مرحله اول ششمین المپیاد دانش آموزی علوم و فناوری نانو

سوال ۲۱

گزینه ۳ صحیح است. به ازای هر سلول واحد در FCC، به تعداد چهار فولرن کامل وجود دارد. بنابراین در یک سلول واحد از C_{60} ، ۲۴۰ اتم کربن با جرم ۱۲ وجود دارد. بنابراین جرم معادل هر سلول واحد از این ساختار برابر با ۲۸۸۰ خواهد بود.

سوال ۲۲

گزینه ۲ صحیح است. از جمله معایب روش آسیاب کاری مکانیکی آلودگی پودر بدست آمده می‌باشد. همچنین محدودیت روش لیتوگرافی نوری ابعاد و رزولوشن ساختارهای ایجاد شده است چرا که این ابعاد محدود به طول موج نور مورد استفاده می‌باشد و برای رسیدن به ابعاد بسیار کوچک نانومتری نیاز به کاهش طول موج نور مورد استفاده (بطور مثال استفاده از باریکه های الکترونی) می‌باشد. در روش میکرومولسیون از آنجا که سنتز تنها درون نانوراکتورها صورت می‌گیرد بنابراین می‌توان ابعاد نانوذرات را بخوبی کنترل نمود. روش سل-ژل برای تولید نانوذرات اکسید فلزی کاربرد دارد.

سوال ۲۳

گزینه ۲ صحیح است. زمانی که احیاگر به طور ناگهانی وارد ظرف می‌شود جوانه زایی با نرخ بالایی اتفاق می‌افتد و ذرات ریزتر می‌شوند و از آنجایی که تشکیل ذرات در زمان کوتاهی رخ می‌دهد ذرات به شکل یکسان ایجاد نمی‌شوند و هر شکلی را ممکن است داشته باشند.

سوال ۲۴

گزینه ۳ صحیح است. هرچه اندازه ذرات کوچکتر باشد نفوذ اتمی بین آنها راحت تر انجام شده و نیاز به گرمای کمتری خواهد بود.

سوال ۲۵

گزینه ۴ صحیح است. نانوذراتی که با روش سل-ژل سنتز می‌شود ذراتی بی شکل (آمورف) هستند که با عملیات حرارتی ریزساختار آنها تغییر می‌کند. تغییر ریزساختار موجب تغییر انرژی سطوح و فعالیت شیمیایی آنها می‌شود. افزایش دمای عملیات حرارتی موجب افزایش پایداری حرارتی می‌شود ولی تأثیری بر فعالیت کاتالیستی ندارد.

سوال ۲۶

گزینه ۲ صحیح است. با توجه به اینکه میکروتوبول‌ها به دلیل ویژگی ذاتی پروتئین‌های تشکیل دهنده شکل می‌گیرند فرایند تشکیل آنها خود آرایی بوده و از آنجایی که از اتصال ذرات کوچکتر ساختار بزرگ نهایی حاصل شده است رویکرد تشکیل پایین به بالاست.

سوال ۲۷

گزینه ۲ صحیح است. اگر پتانسیل استاندارد احیا دو فلز با هم اختلاف زیاد داشته باشند، معمولاً ساختار هسته پوسته تشکیل می‌شود؛ چون ابتدا فلز با پتانسیل استاندارد کاهش بیشتر احیا می‌شود به عنوان هسته قرار می‌گیرد و سپس فلز بعدی به عنوان پوسته بر روی فلز اول رشد می‌کند. ولی اگر پتانسیل دو فلز یکسان باشد به طور همزمان احیا می‌شوند و ساختار آلیاژی تشکیل می‌شود. با توجه به پتانسیل‌های احیای گونه‌های موجود، ابتدا سرب و قلع به صورت همزمان احیا شده و تشکیل آلیاژ می‌دهند و در ادامه هسته-پوسته آهن - منیزیم تشکیل می‌شود.

سوال ۲۸

گزینه ۱ صحیح است. با اضافه کردن نشاسته به محلول نانو ذرات اکسید تیتانیوم، نانو ذرات جذب ذرات نشاسته می‌شوند و درون آن به دام می‌افتند. ذرات بزرگ نشاسته نمی‌توانند وارد پوست شوند به همین دلیل نانو ذرات به دام افتاده درون آنها نیز نمی‌توانند وارد پوست شده و به بدن آسیب برسانند.

