

آزمون مرحله اول



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



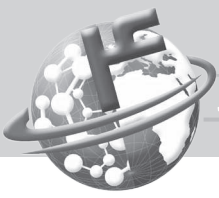
چهارمین المپیاد علوم و فناوری نانو

نام و نام خانوادگی:

شماره داوطلب:

تعداد سوالها: ۶۰

مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه



سلام

به چهارمین 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.
- ✓ لطفاً پیش از تحویل برگه پاسخنامه، نسبت به جوابدهی سوالات فرم نظرسنجی شماره ۲ اقدام فرمایید.

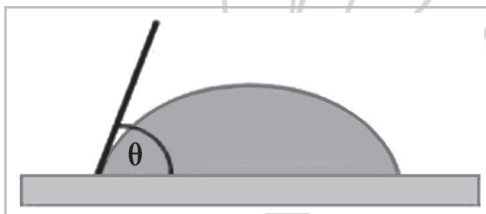
۱. با استفاده از غشاهای نانوفیلتر امکان حذف کدام ماده وجود ندارد؟

- (۱) یون‌های تک ظرفیتی
- (۲) باکتری‌ها
- (۳) ذرات پروتئینی
- (۴) ویروس‌ها

۲. در استفاده از پودر آئروژل به عنوان پایه کاتالیست، کدام خاصیت آئروژل اهمیت کمتری دارد؟

- (۱) اندازه حفرات آئروژل
- (۲) جنس بدنه آئروژل
- (۳) شکل و اندازه پودر آئروژل
- (۴) درصد تخلخل آئروژل

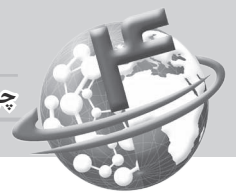
۳. می‌خواهیم با رنگ آمیزی روی یک ورقه آهنی، یک پوشش نانوکامپوزیتی ایجاد کنیم. در مواد اولیه پوشش، ماده‌ای وجود دارد که با تغییر مقدار آن در ترکیب اولیه می‌توان زاویه تماس آب (زاویه θ در شکل) بر روی رنگ ایجاد شده را تغییر داد. در کدام یک از حالت‌های زیر بیشترین مقاومت به خوردگی به دست می‌آید؟



- (۱) پوشش با زاویه تماس آب ۱۵ درجه
- (۲) پوشش با زاویه تماس آب ۹۵ درجه
- (۳) پوشش با زاویه تماس آب ۶۰ درجه
- (۴) پوشش با زاویه تماس آب ۱۵ درجه

۴. با افزودن نانوساختارهای مختلف به منسوجات می‌توان خواص آن‌ها را ارتقا بخشید. برای این منظور از نانوساختارهایی مثل نانوذرات نقره، نانو ذرات مس و نانوذرات اکسید سیلیکون استفاده می‌شود. با توجه به این کاربردها، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟

- (۱) به کار بردن نانوذرات نقره در لباس آتش‌نشان‌ها مانع از سوختن لباس آن‌ها می‌شود.
- (۲) نانو ذرات نقره در جوراب‌ها با جلوگیری از تعرق، مانع بو گرفتن پا می‌شوند.
- (۳) افزودن نانوذرات رس به پوشاک، موجب جلوگیری از بوی بد لباس می‌شود.
- (۴) نانوذرات اکسید سیلیکون در تولید منسوجات ضد آب کاربرد دارند.



۵. نیکل به عنوان یک کاتالیزگر در پیل‌های سوختی مطرح است. اگر از نانوذرات نیکل به عنوان کاتالیزگر در پیل سوختی استفاده کنیم، کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) پیل سوختی تهیه شده بازده کمتری نسبت به حالت استفاده از نیکل توده دارد.
- (۲) به دلیل کاهش اندازه ذرات، مقدار نیکل بیشتری برای این کار لازم است.
- (۳) استفاده از این نوع پیل در خودروها می‌تواند باعث کاهش مصرف انرژی شود.
- (۴) گزینه‌های (۱) و (۲)

۶. استفاده از لایه‌های مختلف با عملکردهای متفاوت در سلول‌های خورشیدی بسیار متداول است. یکی از لایه‌های مورد استفاده در این ادوات فوتولتائیکی، لایه شفاف است که به نور اجازه عبور و رسیدن به لایه‌های زیرین را می‌دهد. علاوه بر این لایه، به دلیل احتمال بازتاب مقادیر زیادی از پرتوهای نور از روی لایه فعال، که محل جذب پرتوها و تبدیل آن‌ها به انرژی الکتریکی است، لایه‌ای ضد انعکاس در بخش زیرین لایه شفاف قرار داده می‌شود تا بتواند تا حدی مانع از خروج پرتوهای نور از سلول شود. با توجه به توضیحات بیان شده، کدام یک از موارد زیر باعث کاهش بازده سلول‌های خورشیدی می‌شود؟

- (۱) ایجاد نانو پوشش‌های ضد بازتاب نور
- (۲) اضافه کردن نانوذرات با شکاف انرژی متفاوت
- (۳) اضافه کردن نانولوله‌های کربنی به لایه شفاف سطحی
- (۴) اضافه کردن گرافن به لایه فعال

۷. استفاده از کدام یک از محصولات زیر با توجه به ویژگی یاد شده، در صنایع هوایی موجب کاهش مصرف انرژی نخواهد شد؟

- (۱) نانوکامپوزیت‌های پلیمر-خاک رس برای افزایش استحکام قطعات
- (۲) نانوالیاف رسانا به جای سیم‌های مسی
- (۳) نانولوله‌های کربنی به منظور جذب امواج رادار
- (۴) نانوسیال‌ها برای بهبود روان کاری

۸. کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد اضافه کردن نانوذرات خاک رس به لاستیک خودرو صحیح نمی‌باشد؟

- (۱) موجب افزایش مقاومت لاستیک در برابر اشتعال خواهد شد.
- (۲) موجب افزایش مقاومت لاستیک در برابر ساییده شدن خواهد شد.
- (۳) موجب افزایش استحکام مکانیکی لاستیک خواهد شد.
- (۴) موجب افزایش وزن لاستیک و در نتیجه افزایش مصرف سوخت خواهد شد.

۹. محققى سه محلول به شرح زیر در اختیار دارد:

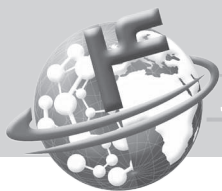
- محلول (۱) آب دارای آلاینده و بیروسی
- محلول (۲) آب دارای نانولوله کربنی تک جداره
- محلول (۳) آب دارای آلاینده باکتریایی

با توجه به اینکه با افزایش کارایی فیلتر (افزایش دقت جداسازی فیلتر) هزینه تهیه فیلتر افزایش می‌یابد، موثرترین و مقرون به صرفه‌ترین انتخاب برای جداسازی آلودگی این محلول‌ها به ترتیب در کدام گزینه آمده است؟

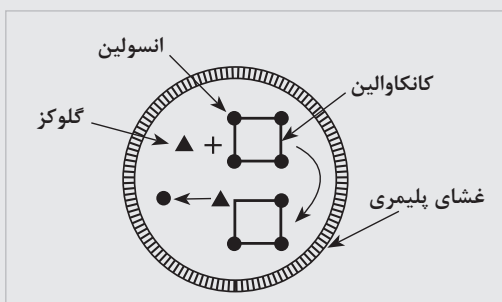
- (۱) میکروفیلتر، آلترافیلتر، نانوفیلتر
- (۲) میکروفیلتر، نانوفیلتر، آلترافیلتر
- (۳) نانوفیلتر، آلترافیلتر، میکروفیلتر
- (۴) آلترافیلتر، نانوفیلتر، میکروفیلتر

۱۰. نانوذرات با خاصیت مغناطیسی یکی از پرکاربردترین نانوذرات در پزشکی هستند. کدام گزینه از کاربردهای این ذرات در نانوپزشکی نیست؟

- (۱) بهبود کنتراست در MRI
- (۲) رهایش هدفمند دارو
- (۳) گرمادرمانی
- (۴) تشخیص با استفاده از رزونانس پلاسمون‌های سطحی



با توجه به توضیحات زیر به سوالات ۱۱ و ۱۲ پاسخ دهید.



دانشمندان تاکنون از روش‌های متنوعی به منظور دارورسانی هوشمند استفاده کرده‌اند، که هر یک دارای جذابیت‌های خاص خود هستند. در این میان می‌توان به سامانه آزادسازی داروی انسولین برای بیماران دیابتی اشاره نمود. در این سامانه انسولین روی کانکاوالین A قرار داده شده و داخل یک پوشش پلیمری جای داده می‌شود. این پوشش نسبت به انسولین و گلوکز نفوذ پذیر است. با افزایش گلوکز در بدن، گلوکز با عبور از غشا پلیمری وارد پوشش می‌شود. در نتیجه با کاهش فضای داخل پوشش، انسولین از غشا عبور کرده و آزاد می‌شود.

۱۱. در مورد این سامانه کدام یک از جملات زیر صحیح است؟

- (۱) اساس کار این سامانه بر مبنای رقابت بین انسولین و کانکاوالین A برای اتصال به گلوکز است.
- (۲) میزان نفوذپذیری پلیمر، نمی‌تواند سرعت آزادسازی انسولین را تنظیم کند.
- (۳) تنها عامل تعیین کننده سرعت آزادسازی انسولین میزان قند خون است.
- (۴) قطر این سامانه مولکولی می‌تواند در میزان کارایی آن تاثیر گذار باشد.

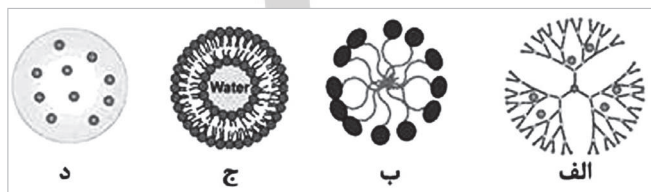
۱۲. اصلی ترین مساله در طراحی داروهای هوشمند کدام است؟

- (۱) اندازه و ابعاد هر سامانه
- (۲) میزان داروی موجود در هر سامانه
- (۳) سازگار بودن سامانه با بدن
- (۴) دارورسانی یکسان به تمام اعضای بدن

۱۳. یکی از روش‌های تشخیص بیماری، استفاده از نقاط کوانتومی به عنوان عامل‌های رنگی فلورسنت است. در این کاربرد، نقاط کوانتومی معمولا با یک پوشش پلیمری پوشانده می‌شوند. کدام یک از گزینه‌های زیر در مورد این پوشش پلیمری صحیح است؟

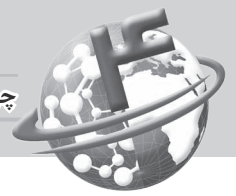
- (۱) ضخامت پوشش پلیمری از ابعاد نقاط کوانتومی کوچک تر است.
- (۲) پوشش پلیمری مانع مناسبی در برابر حمله آنتی‌بادی‌های موجود در بدن موجود زنده به نقاط کوانتومی نیست.
- (۳) پوشش پلیمری به نوعی باعث افزایش سمیت نقاط کوانتومی در بدن می‌شود.
- (۴) پوشش پلیمری معمولا باعث تغییر در طول موج نشری نقاط کوانتومی می‌شود.

۱۴. از پرکاربردترین حامل‌ها جهت رسانش هدفمند دارو، دندیرمها هستند. کدام یک از شکل‌های زیر نشان دهنده حامل دندیرمی جهت رسانش دارو است؟

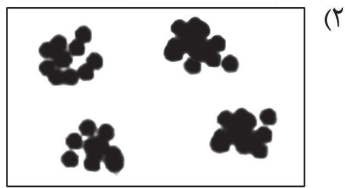


- (۱) الف
- (۲) ب
- (۳) ج
- (۴) د

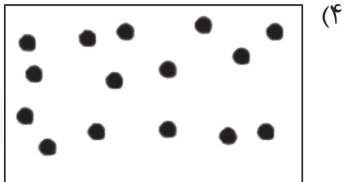
۱۵. تعداد اتم‌های موجود در یک نانوذره کروی آهن به قطر ۳ نانومتر تقریبا چقدر است؟ (چگالی و جرم اتمی آهن را به ترتیب $7/8 \text{ g/cm}^3$ و $55/847 \text{ g/mol}$ در نظر بگیرید).



