آزمون مرحله اول

معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری
ستاد توسعه فناوری نانو
با شگاه دانش آموزی نانو

دومین المپیاد علوم و فناوری نانو

نام و نام‌خانوادگی:

شماره داوطلب:

تعداد سوال‌ها: ۴۹

مدت پاسخگویی: ۱۲۰ دقیقه

سلام، به دومین المپیاد دانش‌آموزی 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 قبلا 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. گلوله‌ای کروی به شعاع ۷cm از بالای تپه‌ای به پایین می‌لغزد. این گلوله در هر ثانیه، ۱۹ درصد از وزن خود را به دلیل برخورد با تپه از دست می‌دهد اما همچنان به شکل کره باقی می‌ماند. چقدر طول می‌کشد تا این گلوله اندازه‌ای کمتر از یک ویروس پیدا کند؟ (log۳=۰/۴۷۷)

۱) ۱۰۰s

۲) ۱۵۰s

۳) ۲۰۰s

۴) ۲۵۰s

۲. فرض کنیم می‌خواهیم سطح یک زمین فوتبال به ابعاد ۷۰×۱۰۰ متر را با نانوذرات کروی طلا (به قطر ۱ نانومتر) بپوشانیم. با فرض اینکه می‌توانیم چیدمان ذرات را کنترل کنیم و می‌خواهیم حداقل فضای خالی را بین ذرات داشته باشیم، چندکیلوگرم طلا برای پوشاندن زمین فوتبال نیاز است؟ چگالی طلا $19/3\ g/cm^3$ است ($\pi \approx 3$)

۱) ۰/۰۲۲

۲) کمتر از ۰/۰۲۲

۳) بیشتر از ۰/۰۶۷

۴) ۰/۰۶۷

۳. کدام گزینه نمی‌تواند اثرگذاری اندازه ذره بر خواص فیزیکی و شیمیایی را توجیه کند؟

۱) با کاهش اندازه ذرات تا محدوده نانومتری، نسبت سطح به حجم ذره افزایش چشمگیری می‌یابد.

۲) در نانومواد، ابعاد ماده به اندازه‌های مولکولی و اتمی نزدیک می‌شوند و ساختمان الکترونی آنها تغییر می‌کند.

۳) با کاهش اندازه ذره، حجم مرز دانه‌ها افزایش می‌یابد و این امر بر خواص فیزیکی ماده تأثیر می‌گذارد.

۴) تغییر رنگ نانوذرات در اثر رفتار متفاوت اجزای آنها با پرتوهای نور است.

۴. کدامیک از عبارات زیر در رابطه با تغییر خواص مواد در مقیاس نانو صحیح است؟

۱) گاف انرژی کم می‌شود، نقطه ذوب کاهش می‌یابد.

۲) نفوذ پذیری کاهش می یابد، استحکام افزایش می‌یابد.

۳) مقاومت به خوردگی و نفوذ پذیری افزایش می‌یابد.

۴) گاف انرژی زیاد می‌شود، نفوذ پذیری زیاد می‌شود.

۵. اگر یک جسم باردار را در محیط عایق به ذرات نانو تبدیل کنیم، بار کل و چگالی سطحی بار نانوذرات نسبت به جسم اولیه چگونه تغییر می‌کند؟ فرض می‌کنیم که تمام نانوذرات حاصل باردارند.

۱) بار کل کم و چگالی سطحی بار ثابت می‌ماند.

۲) بار کل بدون تغییر و چگالی سطحی بار زیاد می‌شود.

۳) بار کل بدون تغییر و چگالی سطحی بار کم می‌شود.

۴) بار کل زیاد و چگالی سطحی بار ثابت می‌ماند.

با توجه به توضیحات زیر به پرسش‌های ۶ تا ۸ پاسخ دهید

در یک نگاه کلی، روش‌های ساخت نانومواد به دو دسته تقسیم می‌شوند: روش‌های بالا به پایین و روش‌های پایین به بالا. در روش بالا به پایین، ابعاد یک ماده بزرگ‌مقیاس آنقدر کاهش می‌یابد تا به حدود چند نانومتر می‌رسد. بریدن، برداشتن، خرد کردن، تراشیدن، ذوب کردن و ذره ذره کردن یا نازک کردن مثال‌هایی از این دسته هستند. خودآرایی از معروف‌ترین روش‌های از پایین به بالا است. در این روش مولکول‌ها و اتم‌ها، بدون اعمال نیروی خارجی، به طور منظم و کنترل‌شده‌ای کنار یکدیگر قرار می‌گیرند.