پاسخنامه آزمون مرحله اول ششمین المپیاد دانش آموزی علوم و فناوری نانو

سوال ۲۹

گزینه ۳ صحیح است. با توجه به این نکته که ذرات معلق صرفاً ذرات گرد و غبار با ابعاد میکرومتری هستند بهترین روش برای تبدیل پارچه‌ای معمولی به ماسکی مناسب؛ پوشش دهی نانوالیاف بر روی پارچه به منظور کاهش ابعاد منافذ پارچه به کمتر از میکرومتر است.

سوال ۳۰

گزینه ۳ صحیح است. با توجه به اینکه باید این نانوذرات باکتری‌ها را تخریب کنند پس نقره باید در سطح و پوسته باشد تا بتواند به طور مستقیم با باکتری برخورد داشته باشد. ولی چون نقره مغناطیسی نیست پس باید از ساختارهای مغناطیسی چون Fe_3O_4 استفاده کرد.

سوال ۳۱

گزینه ۴ صحیح است. از آن جایی که طیف جذبی هر نقطه کوانتومی بسیار محدود است، استفاده از نقاط کوانتومی با اندازه‌ها و جنس‌های مختلف بازدهی سلول خورشیدی را افزایش می‌دهد و باعث می‌شود که تقریباً تمام طول موج‌های موجود در طیف نور خورشید جذب شود.

سوال ۳۲

گزینه ۱ صحیح است. در تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی، لایه‌های نازک به عنوان پوشش‌های ضد بازتابی روی جمع‌کننده‌های خورشیدی نشانده می‌شوند.

سوال ۳۳

گزینه ۴ صحیح است. مواد پیزوالکتریک موادی هستند که با اعمال فشار به آنها، با تغییر توزیع ابر الکترونی در ساختار بلوری، تولید جریان الکتریکی می‌کند.

سوال ۳۴

گزینه ۲ صحیح است. ذرات ابروزل به دلیل دارا بودن حفرات عایق صوتی بهتری نسبت به سایر گزینه‌ها است.

سوال ۳۵

گزینه ۱ صحیح است. توانایی چسبیدن حلزون و قورباغه به سطوح مختلف به دلیل وجود اعضای کوچکی است که با ایجاد مکش آن‌ها را به سطح می‌چسباند و برای این کار نیاز به غددی دارد که این مکنده‌ها را مرطوب نگه دارد و عنکبوت به دلیل دارا بودن پاهای ظریف می‌تواند برجستگی‌های کوچک روی سطح را بگیرد و از آن بالا برود ولی این روش زمانی جواب می‌دهد که سطح مانند شیشه صیقلی نباشد. در این میان فقط پاهای مارمولک است که به دلیل دارا بودن نانو پورزها می‌تواند بدون نیاز به رطوبت به همه سطوح بچسبد و به همین دلیل فناوری به کار رفته در پای مارمولک فناوری مناسبی برای ساخت این نوار چسب‌ها است.

سوال ۳۶

گزینه ۴ صحیح است. مواد الکتروکرومیک با اعمال ولتاژ تغییر رنگ داده و یا کدر می‌شوند. از اینرو به راحتی می‌توان به سرعت میزان نور عبوری از آنرا با تغییر ولتاژ اعمالی کنترل کرد.

سوال ۳۷

گزینه ۴ صحیح است. وجود نانوبلورها در سطح گیاه با افزایش زبری سطح گیاه موجب کاهش زاویه ترشوندگی سطح و ممانعت از خیس شدن آن می‌شود.

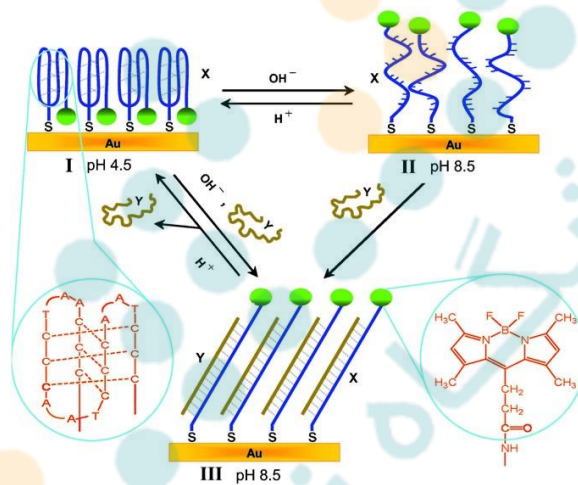
پاسخنامه آزمون مرحله اول ششمین المپیاد دانش آموزی علوم و فناوری نانو

سوال ۳۸

گزینه ۴ صحیح است. در شرایط اسیدی و کاهش pH، سر آبگریز به داخل جمع شده و بدنه رشته DNA بر روی سطح آزاد قرار می‌گیرند. بنابراین سطح آبدوست خواهد شد.