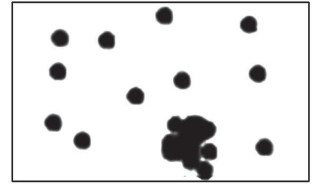
۱۶. بر روی سطح شیشه پوششی از جنس نانوذرات نقره اعمال کرده‌ایم، در کدام یک از حالت‌های زیر، احتمال باقی ماندن میکروپها روی سطح کمتر خواهد بود؟ (نقاط سیاه نشان دهنده نانوذرات نقره هستند.)



(۲)



(۴)



(۱)



(۳)

۱۷. لیپوزوم‌ها موادی هستند که در دارورسانی هوشمند مورد استفاده قرار می‌گیرند. کدام یک از موارد زیر در مورد لیپوزوم‌ها صحیح است؟

- (۱) لیپوزوم‌ها حامل‌های مناسبی برای دارو هستند، ولی امکان اصلاح سطح برای آن‌ها وجود ندارد.
- (۲) با کوچک‌تر شدن اندازه لیپوزوم حجم مورد استفاده برای دارو افزایش می‌یابد.
- (۳) لیپوزوم‌ها فقط می‌توانند حامل داروهای آبدوست باشند.
- (۴) لیپوزوم‌ها از غشا سلول عبور نمی‌کنند بلکه در آن ادغام می‌شوند.

۱۸. کدام گزینه در مورد میسل‌ها درست است؟

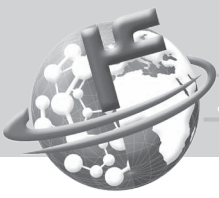
- (۱) میسل‌ها دارای یک سر آب‌گریز و یک سر روغن‌گریز و به صورت خطی هستند.
- (۲) جهت‌گیری میسل‌ها در محیط آبی به گونه‌ای است که دارای یک مرکز آبدوست با شاخک‌های آب‌گریز هستند.
- (۳) میسل‌ها در محیط آبی به صورت خود به خودی تجمع پیدا نمی‌کنند و نیاز به عوامل خارجی دارند.
- (۴) با میسل‌ها فقط می‌توان داروهای آب‌گریز را جابه‌جا کرد.

۱۹. اگر یک مکعب به طول ضلع ۱cm را برش زده و از آن مکعب‌هایی با طول ضلع ۱۰nm بسازیم، مجموع سطوح مکعب‌های جدید چند برابر سطح مکعب اولی خواهد بود؟

- (۱) ۱۰۰۰۰
- (۲) ۱۰۰۰۰۰
- (۳) ۱۰۰۰۰۰۰
- (۴) ۱۰۰۰۰۰۰۰

۲۰. به مقدار ۳ گرم از یک ماده مغناطیسی با چگالی 1 g/cm^3 به صورت نانواستوانه‌هایی با قطر ۲۰ نانومتر و ارتفاع ۱۰۰ نانومتر ساخته شده است. این ذرات مغناطیسی در ساخت حافظه رایانه مورد استفاده قرار گرفته‌اند. اگر روی هر کدام از این نانوذرات (بیت اطلاعات ذخیره شود، چه حجمی از اطلاعات را می‌توان روی این حافظه ذخیره کرد؟ ($\pi=3$))

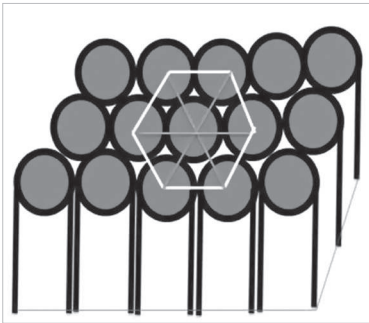
- (۱) 10^4 Gbit
- (۲) 10^6 Gbit
- (۳) 10^8 Gbit
- (۴) 10^{10} Gbit



۲۱. سدیم به صورت سلول واحد مکعبی مرکز پر (BCC) با طول هر یک از اضلاع برابر با 430 pm متبلور می‌شود. شعاع اتمی Na برابر با چند پیکومتر است؟

- (۱) ۷۴۵
(۲) $372/5$
(۳) $248/33$
(۴) ۱۸۶

۲۲. فرض کنید آرایه منظم نانوسیم‌های اکسید مس به روش حرارتی بر روی یک فویل مسی مطابق شکل ساخته شده است. نانوسیم‌ها عمود بر فویل و با نظم شش گوش در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. یعنی اگر مطابق شکل با رسم خطوط فرضی مراکز نانوسیم‌های مجاور را به یکدیگر وصل کنیم، الگوهای شش ضلعی تشکیل می‌شود. با این توصیف درصد تخلخل در این ساختار چقدر خواهد بود؟



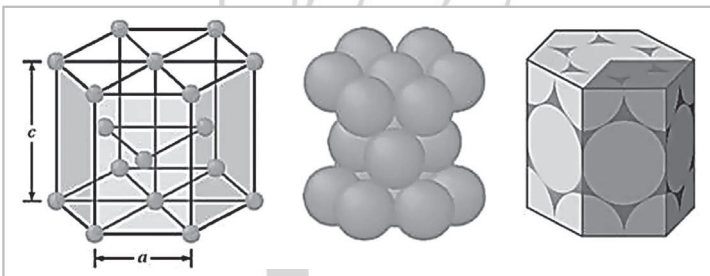
- (۱) $\frac{2\sqrt{3}}{\pi}$
(۲) $1 - \frac{2\sqrt{3}}{\pi}$
(۳) $\frac{\pi}{2\sqrt{3}}$
(۴) $1 - \frac{\pi}{2\sqrt{3}}$

۲۳. ساختارهایی که تعداد اتم‌های تشکیل دهنده آن‌ها منطبق بر اعداد جادویی است، چه ویژگی‌هایی دارند؟

- (۱) بیشترین حجم، به هم فشرده، کمترین چگالی ممکن با اتم‌های غیر کروی
(۲) بیشترین حجم، بیشترین فضای خالی، کمترین چگالی ممکن با اتم‌های کروی
(۳) کمترین حجم، به هم فشرده، بیشترین چگالی ممکن با اتم‌های کروی
(۴) کمترین حجم، بیشترین فضای خالی، بیشترین چگالی ممکن با اتم‌های غیر کروی

۲۴. ضریب چیدمان اتمی در یک ساختار کریستالی به صورت نسبت حجم اتم‌های متعلق به یک سلول واحد به حجم کل سلول واحد تعریف می‌شود. با توجه به شکل زیر ضریب چیدمان اتمی برای یک ساختار هگزاگونال (شش وجهی) فشرده چقدر است؟

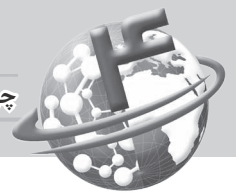
(راهنمایی: $c = \sqrt{\frac{8}{3}} a$)



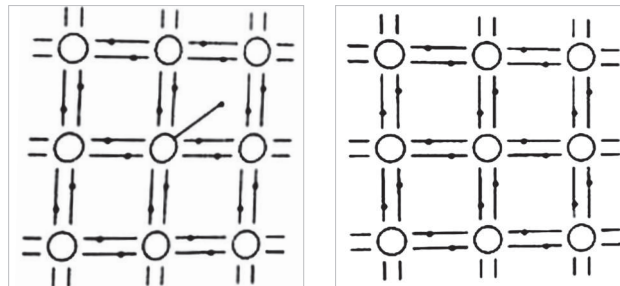
- (۱) ۰/۵۲
(۲) ۰/۷۴
(۳) ۰/۶۸
(۴) ۰/۴۸

۲۵. رویکردهای ساخت در رشد گیاهان و تشکیل خاک به ترتیب در کدام گزینه به درستی مشخص شده است؟

- (۱) پایین به بالا - پایین به بالا
(۲) پایین به بالا - بالا به پایین
(۳) بالا به پایین - بالا به پایین
(۴) بالا به پایین - پایین به بالا



۲۶. شکل (الف) ساختار اتمی نیمه‌رسانای خالص سیلیسیوم را نشان می‌دهد. در این ساختار هر اتم با ۴ اتم همسایه خود پیوند کووالانسی برقرار کرده است. تغییرات ایجاد شده در شکل (ب) در کدام گزینه به درستی توصیف شده است؟



ب

الف

(۱) نیمه‌رسانای نوع p تشکیل شده است.

(۲) نیمه‌رسانای نوع n تشکیل شده است.

(۳) یک جفت الکترون غیرپیوندی پیوند پنجم را تشکیل داده است.

(۴) یک اتم ۳ ظرفیتی جایگزین اتم سیلیسیوم شده است.

۲۷. لیزر ابزاری است که نور را به صورت پرتوهای موازی بسیار باریکی با طول موج مشخص ساطع می‌کند. این دستگاه از یک ماده جمع‌کننده یا فعال‌کننده نور تشکیل شده است که درون محفظه تشدید نور قرار دارد. با دادن انرژی به یک ماده می‌توان الکترون‌های آن را به ترازهای انرژی بالاتر انتقال داد. این الکترون‌ها ترجیح می‌دهند با آزاد کردن این انرژی به مدار اصلی خود برگردند. این انرژی به صورت یک فوتون با فرکانس مشخص آزاد می‌شود. اگر به طور هم‌زمان تعداد زیادی الکترون به تراز بالاتر برده شوند به گونه‌ای که جمعیت الکترون‌ها در تراز انرژی بالاتر بیشتر از تعداد الکترون‌ها در تراز انرژی پایین‌تر باشد، لیزر رخ خواهد داد. در این صورت طول موج نور لیزر برابر با اختلاف انرژی دو تراز انرژی خواهد بود.

از طرفی با کوچک شدن ابعاد مواد نیمه‌رسانا و رسیدن به محدوده اندازه‌های کوانتومی، به دلیل ایجاد تغییراتی در ترازهای انرژی الکترون‌ها، خواص الکتریکی و اپتیکی مواد نیمه‌رسانا تغییر خواهد کرد.

با توجه به توضیحات بیان شده، اگر از یک نیمه‌رسانا برای ساخت لیزر استفاده شود، طیف لیزر ایجاد شده در بهره‌گیری از یک ماده نیمه‌رسانای توده‌ای و یک نقطه کوانتومی چه تفاوتی با هم خواهند داشت؟ (منظور از پهنای طول موجی، محدوده‌ای از طول موج‌های مختلف است که لیزر می‌تواند ایجاد کند.)

(۱) طول موج نور لیزر در نقطه کوانتومی بیشتر از توده‌ای است و پهنای طول موجی آن بیشتر است.

(۲) طول موج نور لیزر در نقطه کوانتومی کمتر از توده‌ای است و پهنای طول موجی آن باریکتر است.

(۳) طول موج نور لیزر در نقطه کوانتومی کمتر از توده‌ای است و پهنای طول موجی آن بیشتر است.

(۴) طول موج نور لیزر در نقطه کوانتومی بیشتر از توده‌ای است و پهنای طول موجی آن باریکتر است.