۶. کدامیک از نانوساختارهای زیر را تاکنون نتوانسته‌ایم به روش پایین به بالا تولید کنیم؟

۱) نانوالیاف

۲) مدارهای مجتمع (IC)

۳) نقاط کوانتومی

۴) موارد ۱ و ۲

۷. پروتئین‌ها یکی از نانومواد زیستی مهم در بدن موجوات زنده هستند. روش ساخته شدن پروتئین، مشابه کدامیک از فرآیندهای زیر است؟

۱) بالا رفتن خودبخودی آب از آوند گیاهان به منظور تامین آب ساقه‌ها و برگ‌های بالای درخت

۲) انتشار بوی عطر در فضای اتاق

۳) پخش شدن ذرات جوهر رنگی درون یک لیوان آب

۴) شکل گرفتن بلور نبات در اطراف نخ، هنگامی که نخی را درون یک ظرف محتوی محلول سیر شده‌ی شکر قرار می‌دهیم.

۸. نیروهای متفاوتی می‌توانند موجب بروز پدیده خودآرایی شوند و ساختارهای متنوعی را پدید آورند. در میان گزینه‌های زیر فکر می‌کنید کدام گزینه تحت خودآرایی شکل نمی‌گیرد و یا اینکه به نیروی محرکه موثر به درستی اشاره نشده است؟

۱) پیچش پروتئین‌ها-آب‌دوستی و آب‌گریزی

۲) چگالش گاز به مایع- نیروهای واندروالس

۳) تشکیل الماس- نیروهای کووالانس

۴) تشکیل شکل‌های مختلف ماده بلوری ZnO (نانوفنر، نانودرخت، نانوصفحه، نانوگل)-کاهش سطح انرژی

با توجه به توضیحات زیر به پرسش‌های ۹ تا ۱۱ پاسخ دهید

سورفکتانت‌ها، موادی هستند که معمولا برای کاهش کشش سطحی مایعات مختلف، از آنها استفاده می‌کنند. مولکول‌های این مواد یک سر آب‌دوست و یک دنباله (دُم) آب‌گریز دارند. این مولکول‌ها از سر آب‌دوستشان در تماس با محلول آبی و از دنباله آب‌گریزشان در تماس با محلول‌های آلی قرار می‌گیرند. سر آب‌دوست سورفکتانت‌ها معمولا یک یون باردار است و سر آب‌گریز آنها یک زنجیره هیدروکربنی است. سورفکتانت‌ها می‌توانند در

محلول‌های آبی، تحت پدیده خودآرایی ساختارهایی را تشکیل دهند که با نام مایسل شناخته می‌شوند. سر آب‌دوست مایسل‌ها به سمت بیرون و دنباله آب‌گریز آنها به سمت درون است. این مواد در حلال‌های آلی عکس این رفتار را در پیش می‌گیرند و ساختارهایی را تشکیل می‌دهند که مایسل معکوس نامیده می‌شوند. چرا که سر آب‌دوست آنها به سمت درون و دنباله آب‌گریز آنها به سمت بیرون است. از این ترکیبات می‌توان به عنوان محلی برای انجام واکنش استفاده کرد. به همین دلیل به آنها «نانو راکتور» نیز می‌گویند.

۹. دانش‌آموزی قصد دارد از سورفکتانت‌ها به عنوان نانو راکتور استفاده کرده و از محلول آبی یک ماده خاص، نانوذره تولید کند. او مقدار بسیار کافی از ماده سورفکتانت را در محلول حل می‌کند. فکر می‌کنید که در این محلول به ترتیب چه اتفاقی افتاده است؟

۱) ابتدا سورفکتانت‌ها حل شده‌اند، سپس روی سطح قرار گرفته‌اند، در ادامه به مایسل تبدیل شده‌اند و در نهایت به مایسل معکوس تبدیل شده‌اند.