نیروی محرکه تبدیل ساختار از حالت I به II تغییر انتروپی (افزایش بی‌نظمی) است. زیرا نظم مولکول‌ها در حالت I زیاد است و در حالت II این مولکول‌ها آزادتر هستند.

در حالت II، ممکن است دو فرآیند منجر به ایجاد اختلال در آبگریزی شود. یکی اینکه بخش‌هایی از گروه‌های آبگریز متصل به زنجیره‌های کشیده شده DNA از فصل مشترک بین آب و سطح طلا فرار کنند و بخش‌هایی از بدنه آبدوست DNA در مجاورت آب قرار بگیرند. دیگر اینکه ممکن است برخی گروه‌های آب‌گریز به یکدیگر نزدیک‌تر شوند تا تشکیل ساختارهای کلوخه‌ای بدهند، این پدیده منجر به قرار گرفتن بدنه آبدوست در مجاورت آب می‌شود.



سوال ۳۹

گزینه ۲ صحیح است. کاهش ثابت فنر منجر به تغییر شکل بیشتر فنر در مقابل نیروی وارد شده از طرف جرم می‌شود. بنابراین میزان جابه‌جایی جرم افزایش یافته و در شتاب‌های کمتر، فاصله صفحات خازن بیشتر تغییر می‌کند.

افزایش میزان جرم بخش جرم باعث می‌شود که بر اساس معادله $F=ma$ نیروی وارده به بخش فنری بیشتر شود و در نتیجه تغییر شکل بخش فنری افزایش یافته و تغییر فاصله صفحات خازن نیز بیشتر می‌شود. این موضوع باعث افزایش حساسیت سنسور می‌شود.

افزایش سطح صفحات خازنی هم باعث می‌شود تا تغییرات ظرفیت خازن با تغییر هر چند کم فاصله بین صفحات (در یک محدوده قابل تشخیص) افزایش یابد و بنابراین حساسیت اندازه‌گیری شتاب افزایش یابد.

ولی با افزایش ضخامت قسمت فنری میزان خم شدن فنر و در نتیجه تغییر میزان فاصله صفحات خازنی کم می‌شود به همین دلیل افزایش ضخامت قسمت فنری باعث کاهش میزان حساسیت سنسور می‌شود.

سوال ۴۰

گزینه ۲ صحیح است. ماده ی فلورسانس به این دلیل خاموش می‌شود که میزان نشر نور آن برابر میزان جذب نانوذرات طلا است.

سوال ۴۱

گزینه ۲ صحیح است. با توجه به اینکه حامل‌های اصلی بار در نیمه هادی نوع n الکترون و در نوع p حفره‌ها می‌باشند، انتظار می‌رود که در حضور اکسیژن به عنوان یک گاز اکسنده (گیرنده الکترون) هدایت در نیمه هادی نوع n کاهش و در نوع p افزایش یابد. رفتار بالعکس در حضور گاز مونوکسید کربن (دهنده الکترون) انتظار می‌رود.

پاسخنامه آزمون مرحله اول ششمین المپیاد دانش آموزی علوم و فناوری نانو

سوال ۴۲

گزینه ۳ صحیح است. بهترین روش برای پایدار سازی نانو سامانه‌های دارویی استفاده از اتصال پلیمرها یا مولکول هایی به منظور جلوگیری از آگلومره شدن نانو ذرات و عدم اتصال مولکول های زیستی خون به سطح آنها است. باردار کردن ذرات سامانه در حین فرآیند تولید به دلیل احتمال عدم تطابق pH محلول فرآیند تولید و خون، متغیر بودن pH مایعات بدنی در نواحی مختلف و از سوی دیگر احتمال اتصال مولکول های زیستی باردار به سطح سامانه نیز روش مناسبی نیست. روش اولتراسونیک روشی موقتی برای پخش کردن نانو ذرات بوده و ذرات می توانند در داخل خون مجدداً به هم متصل شوند.

سوال ۴۳

گزینه ۴ صحیح است. آنتی بادی و آنتی ژن‌ها قابلیت اتصال کاملاً اختصاصی به هم را دارند. با این حال آنتی ژن در گونه بیماری‌زا وجود داشته و آنتی بادی برای شناسایی آن از طریق اتصال انتخابی تولید می‌شود. همچنین تشخیص تغییر رنگ در شرایطی که سطح بازو توسط مولکول‌های مختلف پوشش داده شده است ممکن نیست در حالی که سیگنال الکتریکی حاصل از ماده پیزوالکتریک کاملاً قابل شناسایی است.