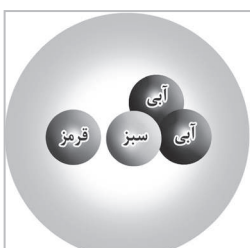
۲۸. همان‌طور که می‌دانید با تغییر ابعاد نقاط کوانتومی، شکاف انرژی آن‌ها تغییر خواهد کرد و به این ترتیب خواص الکتریکی و اپتیکی آن‌ها نیز دچار دگرگونی می‌شود. در یک آزمایش تعدادی نانوذره نیمه‌رسانا از یک جنس و با ابعاد مختلف ۲ نانومتر، ۵ نانومتر و ۱۰ نانومتر ساخته‌ایم و می‌خواهیم از آن‌ها در بارکد استفاده کنیم. فرض کنید تعدادی نانوذره مطابق شکل زیر به عنوان یک بارکد قرار گرفته‌اند. با تابش نور ماوراءبنفش و اندازه‌گیری رخشایی (نورتابی) بارکد می‌توان کد مورد نظر را ثبت کرد. با توجه به توضیحات بالا در بارکد شکل زیر از کدام نانوذرات استفاده شده است؟

(۱) ۵ نانومتر، ۵ نانومتر، ۲ نانومتر، ۱۰ نانومتر

(۲) ۲ نانومتر، ۱۰ نانومتر، ۱۰ نانومتر، ۵ نانومتر

(۳) ۲ نانومتر، ۲ نانومتر، ۵ نانومتر، ۱۰ نانومتر

(۴) برای مشخص نمودن پاسخ، باید از طول موج نور ماوراءبنفش تاییده شده اطلاع داشت.



۲۹. یکی از روش‌های شکل‌دهی قطعات مهندسی، استفاده از پودر مواد اولیه است. در این روش پس از شکل‌دهی اولیه به پودرها در طی یک فرآیند فشار در قالب، قطعه فشرده شده تحت دماهای بالا قرار می‌گیرد. در حین این عملیات حرارتی، ذرات پودر در یک‌دیگر نفوذ کرده و یک قطعه مستحکم یکنواخت را تشکیل می‌دهند. به این فرایند، به اصطلاح سینترینگ گفته می‌شود. محقق دو نوع پودر اکسید آهن سه ظرفیتی را تولید کرده است. یک نوع از این پودرها با استفاده از روش سل ژل و به شکل ذراتی زیر ۵۰ نانومتر و دیگری با استفاده از آلیاژسازی مکانیکی به شکل پودرهایی با اندازه ۲۰۰ نانومتر تولید شده است. با فرض اینکه پودرها پس از تولید در شرایط یکسان تنش‌زدایی شوند، درباره شرایط سینترپذیری پودرها کدام گزینه درست است؟

A = پودر با اندازه زیر ۵۰ نانومتر
B = پودر با اندازه ۲۰۰ نانومتر
 T_x = دمای سینترپذیری پودر X (حداقل دمایی که پودرها به استحکام نهایی می‌رسند)

$$T_A > T_B \quad (1)$$

$$T_B > T_A \quad (2)$$

$$T_A = T_B \quad (3)$$

(۴) مقایسه بین T_A و T_B نیازمند داشتن اطلاعاتی از نحوه حرارت‌دهی است.

۳۰. استفاده از ترکیبات نانوساختار در تولید نانوماشین‌ها، از ایده‌های جدیدی است که امروزه دانشمندان سعی در طراحی و توسعه آن دارند. همان‌طور که می‌دانیم نکته اساسی در تولید نانوماشین‌ها توانایی حرکت دادن و به طور کلی غلتاندن نانوساختار است. مولکول C_6 یکی از ساختارهای مورد نظر برای به کارگیری در نانوماشین‌هاست. یکی از ایده‌های مطرح برای به حرکت در آوردن یک مولکول C_6 استفاده از میدان الکتریکی است. کدام یک از گزینه‌های زیر به درستی می‌تواند عامل حرکت مولکول C_6 باشد؟

(۱) اعمال یک گشتاور دو قطبی الکتریکی القایی به یک مولکول C_6 که در درون بخشی از یک نانو ماشین است.

(۲) اعمال گشتاور دو قطبی الکتریکی القایی به مولکول C_6 همراه با اعمال میدان الکتریکی خارجی متناوب بر روی سطحی که C_6 روی آن قرار دارد.

(۳) قرار دادن یک مولکول C_6 در یک محلول الکترولیت کلرید سدیم ۱ مولار، به نحوی که در آن شناور شود.

(۴) پایداری مولکول C_6 و استحکام پیوندهای C-C در حدی است که قابلیت قطبش‌پذیری ندارد و در نتیجه القای میدان الکتریکی هیچ اثری روی آن ندارد و نمی‌توان از C_6 به عنوان بخش محرک در نانوماشین‌ها استفاده کرد.

۳۱. خاک رس اصلاح شده (nano clay) از صفحات بسیار نازکی با ضخامت در حدود ۱ nm و پهنای بیش از چند ده نانومتر تشکیل شده است. جنس این صفحات از اکسیدهای آلومینیوم و سیلیسیوم است. با اعمال شرایط فرآیندی ویژه‌ای روی این مواد و استفاده از برخی پلیمرها، می‌توان این صفحات نازک را به خوبی درون زمینه پلیمری توزیع نمود. بنابراین، این ماده کاربردهای زیادی در فناوری نانو دارد. با توجه به موارد بیان شده، این صفحات نانومتری خاک رس در کدام مورد به کار نمی‌روند؟

(۱) صنعت لاستیک‌سازی برای استحکام بخشی به تایر

(۲) صنعت نساجی برای مقاوم نمودن الیاف در برابر شعله

(۳) جداره‌های مخازن ذخیره‌سازی گاز برای جلوگیری از عبور مولکول‌های گاز از جداره مخازن

(۴) کامپوزیت‌های پلیمری برای ایجاد خاصیت رسانایی الکتریکی در پلیمرها

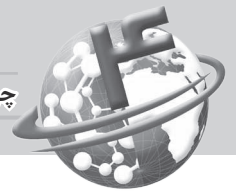
۳۲. در فرآیند رشد نانوذرات از محلول فوق اشباع، افزایش دمای محلول چه تاثیری در اندازه دانه‌ها و ریز ساختار نهایی دارد؟

(۱) درشت شدن دانه‌ها و افزایش بی نظمی

(۲) درشت شدن دانه‌ها و کاهش بی نظمی

(۳) ریز شدن دانه‌ها و افزایش بی نظمی

(۴) ریز شدن دانه‌ها و کاهش بی نظمی



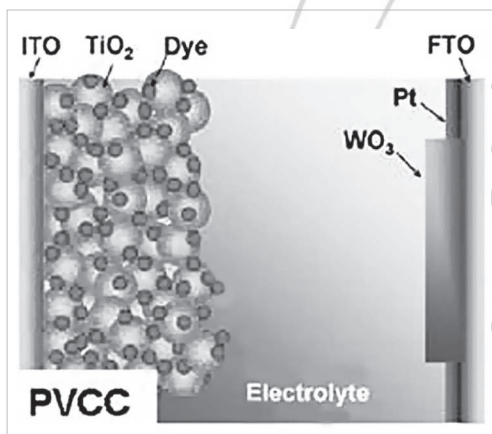
۳۳. مواد هوشمند، موادی هستند که شرایط و محرک‌هایی مانند تحریکات مکانیکی، گرمایی، شیمیایی، الکتریکی و مغناطیسی را درک کرده و به آن‌ها عکس‌العمل نشان می‌دهند. با توجه به نوع محرک و نوع عکس‌العمل، این مواد به دو دسته تقسیم می‌شوند. گروه اول اصطلاحاً مواد هوشمند نوع اول یا مواد کرومیک نامیده می‌شوند. این دسته از مواد در پاسخ به محرک‌های محیط خارجی (خصوصیات شیمیایی، الکتریکی، مغناطیسی، مکانیکی و یا حرارتی) دچار تغییر رنگ می‌شوند. دسته دوم موادی هستند که می‌توانند یک حالت از انرژی را به حالتی دیگر تبدیل کنند. امروزه از ترکیبات هوشمند به طور گسترده در ساخت بسیاری از تجهیزات پیشرفته مانند حسگرها، منسوجات هوشمند، سامانه‌های ره‌ایش دارو، تصویربرداری سلولی و ... استفاده می‌شود.

با توجه به توضیحات داده شده کدام عبارت در مورد این دسته جدید از مواد، صحیح نیست؟

- (۱) بر اثر جذب انرژی تابشی، ساختار شیمیایی مواد فوتوکرومیک به عنوان مواد هوشمند نسل اول، دچار تغییر شده و از ساختاری با یک میزان مشخص از جذب نور به ساختاری با جذب متفاوت تبدیل می‌شوند.
- (۲) مواد ترموکرومیک دسته مهمی از مواد هوشمند نوع اول هستند که در نتیجه جذب گرما یا تغییرات شیمیایی، با تغییر فاز مواجه شده و رنگ آن‌ها به صورت بازگشت‌ناپذیر تغییر می‌کند.
- (۳) مواد الکتروکرومیک، گروهی از مواد هوشمند نوع اول هستند که در نتیجه قرار گرفتن در یک جریان یا اختلاف پتانسیل الکتریکی رنگ آن‌ها تغییر می‌کند.
- (۴) مواد فوتوولتائیک (Photovoltaic) با قابلیت تبدیل نور مرئی به جریان الکتریکی از مهم‌ترین مواد هوشمند نوع دوم هستند.

۳۴. برای سنتز یک نوع نانوذره مشخص با روش سنتز فیزیکی از فاز بخار، از دو نوع گاز بی‌اثر با فشارهای مختلف استفاده شده است. اندازه ذرات در محصول نهایی بسیار مشابه بوده است. کدام گزینه در مورد وزن مولکولی و فشار گازهای بی‌اثر صحیح است؟

- (۱) گاز با وزن مولکولی بیشتر با فشار بیشتری مورد استفاده قرار گرفته است.
- (۲) گاز با وزن مولکولی کمتر با فشار بیشتری مورد استفاده قرار گرفته است.
- (۳) رابطه مشخصی در مورد تاثیر هم‌زمان فشار و وزن مولکولی گاز بر اندازه ذرات محصول نهایی وجود ندارد.
- (۴) بسته به اینکه گاز مورد استفاده تک اتمی و یا دو اتمی باشد، هر یک از گزینه‌های (۱) یا (۲) می‌تواند صحیح باشد.

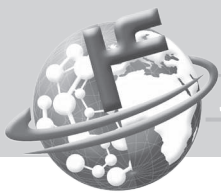


۳۵. طرح‌واره یکی از انواع بسیار جدید شیشه‌های هوشمند در شکل زیر نمایش داده شده است. این نوع شیشه در حقیقت ترکیب یک سلول خورشیدی است و نقش یک سوئیچ برای تنظیم میزان عبور نور از ساختار را بازی می‌کند. نور توسط فوتوالکتروود متشکل از مولکول‌های رنگدانه بر بستر اکسید تیتانیوم جذب می‌شود و با عبور الکترون از مدار خارجی و تزریق آن به الکتروود مقابل که حاوی ماده هوشمند اکسید تنگستن است، واکنش احیا صورت می‌گیرد. به این ترتیب با تغییر مقاومت خارجی، جریان عبوری از مدار و در نتیجه نرخ تزریق الکترون به اکسید تنگستن و در نتیجه میزان عبور اپتیکی از ساختار تغییر می‌کند. با این توصیف اکسید تنگستن در این ساختار جزء کدام دسته از مواد هوشمند قرار می‌گیرد؟

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

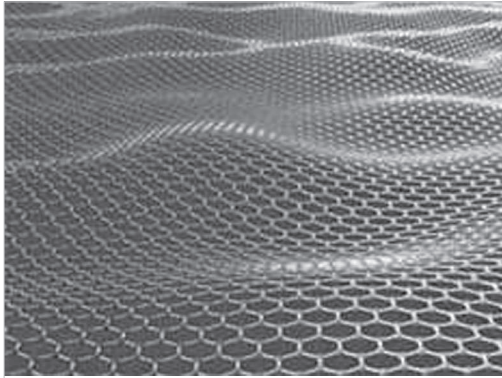
۳۶. یک نانولوله کربنی دوجداره (DWCNT) از دو نانولوله تک جداره زیگزاگ و صندلی با اندیس کایرال مشابه تشکیل شده است. رسانایی نانولوله تک جداره داخلی چگونه است؟

- (۱) رسانا
- (۲) نیمه‌رسانا
- (۳) نارسانا
- (۴) اطلاعات مسئله کافی نیست.