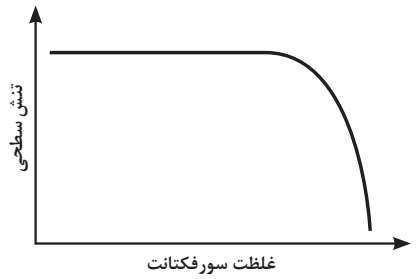
۲) ابتدا سورفکتانت‌ها حل شده‌اند، سپس روی سطح قرار گرفته‌اند، در ادامه تجمع کرده‌اند و در نهایت به مایسل تبدیل شده‌اند.

۳) ابتدا سورفکتانت‌ها روی سطح قرار گرفته‌اند، سپس حل شده‌اند، در ادامه به مایسل تبدیل شده‌اند.

۴) ابتدا سورفکتانت‌ها روی سطح قرار گرفته‌اند، سپس حل شده‌اند، در ادامه به مایسل تبدیل شده‌اند و در نهایت به مایسل معکوس تبدیل شده‌اند.

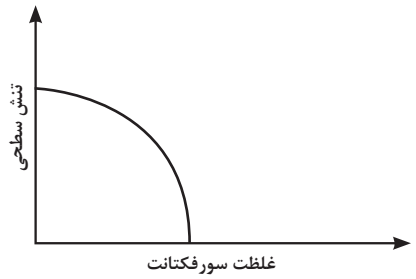
۱۰. به نظر شما کدامیک از نمودارهای زیر تغییرات تنش سطحی محلول را بر حسب غلظت سورفکتانت نشان می‌دهد.

۱)

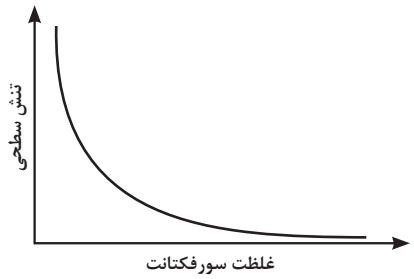


۲)

۳)



۴)



۱۱. نانوذرات بسیار تمایل دارند که به یکدیگر بچسبند. از این‌رو لازم است که با انجام عملیات پایدارسازی، از به هم پیوستن این ذرات جلوگیری کرد. دو مکانیسمی که بطور عمده برای پایدارسازی نانوذرات استفاده می‌شود، پایدارسازی الکترواستاتیکی و استریکی است. پایدارسازی الکترواستاتیکی بر پایه‌ی دافعه‌ی متقابل بارهای همنام استوار شده است. پایدارسازی استریکی بر پایه ممانعت فضایی است. به طور مثال می‌توان با اتصال ماکرومولکول‌ها به سطح نانوذرات آنها را پایدار کرد. پایدارسازی استریکی و الکترواستاتیکی می‌توانند با یکدیگر تلفیق شوند که به پایدارسازی الکترواستریکی معروف است.

نانوذراتی که در نانو راکتورهای مایسلی ساخته می‌شوند، بسیار پایدارند. به نظر شما مکانیسم پایدارسازی این ذرات چیست؟