سوال ۴۴

گزینه ۱ صحیح است. نانولوله‌های پپتیدی می‌توانند یک نوع آنتی باکتری باشند. این نانولوله‌ها بخاطر اندازه کوچکشان به راحتی وارد دیواره سلول باکتری شده و در آنجا با تشکیل پیوند با دیواره سلولی، باز می‌شوند و این باعث ایجاد روزنه در دیواره سلولی باکتری و در نهایت مرگ آن می‌گردد. لیپوزوم و دندریمرها، به عنوان نانوحامل های دارویی شناخته می‌شوند و در ایجاد منفذ در غشای باکتری نقشی ندارند.

سوال ۴۵

گزینه ۴ صحیح است. فنول ماده‌ای است که یک سر قطبی (عامل OH) و یک حلقه آلی دارد، بنابراین سر قطبی آن در فاز قطبی لیپوزوم و حلقه آن در فاز ناقطبی لیپوزوم قرار می‌گیرد. ضمن اینکه باید توجه داشت حلال داخل بدن آب است و بنابراین زنجیره آلکیلی غیر قابل انحلال لیپوزوم بین دو لایه لیپید و گروه قطبی محلول در آب مولکولهای لیپید به سمت فاز داخلی بدن قرار می‌گیرند.

سوال ۴۶

گزینه ۲ صحیح است. یک سیستم دارورسانی مطلوب، باید علاوه بر قابلیت بارگذاری داروهای متفاوت دارای عواملی (نانوذرات مغناطیسی و مواد یا نانوذرات فلئورسنت) مانند تشخیص و ردیابی باشند. اندازه مناسب برای نانوحامل‌ها حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ نانومتر است. به علاوه نانوحامل باید زیست تخریب پذیر بوده و از طریق مسیرهای دفع زیستی دفع شود.

سوال ۴۷

گزینه ۴ صحیح است. اصلاح سطح نانوذرات موجب کاهش سمیت آن‌ها شده و امکان اتصال مولکول های زیستی مانند آنتی بادی را نیز فراهم می‌سازد. به علاوه این امر سبب افزایش پایداری ذرات در بدن می‌شود و معمولاً با کاهش خواص مغناطیسی همراه است.

سوال ۴۸

گزینه ۳ صحیح است. تفنگ LaB₆ دارای دمای کاری کمتری نسبت به تفنگ‌های الکترونی رشته تنگستن است.

پاسخنامه آزمون مرحله اول ششمین المپیاد دانش آموزی علوم و فناوری نانو

سوال ۴۹

گزینه ۱ صحیح است. در میکروسکوپ SEM نمونه و یا سطح نمونه باید رسانا باشد و اتصال الکتریکی آن با نمونه گیر برقرار باشد. در غیر این صورت الکترون‌هایی که به نقاط نارسانا برخورد می‌کنند در این نقاط تجمع کرده و این نقاط در تصویر به صورت نقاط سفید دیده می‌شوند و این پدیده مشاهده جزئیات تصویر را غیرممکن می‌کند. به این پدیده شارژ سطحی الکترون می‌گویند که برای برطرف کردن آن در نمونه‌های نارسانا، نمونه را به وسیله فلزاتی مانند طلا روکش می‌دهند.

سوال ۵۰

گزینه ۴ صحیح است. پوشش طلائی زیاد باعث خطا در تصویربرداری می‌شود؛ همچنین در تعیین عناصر سبک به دلیل کاهش نفوذ الکترون در نمونه ایجاد خطا می‌کند. از طرفی ابعاد نانو ذره را نیز تغییر داده و اثرات طلا به صورت ترک در سطح نمونه دیده خواهد شد و در تصویرالکترون برگشتی نیز چون طلا عنصر سنگینی است باعث می‌شود کنتراست فازی (تفاوت عناصر سنگین و سبک) از بین برود.

سوال ۵۱

گزینه ۲ صحیح است. دقت روبش سطح برابر با 10 nm است. بنابراین tip در هر 10 nm یک بار با سطح برخورد می‌کند. پس به ازای واحد زمان (یک دقیقه معادل با $12\text{ }\mu\text{m}$) tip معادل $1200 = \frac{12000}{10} = n$ مرتبه به سطح برخورد می‌کند. این تعداد برخورد در یک دقیقه معادل فرکانس $f = \frac{1200}{60\text{ sec}} = 20\text{ Hz}$ است.