۳۷. یکی از دلایل تفاوت زیاد نتایج اخذ شده از مدل‌سازی‌های صورت گرفته در مورد گرافن و آزمایش‌های تجربی صورت گرفته بر روی این ماده، در نظر گرفتن گرافن به صورت یک لایه صاف و مسطح در این مدل‌هاست. این در حالی است که مطالعات تئوری و تجربی متعددی نشان داده‌اند که گرافن مسطح نبوده و در اثر نوسانات دمایی دچار اعوجاج‌هایی تقریباً منظم در سطح خود می‌شود. این اعوجاج‌ها با دامنه قابل مقایسه با طول تعادلی پیوند کربن-کربن (۰/۱۴۲ نانومتر) صورت می‌پذیرد.

کدام عبارت در مورد این پدیده صحیح است؟



شبكة دو بعدی گرافن و اعوجاج‌های آن

(۱) اعوجاج گرافن از خواص ذاتی این نانوساختار کربنی است.

(۲) وقوع اعوجاج در ساختار گرافن روی خواص الکتریکی آن بی‌اثر است.

(۳) به دلیل عدم تاثیر اعوجاج‌ها بر استحکام پیوند کربن-کربن، وقوع این اعوجاج در ساختار گرافن تاثیری بر ویژگی‌ها و خواص مکانیکی آن ندارد.

(۴) نیروی لازم برای بیرون کشیدن گرافن از داخل یک پلیمر، با کاهش اعوجاج در ساختار گرافن افزایش خواهد یافت.

۳۸. محققى موفق به تولید یک نمونه از نانولوله‌های کربنی تک‌جداره شده است، به طوری که مولفه‌های بردار کایرال این نمونه از نانولوله‌ها در بازه‌های $m \in [4, 6]$ و $n \in [7, 8]$ است. احتمال وجود نانولوله‌های نیمه‌رسانا در این نمونه چقدر است؟

(۱) در حدود ۶۰٪

(۲) در حدود ۳۰٪

(۳) تمام این نانولوله‌ها نیمه‌رسانا هستند.

(۴) تمام این نانولوله‌ها رسانا هستند.

۳۹. یکی از خواص مهم هر ماده، تحمل نیروی وارده بر آن در حالتی است که جسم هنوز حالت ارتجاعی خود را حفظ کرده و اصطلاحاً در ناحیه تغییر شکل الاستیک (بازگشت‌پذیر) خود قرار دارد. کمیت فیزیکی معرف این خاصیت مهم در مواد، مدول یانگ یا مدول الاستیسیته نام دارد. بدیهی است که هر چقدر ماده‌ای مدول یانگ بالاتری داشته باشد، تحمل بار بیشتری در ناحیه الاستیک دارد

و در واقع برای ایجاد تغییر شکلی مشخص روی آن، نیازمند اعمال بار مکانیکی بیشتری هستیم.

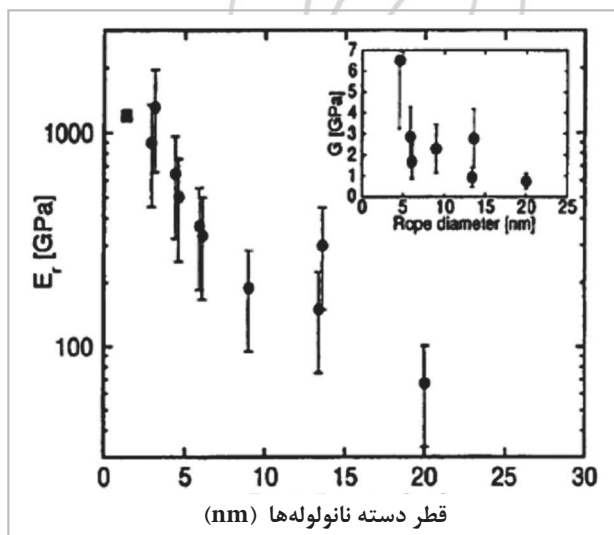
شکل زیر، مدول یانگ (محور عمودی) دسته‌ای از نانولوله‌های کربنی تک‌جداره را بر حسب قطر (محور افقی) آن‌ها نشان می‌دهد. قطر این نانولوله‌ها با تعداد نانولوله‌های قرار گرفته در کنار هم متناسب است. این نتایج با اعمال بار روی مجموعه نانولوله‌ها توسط میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) در آزمایشگاه، به دست آمده است. با توجه به این شکل دیده می‌شود که با افزایش قطر نانولوله‌های چند دیواره، مدول یانگ به طور چشم‌گیری کاهش یافته است. دلیل این رفتار چیست؟

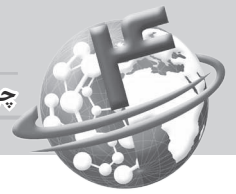
(۱) سر خوردن نانولوله‌های کربنی روی یک‌دیگر

(۲) افزایش تعداد نقص در نانولوله‌ها با افزایش تعداد آن‌ها

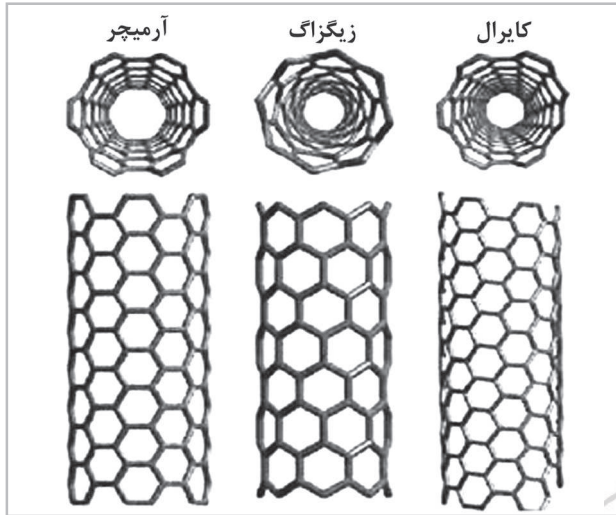
(۳) ایجاد نیروی دافعه بین نانولوله‌ها و کاهش استحکام مجموعه

(۴) خم شدن نانولوله‌ها در اثر اعمال نیروی جانبی از طرف نانولوله‌های دیگر





۴۰. مواد همسانگرد (ایزوتروپ) موادی هستند که خواص آن‌ها (مانند استحکام مکانیکی در مقابل بار اعمالی) در تمام جهات یکسان است. مواد همسانگرد جانبی، موادی دارای یک محور تقارن منحصر به فرد هستند. این مواد حول محور گفته شده، تقارن مادی و هندسی دارند. خواص مکانیکی این مواد در صفحه‌ای عمود بر آن محور، مستقل از جهت می‌باشد. باید توجه داشت که در این دسته از مواد، خواص در جهت محور یاد شده کاملاً با خواص ماده در صفحه عمود بر محور متفاوت است. موادی که در هیچ یک از این دو دسته قرار نگیرند، ناهمسانگرد نامیده می‌شوند. این مواد، خود به دسته‌های مختلف تقسیم می‌گردند.



در شکل روبرو، آرایش پیوندهای کربن-کربن حول محور نانولوله کربنی تک جداره برای سه گروه اصلی این نانوساختار کربنی یعنی صندلی (چپ)، زیگزاگ (وسط) و کایرال (راست) نشان داده شده است. با در نظر گرفتن آرایش اتم‌ها حول محور نانولوله کدام عبارت صحیح است؟

- (۱) نانولوله‌های کربنی صندلی، همسانگرد و دو نوع دیگر همسانگرد جانبی هستند.
- (۲) نانولوله‌های کربنی موادی همسانگرد هستند.
- (۳) تنها نانولوله‌های کربنی صندلی و زیگزاگ، همسانگرد جانبی هستند.
- (۴) هر سه نوع، همسانگرد جانبی هستند.

۴۱. کدام یک از ساختارهای زیر جزء نانومواد محسوب می‌شوند؟

- (۱) ماده توده‌ای فلزی (با ابعاد بسیار بزرگ‌تر از محدوده نانومتری) که تحت تغییر فرم مکانیکی شدید قرار گرفته و دانه‌های نانومتری در ریزساختار آن تشکیل شده‌اند.
- (۲) روکش متشکل از نانوذرات، که این ذرات بر اثر عملیات حرارت‌دهی و تفجوشی به یکدیگر متصل شده‌اند.
- (۳) آلیاژ چندجزئی که یکی از فازهای آن دارای اندازه‌های نانومتری است.
- (۴) همه این موارد جزء نانومواد محسوب می‌شوند.

۴۲. تعداد پنج-ضلعی‌ها و شش-ضلعی‌ها در فولرن C_{80} که تنها از پنج-ضلعی‌ها و شش-ضلعی‌ها تشکیل شده است، به ترتیب در کدام گزینه درج شده است؟

- (۱) ۱۲ و ۲۵
- (۲) ۱۵ و ۳۰
- (۳) ۱۲ و ۳۵
- (۴) ۱۲ و ۳۰

۴۳. سه نوع میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)، میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و میکروسکوپ تونل زنی روبشی (STM) را در نظر بگیرید. در دو نوع اول پرتوی از الکترون‌ها به نمونه تابیده می‌شود و در نوع آخر جریان الکتریکی تونلی بین نمونه و سوزن برقرار می‌شود. ذرات در برخی آزمایش‌ها از خود رفتار ذره‌ای و در برخی مشاهدات دیگر از خود رفتار موجی مثل نور نشان می‌دهند. این پدیده به رفتار دوگانه ذره-موج معروف است. الکترون‌ها نیز چنین رفتاری دارند. به این ترتیب بر اساس چگونگی عملکرد سه نوع میکروسکوپ TEM، SEM، و STM رفتار الکترون‌ها که منجر به تشکیل تصویر می‌شود، در هر کدام به ترتیب ذره‌ای است یا موجی؟

- (۱) ذره‌ای-موجی-موجی
- (۲) ذره‌ای-موجی-ذره‌ای
- (۳) موجی-ذره‌ای-ذره‌ای
- (۴) موجی-ذره‌ای-موجی

۴۴. مقداری سیلیسیوم با مقاومت ویژه ρ_1 موجود است. با افزودن مقدار بسیار اندکی فسفر به آن، مقاومت ویژه به ρ_2 می‌رسد؛ سپس دمای ترکیب جدید را افزایش می‌دهیم تا مقاومت ویژه آن به ρ_3 برسد. مقایسه بین مقاومت‌های ویژه در کدام گزینه به درستی انجام شده است؟

$$\begin{array}{ll} \rho_3 < \rho_2 < \rho_1 & (۲) \\ \rho_3 > \rho_2 > \rho_1 & (۱) \\ \rho_2 < \rho_3 \text{ و } \rho_2 < \rho_1 & (۴) \\ \rho_2 > \rho_3 \text{ و } \rho_2 > \rho_1 & (۳) \end{array}$$

با توجه به توضیحات زیر به سوالات ۴۳ و ۴۴ پاسخ دهید.

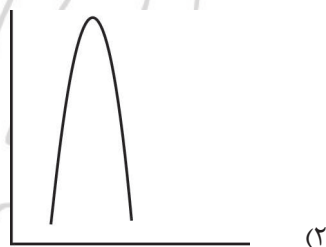
طیف‌سنجی پراش پرتوهای ایکس یا XRD روشی به قدمت بیش از ۱۰۰ سال است که برای بررسی ساختار بلوری مواد به کار می‌رود. در این روش پرتوهای ایکس با طول موج مشخص و یکسان به نمونه‌ای برخورد می‌کنند. اگر ماده هدف ساختار منظم اتمی داشته باشد، این پرتوها در صورت تابش در زوایای خاصی به سطح هدف، در حین بازتاب یک‌دیگر را تقویت می‌کنند و به اصطلاح پراش رخ می‌دهد. در این شرایط شدت پرتوهای بازتابیده شده بسیار بیشتر از بقیه زوایا خواهد بود. بر اساس رابطه‌ای که ویلیام لارنس براگ پیشنهاد داد، می‌توان ارتباط بین طول موج پرتوهای تابیده شده (λ)، فاصله بین صفحات اتمی پراش دهنده (d) و زاویه پراش (θ) را درک کرد.

$$\lambda = 2d \sin \theta \quad \text{رابطه براگ}$$

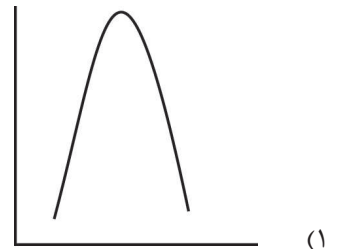
همچنین بر اساس رابطه پیشنهادی پائول شرر می‌توان تاثیر عوامل انحراف از زاویه پراش را که منجر به ایجاد پراش در زوایای کوچکتر و بزرگتر از زاویه اصلی پراش (برآگ) و در نتیجه ایجاد یک قله پهن در طیف می‌شود را بررسی نمود. یکی از دلایل پهن شدن قله، اندازه بسیار ریز دانه‌ها و نواحی پراش دهنده (زیر 100nm) است. بر اساس این معادله، ارتباط بین اندازه دانه (t)، پهنای قله دیده شده در طیف در نصف ارتفاع قله (β) و طول موج پرتوهای تابیده شده (λ) به شکل زیر است:

$$t \propto \frac{\lambda}{\beta} \quad \text{رابطه شرر}$$

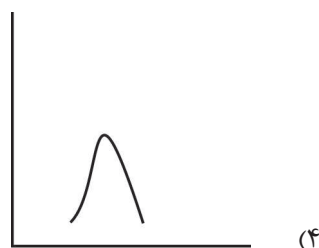
۴۵. اگر در هر یک از گزینه‌ها، قله دارای بیشترین ارتفاع در شرایط یکسان آنالیز XRD برای نمونه‌های مختلف از ماده‌ای مجهول رسم شده باشد، کدام گزینه نشان دهنده طیف مربوط به نمونه‌ای است که دانه‌بندی آن دارای اندازه‌های نانومتری کوچک‌تری است؟



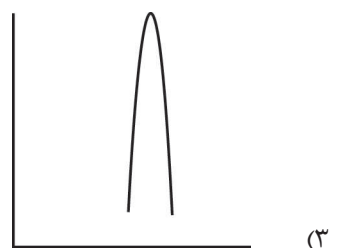
پیک ماکزیمم



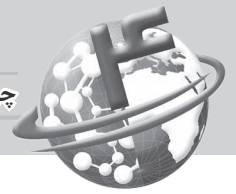
پیک ماکزیمم



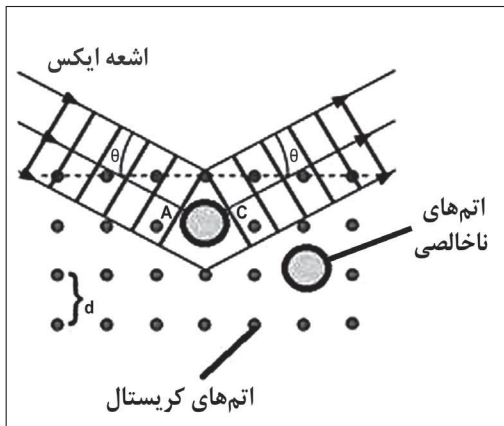
پیک ماکزیمم



پیک ماکزیمم

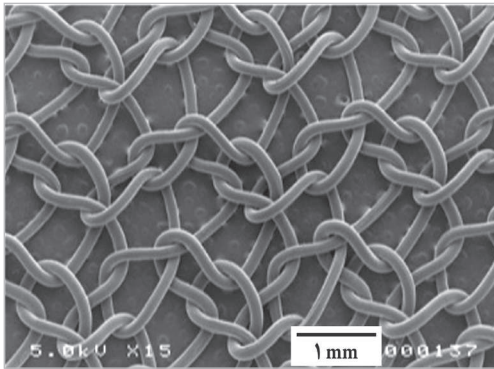


۴۶. در یک شبکه کریستالی مطابق شکل زیر مقدار قابل توجهی عنصر به صورت ناخالصی وارد شبکه کریستالی شده و به طور یکنواخت در تمام شبکه توزیع شده‌اند. شدت و مکان قله‌های طیف XRD این کریستال پس از این تحولات در ترکیب و ساختار، چه تغییراتی خواهد داشت؟



- (۱) به دلیل وجود تناوب در اتم‌های اصلی کریستال، تغییری در طیف ایجاد نخواهد شد.
- (۲) شدت پیک‌ها تغییر خواهد کرد.
- (۳) مکان پیک‌ها تغییر خواهد کرد.
- (۴) گزینه‌های (۲) و (۳)

۴۷. شکل نشان داده شده، حاصل تصویربرداری از یک پارچه تهیه شده با الیاف سنتزی، توسط یک میکروسکوپ الکترونی روبشی است. حدود قطر این الیاف با توجه به تصویر چقدر است؟



- (۱) ۲۰۰ نانومتر
- (۲) ۲۰۰۰ نانومتر
- (۳) ۲۰۰۰۰ نانومتر
- (۴) ۲۰۰۰۰۰ نانومتر

۴۸. روش‌های لیتوگرافی که برای ساخت تراشه‌های سیلیکونی مورد استفاده در رایانه‌ها به کار می‌روند، شامل روش‌های روشنایی لایه‌ها بر روی ساختارهای مورد نظر هستند. این روش‌ها اکنون به محدودیت‌هایی در امر کاهش اندازه مدارها روی تراشه‌ها رسیده‌اند که ساخت این نانوابزارها را روز به روز مشکل‌تر و پرهزینه‌تر می‌کنند. به این منظور دانشمندان سعی در طراحی و استفاده از مولکول‌هایی دارند که رفتار سوئیچینگ (تغییری) از خود بروز دهند. این رفتارها مبنای ذخیره اطلاعات در رایانه‌هاست و مدارهای منطقی بر اساس آن ساخته می‌شوند. برای این منظور مولکول‌ها باید دارای دو ترکیب‌بندی مختلف (مشابه حالت صفر و یک در رایانه‌ها) باشند. با توجه به این متن کدامیک از شرایط زیر باید در استفاده از این مولکول‌ها برقرار باشد؟

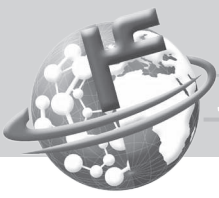
- (الف) تغییر رفتار دو پیکربندی مختلف باید سریع باشد.
- (ب) تغییر رفتار دو پیکربندی مختلف باید برگشت پذیر باشد.
- (ج) تغییر رفتار دو پیکربندی مختلف باید برگشت ناپذیر باشد. چون در صورت برگشت پذیری، امکان ذخیره‌سازی داده‌ها از بین می‌رود.
- (د) این مولکول‌ها باید در هر دو حالت از لحاظ گرمایی پایدار باشند.
- (ه) این مولکول‌ها باید حالت نیمه پایدار داشته باشند و از آنجایی که در این رایانه‌ها برای ذخیره‌سازی داده‌ها به حجم بسیار زیادی از این مولکول‌ها نیاز داریم، ایده اصلی استفاده از این مولکول‌ها برای ساخت رایانه‌های کوچک‌تر دارای ایراداتی است.

(۲) موارد الف و ج و د

(۱) موارد الف و ب و د

(۴) موارد ج و د و ه

(۳) موارد ب و د و ه



۴۹. کدام یک از میکروسکوپ‌های زیر را نمی‌توان برای تصویربرداری از سطوح نارسانا مورد استفاده قرار داد؟

- (۱) AFM
- (۲) STM
- (۳) SEM
- (۴) TEM

۵۰. با استفاده از آلیبدن (doping) می‌خواهیم نیمه‌رسانای سیلیکون خالص را به نوع p تبدیل نماییم. برای این منظور، از کدام یک از عناصر زیر می‌توان استفاده کرد؟

- (۱) آنتیموان
- (۲) فسفر
- (۳) بور
- (۴) آرسنیک

۵۱. در ترانزیستورهای NMOS و PMOS، حامل‌های بار الکتریکی به ترتیب چه چیزی هستند؟

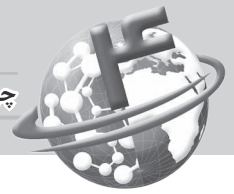
- (۱) حفره‌های آزاد- الکترون
- (۲) الکترون- حفره‌های آزاد
- (۳) بسته به نوع جریان اعمالی می‌تواند الکترون یا حفره باشد.
- (۴) ابتدا الکترون‌های آزاد و سپس جریان حفره‌ها و الکترون به طور هم‌زمان

با توجه به توضیحات زیر به سوالات ۵۲ و ۵۳ پاسخ دهید.

انجام شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای یکی از شاخه‌های فیزیک محاسباتی است. در انجام شبیه‌سازی از دو روش عمده استفاده می‌شود. روش مونت کارلو (MC) که یک الگوریتم محاسباتی است و بر اساس احتمالات، حالت بعدی سامانه را پیش‌بینی می‌کند. این احتمالات، بر اساس مقایسه‌ی انرژی حالت‌های مختلف سامانه در نظر گرفته می‌شوند. در این روش پیکربندی‌های سامانه به صورت تصادفی تولید می‌شوند و با استفاده از مسیرهای به دست آمده، می‌توان خواص تعادلی سامانه‌ها را اندازه‌گیری کرد. در روش دینامیک مولکولی (MD) بر همکنش میان اتم‌ها و مولکول‌ها در بازه‌هایی از زمان بر اساس قوانین فیزیک کلاسیک (مانند قانون نیوتن) به وسیله کامپیوتر شبیه‌سازی می‌شود. به این ترتیب می‌توان با محاسبه نیروهای وارد بر هر ذره، حرکت ذرات و در نتیجه مکان و سرعت بعدی آنها را پیش‌بینی نمود. نیروهای وارد بر هر ذره می‌تواند به صورت نیروهای الکتروستاتیک، نیروهای کووالانسی و نیروهای واندروالسی باشد.

۵۲. کدام گزینه تفاوت‌ها یا شباهت‌های شبیه‌سازی دینامیک مولکولی و مونت-کارلو را به درستی بیان می‌کند؟

- (۱) MD اطلاعاتی درباره وابستگی زمانی خواص اندازه‌گیری شده در اختیار ما می‌گذارد، ولی در MC هیچ خاصیتی نسبت به زمان اندازه‌گیری نمی‌شود.
- (۲) در شبیه‌سازی MD و MC خواص وابسته به زمان سامانه به دست می‌آید.
- (۳) در هر دو روش MD و MC انرژی کل سامانه به طور مستقیم از انرژی پتانسیل تعیین می‌شود.
- (۴) در شبیه‌سازی MD هر حرکت آزمایشی به پیکربندی قبل از آن وابسته است در حالی که در MC می‌توان پیکربندی سامانه را در هر زمان پیش‌بینی کرد.