سوال ۵۲

گزینه ۳ صحیح است. یکی از روش‌های افزایش کیفیت تصویر سطوح با پستی بلندی زیاد در میکروسکوپ‌های AFM اصلاح نوک پروب با افزودن یک نانولوله کربنی به آن است. نانولوله به دلیل قطر کم و نیز سطح مقطع ثابت امکان مطالعه نواحی بسیار پست با دقت بالا را فراهم می‌کند. برای مطالعه سطوح بسیار هموار نیز پروب‌های کروی مناسب هستند.

سوال ۵۳

گزینه ۳ صحیح است. تنها با میکروسکوپ STM می‌توان اتم‌ها را جا به جا کرده و به حد تفکیک اتمی برای لیتوگرافی رسید. گرچه در سایر روش‌ها ممکن است به طور اتفاقی جزئیاتی با اندازه‌های اتمی در حین لیتوگرافی به وجود آیند، که مد نظر این سوال نیست.

سوال ۵۴

گزینه ۱ صحیح است. در پراش پرتو ایکس زاویه هر قله وابسته به فاصله بین صفحات و شدت قله مربوط به جنس و آرایش اتم‌های هر صفحه می‌باشد.

سوال ۵۵

گزینه ۳ صحیح است. پراکندگی نور در برخورد با ذرات معلق در حال حرکت در سیال اساس اندازه‌گیری ابعاد آنها در روش DLS است.

سوال ۵۶

گزینه ۱ صحیح است. به ذرات باردار الکتریکی که از یک میدان مغناطیسی عبور می‌کند نیرویی وارد می‌شود که عمود بر راستای حرکت ذره و میدان مغناطیسی عمود است. این نیرو متناسب با بزرگی میدان مغناطیسی، بار الکتریکی ذره و سرعت حرکت ذره است. از اینرو با توجه به اینکه تمامی ذرات با بار و سرعت یکسان وارد میدان مغناطیسی شده‌اند، نیروی یکسانی به آنها وارد می‌شود و در نتیجه میزان انحراف وابسته به جرم آنها خواهد بود. بر این اساس ذره‌ای که سبک‌تر (C) است انحراف بیشتری خواهد داشت؛ و ذره سنگین‌تر (A) انحراف کمتر.

پاسخنامه آزمون مرحله اول ششمین المپیاد دانش آموزی علوم و فناوری نانو

سوال ۵۷

گزینه ۲ صحیح است. از میان گزینه‌های ذکر شده جز فولرین سایر موارد دارای تعداد زیاد اتم‌های کربن هستند و نیازمند فرض شرایط مرزی تکرار شونده خواهند بود.

سوال ۵۸

گزینه ۲ صحیح است. دولت‌های نوع B نیاز به بهبود قابلیت‌های فناوری را تشخیص داده‌اند، اما از اینکه چگونه به صورت نظام یافته وارد فرایند ایجاد قابلیت شوند، آگاه نیستند. از آنجا که منابع داخلی آنها محدود است و احتمالاً فاقد مهارت‌های کلیدی و افراد باتجربه در توسعه فناوری هستند، توانایی محدودی در سطح بین‌المللی دارند و به همین علت نمی‌توانند روند توسعه فناوری را به نفع خودشان شکل دهند.

سوال ۵۹

گزینه ۲ صحیح است. مناسب بودن شرایط کسب و کار لازمه توسعه فناوری‌های جدید است. بنابراین، گزینه الف نمی‌تواند پاسخ باشد. از طرفی سرمایه‌گذاری برای توسعه صنایع پیشرو در نانوفناوری موجب ایجاد زیرساخت صنعتی مورد نیاز گسترش این فناوری در کشور می‌شود. بنابراین، گزینه ج نیز پاسخ درست نیست. همکاری‌های عملی با کشورهای پیشرو نیز برای اینکه کشور بتواند در سطح بین‌المللی تاثیرگذار باشد، ضروری است. بنابراین، گزینه د نیز نمی‌تواند پاسخ درست باشد. دسترسی شهروندان به اینترنت نیز در سطح آمادگی کشور در فناوری نانو بی‌تاثیر نیست، اما تاثیر آن در مقایسه با موارد دیگر کمتر است. بنابراین، گزینه ب بهترین گزینه است.

سوال ۶۰

گزینه ۳ صحیح است. ایران نیاز به توسعه فناوری نانو را از اوایل دهه ۱۳۸۰ تشخیص داده و در این خصوص برنامه ریزی کرده است، بنابراین، از دسته دولت‌های نوع A نیست. اما در عین حال، توانایی‌های انسانی و مدیریتی دولت‌های نوع C را نیز ندارد. بنابراین، می‌توان ایران را جزو دولت‌های نوع B دانست که سعی دارند خود را به دسته دولت‌های نوع C نزدیک کنند.