۵۳. در شبیه‌سازی رفتار کدام ساختار، در نظر گرفتن نیروی الکترواستاتیکی نیاز نیست؟

(۱) نانو لوله های اکسید آهن

(۲) C_60

(۳) نانوپوشش های اکسید تیتانیوم

(۴) نانوذرات نمک طعام

با توجه به توضیح داده شده به سوالات ۵۴ و ۵۵ پاسخ دهید.

مطابق اصل تقسیم یکسان انرژی، هر درجه آزادی انتقالی معادل با $0.5KT$ ، هر درجه آزادی چرخشی معادل با $0.5KT$ و هر درجه آزادی ارتعاشی معادل با $1KT$ در انرژی جنبشی سهم دارند. از طرفی برای N اتم، $3N$ درجه آزادی وجود دارد. توزیع تعداد این $3N$ حالت با توجه به نوع مولکول متفاوت است. اگر مولکول خطی باشد، ۳ حالت انتقالی، ۲ حالت چرخشی و ۵- $3N$ حالت ارتعاشی و اگر مولکول غیرخطی باشد، ۳ حالت انتقالی، ۳ حالت چرخشی و ۶- $3N$ حالت ارتعاشی وجود خواهد داشت.

۵۴. H_2 چه مقدار انرژی درونی (انرژی گرمایی سامانه) دارد؟

(۱) $2/5KT$

(۲) $3KT$

(۳) $3/5KT$

(۴) $4/5KT$

۵۵. درجه آزادی برای مولکول آب چگونه است؟

(۱) سه حالت انتقالی، دو حالت چرخشی و چهار حالت ارتعاشی

(۲) سه حالت انتقالی، سه حالت چرخشی و سه حالت ارتعاشی

(۳) چهار حالت انتقالی، سه حالت چرخشی و دو حالت ارتعاشی

(۴) سه حالت انتقالی، چهار حالت چرخشی و دو حالت ارتعاشی

۵۶. احتمال اینکه یک فوتون (ذره نور) با طول موج λ پس از طی مسیر x در یک لایه نازک از جنس A جذب شود، از رابطه $p = 1 - e^{-\alpha x / \lambda}$ به دست می‌آید. احتمال عبور یک فوتون قرمز با طول موج 700 نانومتر از یک لایه نازک 63 نانومتری از این جنس چند برابر احتمال عبور یک فوتون آبی با طول موج 450 نانومتر از همین لایه است؟ (توضیح: e عددی با مقدار تقریبی 2.71 است)

(۱) $e^{\alpha/20}$

(۲) $1 - e^{\alpha/20}$

(۳) $e^{-\alpha/45}$

(۴) $1 - e^{-\alpha/45}$

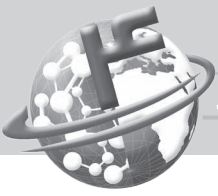
۵۷. کدام یک از موارد زیر، مصادیق مالکیت فکری یک محصول به شمار می‌آید؟

(۱) علامت تجاری

(۲) ثبت اختراع

(۳) طرح صنعتی

(۴) هر سه مورد



۵۸. کدام مورد نادرست است؟

- (۱) ثبت اختراع، دیگران را از استفاده غیر مجاز تجاری از اختراع باز می‌دارد.
- (۲) تمام دارایی‌های فکری ارزشمند یک شرکت نیاز به ثبت شدن دارند.
- (۳) کشف هر وسیله جدید یا اعمال وسایل موجود به طریق جدید برای تحصیل یک نتیجه یا محصول صنعتی می‌تواند مورد ثبت اختراع باشد.
- (۴) مالکیت فکری، انحصار دائمی را برای مالکان اسرار تجاری تا قبل از افشا آنها در نظر می‌گیرد.

با توجه به توضیحات زیر به سوالات ۵۹ و ۶۰ پاسخ دهید.



فناوری‌های جدید به دو شیوه بر محصولات تولید شده بر مبنای فناوری‌های قبلی تاثیر می‌گذارند. گاه یک فناوری روش جدیدی را برای رفع نیاز کاربران معرفی می‌کند و از این طریق، فناوری قبل از خود را منسوخ می‌کند. در این حالت، فناوری جدید را یک فناوری «انقلابی» می‌نامیم. برای نمونه، فناوری تولید رایانه در قیاس با فناوری ماشین تایپ یک فناوری انقلابی است، زیرا اساساً روش جدید تایپ دیجیتالی را جایگزین روش تایپ مکانیکی کرده است. با این حال، ورود یک فناوری جدید همواره به معنای کنار گذاشته شدن فناوری پیشین نیست. در مواردی، فناوری جدید فناوری قبلی را بهبود می‌بخشد، یعنی موجب می‌شود که فناوری قبلی به نحو بهتری نیاز کاربران

را رفع کند. برای نمونه، فناوری حافظه‌های با حجم بالا، فناوری لوح‌های فشرده را از میدان خارج نکرد، بلکه پیشرفتی در این حوزه محسوب می‌شود. در چنین مواردی، گفته می‌شود که فناوری جدید «توانمندساز» است.

۵۹. کدام یک از دو فناوری زیر توانمندساز و کدام یک انقلابی هستند؟

فناوری لباس‌های آنتی باکتریال در مقایسه با لباس‌های فعلی؛ فناوری حافظه‌های پروتئینی در مقابل حافظه‌های فعلی

(۱) توانمندساز - توانمندساز

(۲) توانمندساز - انقلابی

(۳) انقلابی - توانمندساز

(۴) انقلابی - انقلابی

۶۰. فرض کنید که شما مدیر یک شرکت خودروسازی هستید و مشاوران فناوری ساخت «بدنه‌های فوق سبک نانوساختار» را به شما معرفی می‌کنند. آنها می‌گویند این فناوری در مراحل اولیه عمر خود است؛ اما در مقایسه با فناوری فعلی تولید بدنه‌های فلزی، یک فناوری انقلابی است و طی ۱۰ سال آینده جایگزین این فناوری خواهد شد، به نحوی که ۱۰ سال آینده تقریباً تمامی خودروها بدنه‌های نانوساختار خواهند داشت.

شما می‌دانید که بخش تحقیقات شرکتتان ضعیف است، اما پول کافی در اختیار دارید و به مواد اولیه و همین‌طور به مهندسان خوبی دسترسی دارید. به نظر شما، چه سیاستی برای مواجه شدن با این فناوری انقلابی مناسب‌تر است؟

(۱) حذف تدریجی بخش تولید بدنه‌های فلزی و خرید بدنه‌های نانوساختار از شرکت‌های دیگر

(۲) شروع فعالیت‌های تحقیق و توسعه درون شرکت به منظور دستیابی به فناوری ساخت بدنه‌های نانوساختار

(۳) همکاری تحقیقاتی با شرکت‌های خودروسازی که در حال توسعه فناوری ساخت بدنه‌های نانوساختار هستند

(۴) ادامه دادن به تولید بدنه‌های فلزی تا زمانی که این بدنه‌ها به کلی کنار گذاشته شوند



پاسخنامه آزمون مرحله اول چهارمین المپیاد دانش‌آموزی علوم و فناوری نانو

سوال ۱

گزینه ۱ صحیح است. تمامی گزینه‌ها جز گزینه اول نمیتوانند از غشاهای نانوفیلتر عبور بکنند و لذا امکان حذف آنها وجود دارد ولی برای حذف یون‌ها باید از روش اسمز معکوس استفاده کرد.

سوال ۲

گزینه ۳ صحیح است. شکل و اندازه پودر روی ابعاد حفرات نانومتری موجود در آنروژل تاثیر نمی‌گذارد و لذا اهمیت کمتری دارد.

سوال ۳

گزینه ۱ صحیح است. هر چقدر یک پوشش زاویه تماسش بالاتر باشد، سطح آب‌گریزتر بوده و در نتیجه مقاومت خوردگی بیشتری خواهد داشت.

سوال ۴

گزینه ۴ صحیح است. نانوذرات نقره خاصیت آنتی‌باکتریال و نانوذرات رس خاصیت ضدآتش دارند. نانو ذرات نقره از عرق کردن پا جلوگیری نمی‌کنند بلکه با جلوگیری از رشد باکتری‌ها از بو گرفتن جلوگیری میکنند. نانوذرات اکسید سیلیکون خواص آبگریزی نیز دارند.

سوال ۵

گزینه ۳ صحیح است. وقتی از نانوذرات نیکل استفاده میکنیم به علت افزایش سطح تماس ذرات، بازدهی بالاتر رفته و لذا مقدار جرم کمتری از نیکل مورد نیاز خواهد بود. به علت کاهش وزن پیل و افزایش بازدهی آن، مصرف انرژی کاهش می‌یابد.

سوال ۶

گزینه ۳ صحیح است. با اضافه کردن نانولوله‌ها به لایه شفاف این لایه شفافیت خود را تا حدودی از دست می‌دهد و به همین دلیل کارایی سلول کاهش می‌یابد. سایر موارد به افزایش کارایی سلول خورشیدی کمک می‌کنند.

سوال ۷

گزینه ۳ صحیح است. استفاده از نانوکامپوزیتها در کاربردهای سازه ای مانند بدنه هواپیما منجر به افزایش استحکام و در نتیجه نیاز کمتر به ماده مصرفی و در نتیجه کاهش وزن در سازه خواهد شد. همچنین با توجه به مقدار بسیار زیاد سیمهای رسانای مورد استفاده در هواپیما، جایگزین نمودن آنها با کابلهای رسانا با وزن چند برابر کمتر تاثیر بسزایی در سبک سازی خواهد داشت. کاهش وزن هواپیما منجر به کاهش چشمگیر در مصرف انرژی و هزینه های مرتبط میشود. همچنین استفاده از نانوسیالات به منظور بهبود روان کاری موجب کاهش مصرف (اتلاف) انرژی و همچنین کاهش استهلاک قطعات خواهد شد.

سوال ۸

گزینه ۴ صحیح است. وقتی از نانو ذرات خاک رس استفاده میکنیم و نانوکامپوزیت تهیه می‌نماییم چون مقدار تقویت کننده کم است در وزن تاثیر چشم گیری نخواهد گذاشت. سایر موارد از مزایای استفاده از نانو ذرات خاک رس در لاستیک‌ها است.



پاسخنامه آزمون مرحله اول چهارمین المپیاد دانش‌آموزی علوم و فناوری نانو

سوال ۹

گزینه ۴ صحیح است. پاسخ تشریحی با توجه به ابعاد حفره های نانوفیلتر (۱ نانومتر)، آلترافیلتر (چند ده نانومتر)، میکروفیلتر (چند صد نانومتر) و ابعاد نوعی چند صد نانومتری باکتری، چند ده نانومتری ویروس و چند نانومتری نانولوله کربنی تک جداره گزینه ۴ صحیح است.

سوال ۱۰

گزینه ۴ صحیح است. نانوذرات مغناطیسی در بدن میتوانند موجب بهبود کنتراست در MRI شوند. گرچه نانومواد دیگری مانند نانولوله های کربنی حاوی گادولونیوم نیز در این زمینه به کار میروند. با کنترل مسیر حرکت این نانوذرات در بدن میتوان از آنها به عنوان حامل های دارو و رسانش هدفمند آنها استفاده نمود. همچنین این نانوذرات فلزی با جذب پرتوهای فرسرخ گرم میشوند و میتوانند دمای نقاطی از بدن را به طور موضعی بالا برده و موجب از میان رفتن بافت بیمار در بدن شوند.

سوال ۱۱

گزینه ۱ صحیح است. رقابت بین گلوکز و انسولین تعیین کننده است، همچنین میزان نفوذپذیری پلیمر میتواند موثر باشد. سایر عوامل در میزان انسولین آزاد شده نقش چندانی ندارند.

سوال ۱۲

گزینه ۳ صحیح است. نخستین و اساسی ترین چالش در مورد سامانه های مورد استفاده درون بدن، سازگاری زیستی سامانه طراحی شده با بدن می باشد به گونه ای که نه بدن را دچار مشکلات جانبی نماید و نه توسط سیستم ایمنی بدن حذف گردد.

سوال ۱۳

گزینه ۱ صحیح است. پوشش پلیمری مانعی در برابر حمله آنتی بادی های بدن است و همچنین از سمیت نقاط کوانتومی جلوگیری می کند. ضمنا پوشش پلیمری در طول موج نشر نقاط کوانتومی تغییر ایجاد نمی کند.

سوال ۱۴

گزینه ۱ صحیح است. برای رسانش دارو باید حامل دندریمری دارای ساختاری باشد که دارو به راحتی در لابه لای دندریمرهای آن گیر کند.

سوال ۱۵

گزینه ۲ صحیح است. با توجه به اندازه نانوذره آهن و با فرض کروی بودن آن، حجم آن برابر است با:

$$V = \frac{4}{3} \pi (1.5 \times 10^{-7} \text{ cm})^3 = 1.4137 \times 10^{-20} \text{ cm}^3$$

بنابراین جرم این نانوذره برابر است با:

$$m = 7.8 (\text{g/cm}^3) \times 1.4137 \times 10^{-20} (\text{cm}^3) = 1.1027 \times 10^{-19} \text{ g}$$

در نهایت با داشتن جرم اتمی آهن برابر با 55.847 g/mol می توان با تناسب ساده زیر تعداد اتمها را تعیین نمود:

$1 \text{ mol} = 6.02 \times 10^{23} \text{ atoms}$	55.847 g
$x \text{ atoms} \Rightarrow x = 1189 \text{ atoms} \cong 1000 \text{ atoms}$	$1.1027 \times 10^{-19} \text{ g}$



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

سوال ۱۶

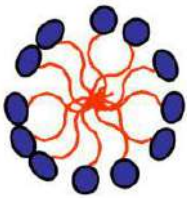
گزینه ۴ صحیح است. نانو ذرات نقره خاصیت آنتی باکتریال دارند، و باید در کوچکترین اندازه ممکن و با توزیع متقارن و یکنواخت بر روی سطح شیشه پخش شده باشند که بهترین حالت را در گزینه ۴ مشاهده میکنیم.

سوال ۱۷

گزینه ۴ صحیح است. لیپوزوم ها به عنوان یکی از مواد موثر در دارو رسانی مورد استفاده قرار میگیرند. بدنه بیرونی آنها آب دوست و بخش داخلی آنها آب گریز است بنابراین می توانند حاملی برای داروهای آبگریز و آبدوست محسوب شوند. سطح آن ها گاه مورد اصلاح قرار میگیرد و عمل دارو رسانی توسط لیپوزوم های خیلی کوچک (۲۰ نانومتر) انجام می شود. در نتیجه بهترین جواب گزینه ۴ می باشد.

سوال ۱۸

گزینه ۴ صحیح است. طبق مقاله موجود در سایت باشگاه تحت عنوان "دارو رسانی" مایسل ها دارای یک سر آبدوست (قطبی) و یک دم آب گریز (غیرقطبی) می باشند که در محلول های آبی به صورت خودبخودی تجمع می یابند. مایسل ها در محیط آبی به نحوی جهت گیری می کنند که انتهای آب گریز مایسل ها از محلول آبی رانده شده و ایجاد یک فاز آب گریز داخلی یا هسته آب گریز نمایند. در حالی که انتهای آبدوست مایسل ها به طرف خارج، یعنی محلول آبی متمایل شده و یک تاج آبدوست را به وجود خواهند آورد.



سوال ۱۹

گزینه ۳ صحیح است.

$$\text{سطح مکعب اولی} = 1\text{cm} \times 1\text{cm} \times 6 = 6\text{cm}^2$$

$$\text{حجم نانو مکعبها/حجم مکعب اولی} = \text{تعداد نانو مکعبها} = 1\text{cm}^3 / 10^{-18}\text{cm}^3 = 10^{18}$$

$$\text{سطح نانو مکعبها} = 10^{18} \times 10\text{nm} \times 10\text{nm} \times 6 = 6 \times 10^{20}\text{nm}^2 = 6,000,000\text{ cm}^2$$

$$\text{سطح مکعب اولی/سطح نانو مکعبها} = 1,000,000$$

سوال ۲۰

گزینه ۳ صحیح است.

$$\text{حجم ماده اولیه} = 3\text{cm}^3$$

$$\text{حجم نانو استوانهها/حجم ماده اولی} = \text{تعداد نانو ذرات} = 3\text{cm}^3 / (10^{-6}\text{cm})^2 \times \pi \times 10^{-5}\text{cm} = 10^{17}$$

$$10^{17}\text{bit} = 10^8\text{Gbit} \rightarrow \text{هر نانو ذره معادل یک بایت است}$$



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

سوال ۲۱

گزینه ۴ صحیح است. قطر مکعب سلول واحد برابر است با:

$$(\text{قطر مکعب}) = a\sqrt{3} = (430\text{pm})\sqrt{3} = 745\text{pm}$$

در سلول مکعبی مرکز پر ۲ اتم در گوشه قطری با اتم مرکزی به هم متصل هستند به طوری که قطر مکعب چهار برابر شعاع اتمی است، در نتیجه:

$$4r=745 \text{ pm}$$

$$r=186\text{pm}$$

سوال ۲۲

گزینه ۴ صحیح است.

مساحت یک شش ضلعی: $6\sqrt{3} r^2$

مساحت نواحی پر در شش ضلعی: $3\pi r^2$

درصد تخلخل: $\text{حجم کل} / (\text{حجم کل} - \text{حجم ناحیه خالی})$

$$\text{درصد تخلخل} = (6\sqrt{3} r^2 - 3\pi r^2) / 6\sqrt{3} r^2 = 1 - \frac{\pi}{2\sqrt{3}}$$

سوال ۲۳

گزینه ۳ صحیح است. ساختارهایی که براساس اعداد جادویی ساخته میشوند دارای کمترین حجم، بیشترین چگالی ممکن با اتمهای کروی و به هم فشرده هستند.

سوال ۲۴

گزینه ۲ صحیح است. برای محاسبه ضریب چیدمان باید حجم اتم های داخل شبکه را بر حجم سلول واحد تقسیم نماییم:

$$PF = \frac{6 \times \frac{4}{3} \times \pi \times r^3}{6 \times \frac{\sqrt{3}}{4} a^2 \times c}$$

$$c = \sqrt{\frac{8}{3}} a$$

$$a = 2r$$

$$PF = \frac{\pi}{3\sqrt{2}} = 0.74$$

سوال ۲۵

گزینه ۲ صحیح است. در رشد گیاهان مواد تشکیل دهنده آنها به تدریج کنار هم گرد آوری می شوند؛ لذا روش پایین به بالا است. در تشکیل خاک، اجزای آن از طریق خردایش و فرسایش سنگها و ... کنار هم جمع می شوند و رویکرد آن بالا به پایین است.



پاسخنامه آزمون مرحله اول چهارمین المپیاد دانش‌آموزی علوم و فناوری نانو

سوال ۲۶

گزینه ۲ صحیح است فرض کنید به جای یک اتم Si یا Ge، اتمی با ۵ الکترون ظرفیت مانند فسفر و یا آرسنیک در شبکه آن‌ها وارد شود. چهار الکترون از پنج الکترون با اتم‌های Si یا Ge مجاور پیوندهای کوالانسی تشکیل می‌دهند، اما الکترون پنجم باقی می‌ماند و پیوندی نمی‌تواند برقرار کند و می‌تواند به آسانی از آن‌جا جدا و در رسانندگی شرکت کند. این الکترون اضافی می‌تواند به راحتی به نوار رسانش برود و در رسانایی الکتریکی شرکت کند. تراز انرژی مربوط به این الکترون‌های جدید در گاف انرژی نزدیک نوار رسانش قرار می‌گیرد. به اتم‌های ناخالصی اضافه شده، اتم‌های بخشنده می‌گویند، زیرا الکترون‌هایی را به نوار رسانش می‌بخشند و به این نیمه‌رساناها، نیمه‌رسانای نوع n گفته می‌شود.

سوال ۲۷

گزینه ۲ صحیح است. از آنجایی که با رفتن به ابعاد کوانتومی گاف انرژی بزرگتر و چگالی ترازهای انرژی کمتر می‌شود، لذا طول موج لیزر کمتر و به دلیل باریک شدن ترازهای انرژی پهنای نور لیزر کمتر خواهد شد.

سوال ۲۸

گزینه ۳ صحیح است. با توجه به اینکه نانوذرات با کوچکتر شدن گاف انرژی بزرگتری خواهند داشت، لذا رخشایی به سمت طول موج‌های کوچکتر خواهد رفت. میدانیم از نظر رنگ، طول موج‌های کوچکتر به سمت نور آبی و طول موج‌های بزرگتر به سمت نور قرمز می‌روند. لذا گزینه سوم که دو نانوذره ۲ نانومتری دارد و این دو ذره می‌توانند آبی رنگ باشند صحیح است.

سوال ۲۹

گزینه ۲ صحیح است. با استفاده از فناوری نانو، سطح ویژه مواد زیاد شده و سطوح در تماس با یکدیگر زیاد می‌شود و فرایند نفوذ بیشتر فعال شده و دمای سینترینگ پایین می‌آید.

سوال ۳۰

گزینه ۲ صحیح است. اعمال گشتاور دو قطبی الکتریکی القایی به مولکول C60 در صورتی باعث به حرکت درآمدن مولکول C60 می‌شود که میدان الکتریکی خارجی متناوب بر روی سطحی که C60 روی آن قرار دارد اعمال شود تا در اثر برهم‌کنش‌های سطح و مولکول، حرکت ایجاد شود. در غیر اینصورت امکان حرکت مولکول باردار روی سطح عادی، ممکن نخواهد شد.

سوال ۳۱

گزینه ۴ صحیح است. با توجه به اطلاعات متن سوال، این نانوصفحات رسانای جریان الکتریسته نیستند و برای رسانا کردن پلیمرها مناسب نیستند و در نتیجه گزینه ۴ نادرست و پاسخ سوال است.

سوال ۳۲

گزینه ۲ صحیح است. افزایش دما با افزایش نفوذپذیری موجب تسهیل شدن فرایند رشد شده و دانه‌های کوچک‌تر به نفع دانه‌های بزرگ‌تر از بین می‌رود و شاهد رشد اندازه ذرات هستیم و با نفوذ بیشتر ساختار نیز دارای نظم بلوری بهتری می‌شود.



پاسخنامه آزمون مرحله اول چهارمین المپیاد دانش‌آموزی علوم و فناوری نانو

سوال ۳۳

گزینه ۲ صحیح است. مواد ترموکرومیک در نتیجه جذب گرما یا تغییرات شیمیایی، با تغییر فاز مواجه می‌شوند. تغییرات ایجاد شده برگشت-پذیر است و با از بین رفتن عامل ایجاد کننده تغییرات دمایی این مواد به حالت اولیه باز می‌گردند.

سوال ۳۴

گزینه ۲ صحیح است. افزایش جرم مولکولی گاز بی‌اثر و نیز افزایش فشار آن موجب افزایش اندازه ذرات می‌شود؛ لذا در این مورد باید گفت که گاز با جرم مولکولی کم‌تر با فشار بیشتری مورد استفاده قرار گرفته است.

سوال ۳۵

گزینه ۲ صحیح است. با توجه به آنکه تزریق الکترون به اکسید تنگستن سبب تغییر درصد عبور آن می‌شود لذا این ماده هوشمند جزء ساختارهای الکتروکرومیک است.

سوال ۳۶

گزینه ۱ صحیح است. اگر فرض کنیم که اندیس کایرال نانولوله زیگزاگ به شکل $(n, 0)$ و اندیس کایرال نانولوله صندلی به شکل (n, n) باشند، خواهیم داشت:

$$r_z = 0.397 n (\text{\AA}), r_A = 0.678 n (\text{\AA}), 3.354 < \Delta r < 3.600 \\ \Rightarrow 3.354 < 0.281 n < 3.600 \Rightarrow 11.9 < n < 12.8 \stackrel{n \in \mathbb{N}}{\Rightarrow} n = 12$$

لوله داخلی از نوع زیگزاگ است، زیرا در اندیس کایرال یکسان، r_z کمتر از r_A خواهد بود. از آنجایی که $n=12$ بر عدد ۳ بخش‌پذیر است، بنابراین این نانولوله رسانا است.

سوال ۳۷

گزینه ۱ صحیح است. یکی از مهم‌ترین دلایل خواص مکانیکی منحصر به فرد گرافن، هیبریداسیون sp^2 داخل صفحه اتم‌های کربن می‌باشد. بنابراین وقوع اعوجاج در ساختار گرافن همان‌طور که در شکل دیده می‌شود، به دلیل تاثیر منفی روی استحکام پیوندهای داخل صفحه گرافن به شدت روی ویژگی‌ها و خواص مکانیکی گرافن اثرگذار بوده و موجب تضعیف آن می‌گردد. اعوجاج در ساختار گرافن روی خواص الکتریکی آن اثرگذار است. گزینه صحیح گزینه ۱ است یعنی اعوجاج از خواص ذاتی گرافن است.

سوال ۳۸

گزینه ۱ صحیح است. نانولوله‌های کربنی یا رسانا هستند و یا نیمه‌رسانا. شرط رسانا بودن یک نانولوله کربنی تک‌جداره این است که اختلاف اندیس‌های کایرال بر سه بخش‌پذیر باشد یا $m - n = 3k$ (البته شرط معادل دیگری به شکل $m + 2n = 3k$ نیز وجود دارد). در غیر این صورت نانولوله نیمه‌رسانا است.

با توجه به اطلاعات مندرج در صورت مسئله، فضای نمونه‌ای برابر است با مجموعه $\{(4, 8), (5, 8), (6, 8), (4, 7), (5, 7), (6, 7)\}$ و فضای پیشامد برابر است با $\{(4, 8), (6, 8), (4, 8), (6, 7), (5, 7)\}$. بنابراین احتمال نیم رسانا بودن برابر با $0/66$ است.



پاسخنامه آزمون مرحله اول چهارمین المپیاد دانش‌آموزی علوم و فناوری نانو

سوال ۳۹

گزینه ۱ صحیح است. به دلیل آنکه نیروی بین نانولوله‌های قرار گرفته در یک دسته نانولوله، از نوع نیروهای ضعیف و اندروالسی هستند با اعمال بار به سادگی روی هم سر می‌خورند. این امر سبب کاهش تحمل بار اعمالی شده و در نتیجه مدول الاستیسیته یک دسته از نانولوله‌ها با افزایش قطر آن (افزایش تعداد نانولوله‌ها) کاهش می‌یابد.

گزینه‌های ج و د، به دلیل کوچک بودن نیروی و اندروالسی بین نانولوله‌ها در مقایسه با پیوند کوالانسی موجود در ساختار آنها، مردود است. گزینه ب هم تاحدی تاثیرگذار است ولی عامل اصلی همان سر خوردن نانولوله‌ها می‌باشد. اگر روشهای تولید نانولوله‌ها کاملاً کنترل شده و همراه با تولید نانوساختارهای کامل و بدون نقص باشد باز هم به دلیل سر خوردن نانولوله‌های موجود در یک دسته، مدول یانگ به صورت نمایی و شدید کاهش خواهد یافت.

سوال ۴۰

گزینه ۳ صحیح است. با توجه به توضیحات سوال، در نانولوله‌های صندلی و زیگزاگ اگر محور عمودی نانولوله را در نظر بگیریم خواص نانولوله در جهت محور عمودی با جهات دیگر متفاوت است.

سوال ۴۱

گزینه ۴ صحیح است. از آنجایی که در موارد بیان شده در تمام گزینه‌ها بخشی از ساختار در حد و اندازه نانومتر است، لذا کلیه موارد جزء نانومواد محسوب می‌شوند.

سوال ۴۲

گزینه ۴ صحیح است. برای شمردن تعداد پیوندهای C-C در این ساختار، باید توجه داشت که هر پیوند بین دو حلقه مجاور مشترک است. از طرفی تعداد پیوندهای خروجی از هر اتم کربن در این ساختار برابر با ۳ بوده و هر پیوند بین دو اتم کربن مجاور، مشترک است. تعداد حلقه‌های پنج‌ضلعی را برابر با n_5 و شش‌ضلعی را برابر با n_6 در نظر می‌گیریم:

$$\begin{cases} e = \frac{5n_5 + 6n_6}{2} = \frac{1}{2} \sum d(G) = \frac{1}{2} \times 80 \times 3 = 120 \\ \begin{cases} 5n_5 + 6n_6 = 240 \\ n_5 + n_6 = 42 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} n_5 = 12 \\ n_6 = 30 \end{cases} \end{cases}$$
$$\begin{cases} e = 120 \\ v = 80 \end{cases} \xrightarrow{v-e+f=2} f = n_5 + n_6 = 42$$

سوال ۴۳

گزینه ۴ صحیح است. مکانیزم تولید الکترون‌های ثانویه در SEM به دلیل رفتار ذره ای الکترون‌ها است. این در حالی است که پدیده پراش الکترون‌ها در TEM و نیز تونل زنی الکترون‌ها تنها توسط خاصیت موجی الکترون‌ها قابل توضیح است.

سوال ۴۴

گزینه ۲ صحیح است. با افزایش دما و همچنین آرایش ساختار نیمه رسانای سیلیسیم، حاملان بار افزایش پیدا کرده و در نتیجه رسانایی بیشتر و مقاومت ویژه کمتر میشود.



پاسخنامه آزمون مرحله اول چهارمین المپیاد دانش‌آموزی علوم و فناوری نانو

سوال ۴۵

گزینه ۱ صحیح است. از عبارت «شرایط یکسان آنالیز» مشخص می‌شود که λ مورد استفاده در تمام نمونه‌ها یکسان بوده است. بنابراین گزینه‌ای که بیش‌ترین پهنای قله بیشینه در نصف ارتفاع (β) را دارد، جواب سوال است.

سوال ۴۶

گزینه ۴ صحیح است. همانطور که در شکل پیداست و با توجه به مقدار قابل توجه ناخالصی در شبکه، تاثیری این مقدار بر طیف موثر خواهد شد و مکان و شدت پیک ها تغییر میکند.

سوال ۴۷

گزینه ۴ صحیح است. با یک تخمین چشمی و از روی مقیاس عکس می توان حدود ضخامت را حدس زد.

سوال ۴۸

گزینه ۱ صحیح است. برای طراحی بارانه‌های سریع و پر قدرت با استفاده از چنین ایده‌هایی باید مولکولهایی انتخاب شوند که تغییر رفتار دو پیکربندی مختلف سریع و برگشت پذیر باشد، تا امکان ذخیره‌سازی و استفاده از داده ها به سهولت امکان پذیر باشد. هم‌چنین این مولکولها باید در هر دو حالت از لحاظ گرمایی پایدار باشند تا امکان دریافت کامل پیامها و ذخیره‌سازی کامل داده‌ها تحت شرایط مختلف مهیا شود.

سوال ۴۹

گزینه ۲ صحیح است. توجه شود در میکروسکوپ SEM امکان تصویربرداری از سطوح نارسانا را (با لایه نشانی یک لایه بسیار نازک مانند طلا روی سطح نمونه) می‌توان فراهم ساخت.

سوال ۵۰

گزینه ۳ صحیح است. برای داشتن نیمه هادی نوع p باید عناصری آلاینده شود که در لایه آخر خود سه الکترون دارند و تمام گزینه‌ها به جز بور، ۵ ظرفیتی هستند.

سوال ۵۱

گزینه ۲ صحیح است. در ترانزیستور NMOS الکترون‌های آزاد حامل بار الکتریکی هستند و در ترانزیستور PMOS حفره‌های آزاد حامل بار الکتریکی می‌باشند.

سوال ۵۲

گزینه ۱ صحیح است. در MD خواص وابسته به زمان اندازه گیری شده ولی در MC هیچ خاصیتی نسبت به زمان اندازه گیری نمی‌شود و هر پیکربندی سیستم وابسته به پیکربندی گام قبلی است و نقاط به صورت تصادفی تعیین می‌شوند.



پاسخنامه آزمون مرحله اول چهارمین المپیاد دانش‌آموزی علوم و فناوری نانو

سوال ۵۳

گزینه ۲ صحیح است. تمام پیوندهای موجود در کربن ۶۰ کاملاً غیر قطبی هستند به همین دلیل نیروی الکترو استاتیک نقشی در شبیه سازی این مولکول ندارد.

سوال ۵۴

گزینه ۳ صحیح است. H_2 دارای ۳ حالت انتقالی، ۲ حالت چرخشی و ۱ حالت ارتعاشی است. بنابراین:

$$E = (3 \times 0.5 KT) + (2 \times 0.5 KT) + (KT) = 7/2 KT$$

سوال ۵۵

گزینه ۲ صحیح است. زیرا مولکول آب غیر خطی است.

سوال ۵۶

گزینه ۱ صحیح است. با توجه به فرمول جذب، فرمول عبور به صورت $e^{-\alpha x}$ خواهد بود و با جایگذاری مقادیر داده شده در این فرمول گزینه صحیح به دست خواهد آمد.

سوال ۵۷

گزینه ۴ صحیح است. علامت تجاری، ثبت اختراع یا پتنت و طرح صنعتی هر سه از مصادیق مالکیت فکری یک محصول به شمار می روند که صاحب طرح امکان استفاده از آن ها را دارد.

سوال ۵۸

گزینه ۲ صحیح است. تمام دارایی‌های فکری ارزشمند یک شرکت نیاز به ثبت شدن ندارند.

سوال ۵۹

گزینه ۲ صحیح است. فناوری تولید لباس های آنتی باکتریال با فناوری تولید لباس های عادی تفاوت بنیادی ندارد. تنها تفاوت پوشاندن سطح الیاف با نانومواد آنتی باکتریال است. بنابراین، این فناوری توانمندساز است. در مقابل، فناوری حافظه های فعلی مبتنی بر به کار گیری فلزاتی مانند سیلیسیوم و ژرمانیوم است، در حالی که در فناوری حافظه های پروتئینی از مواد کاملاً متفاوتی استفاده می شود و شیوه ثبت اطلاعات نیز کاملاً تفاوت دارد. بنابراین، این فناوری انقلابی است.



سوال ۶۰

گزینه ۳ صحیح است. انتخاب گزینه ۱ باعث می‌شود که بخشی از تولیدات شرکت، یعنی بدنه خودرو به مرور حذف شود و بدین ترتیب، درآمد حاصل از آن نیز از دست خواهد رفت. بنابراین، این گزینه مناسب نیست. گزینه ۴ نیز سیاست خوبی نیست، چرا که پس از دور خارج شدن بدنه‌های فلزی، شرکت ناگهان بخشی از توانایی تولید خود را از دست خواهد داد، در حالی که فکری برای جایگزینی آن نکرده است. گزینه ۲ می‌تواند انتخاب بهتری باشد، اما چون بخش تحقیقات شرکت ضعیف است، احتمال موفقیت تحقیقات داخل شرکت پایین خواهد بود. اما، شرکت می‌تواند با شرکت‌های دیگری که در حال تحقیق و توسعه در مورد فناوری تولید بدنه‌های فوق سبک فعال هستند، همکاری تحقیقاتی آغاز کند و بدین ترتیب، شانس بیشتری برای دستیابی به این فناوری در زمان مناسب خواهد داشت. بدین ترتیب، گزینه ۳ صحیح است.

ماخ