۱) الکترواستاتیکی

۲) استریکی

۳) الکترواستریکی

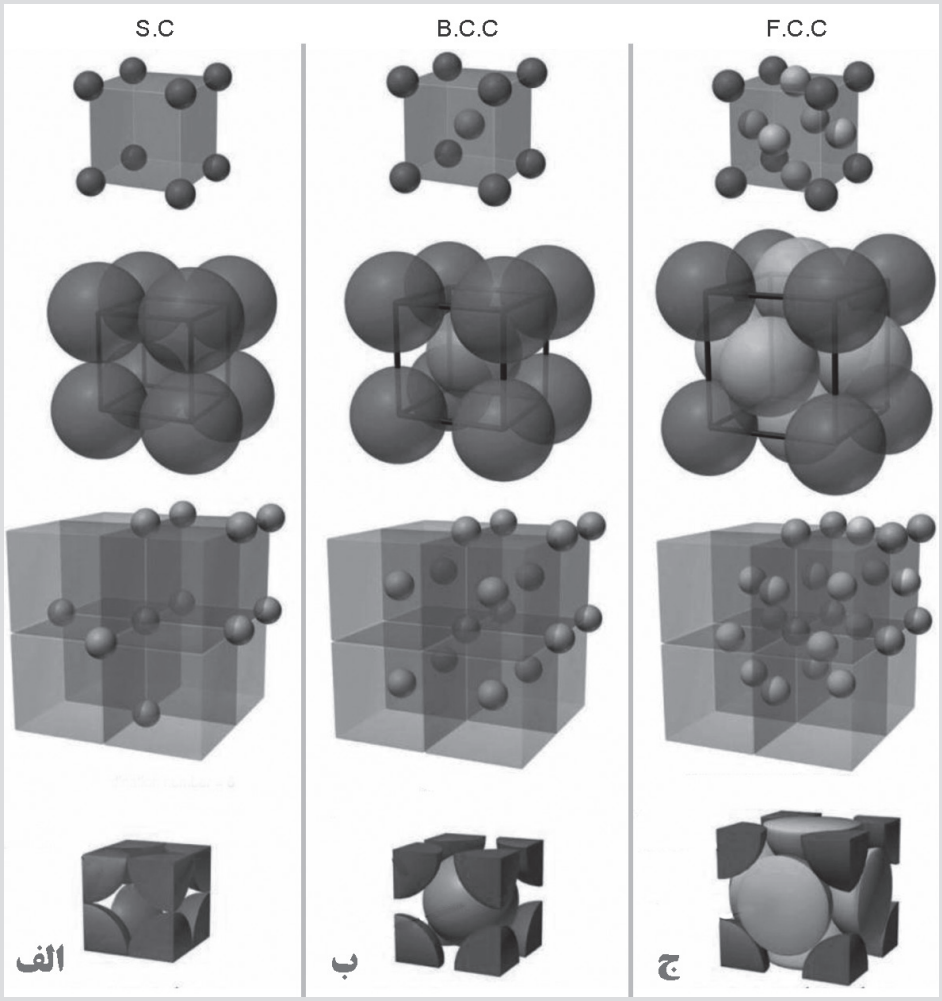
۴) تابع موادی است که در نانو راکتور وجود دارند.

۱۲. در یک محلول نارسانای حاوی نانوذرات باردار که تحت تاثیر میدان الکتریکی یکنواخت است، شتاب نانو ذرات:

۱) متناسب با بار نانوذرات و جرم است.
۲) با بار نانوذرات و جرم نسبت عکس دارد.
۳) متناسب با بار نانوذرات بوده و نسبت عکس با جرم آنها دارد.
۴) متناسب با جرم نانوذرات بوده و نسبت عکس با بار آنها دارد.

با توجه به توضیحات زیر به پرسش‌های ۱۳ تا ۱۶ پاسخ دهید

بلور شکلی از ماده جامد است که در آن مولکول‌ها، اتم‌ها و یون‌ها با آرایشی منظم در کنار یکدیگر قرار دارند. کوچکترین جزء یک ماده بلوری، سلول واحد نام دارد که از تکرار متوالی آن در سه جهت فضایی، بلورهای بزرگتر تشکیل می‌شوند. در سلول واحد، اتم‌ها می‌توانند در موقعیت‌های مختلف نسبت به یکدیگر قرار گیرند. سه ساختار معروف بلوری، مکعبی ساده (S.C)، مکعبی مرکز حجمی (B.C.C) و مکعبی مرکز سطحی (F.C.C) هستند. در سلول مکعبی ساده، ۸ اتم در رئوس یک مکعب قرار دارند (شکل۱- الف). در سلول مکعبی مرکز وجهی، ۸ اتم در رئوس یک مکعب قرار دارند و یک اتم در مرکز آن قرار دارد (شکل۱- ب). در سلول مرکز سطحی، ۸ اتم در رئوس مکعب و ۶ اتم در مرکز وجوه آن قرار دارند (شکل۱- ج).



(شکل ۱)

یک شبکه بلوری از کنار هم قرار گرفتن تعداد بی‌شماری «سلول واحد» تشکیل می‌شود. ازاین‌رو اتم‌هایی که در مکان‌های مختلف یک سلول واحد خاص قرار می‌گیرد، میان آن سلول و سلول‌های همسایه به اشتراک گذاشته می‌شود. جمع کل اتم‌های موجود در یک سلول واحد F.C.C برابرست با $\frac{۱}{۸}$ از ۸ اتمی که در رئوس قرار گرفته‌اند، بـه علاوه $\frac{۱}{۲}$ از ۶ اتمی که در مرکز هر یک از وجوه قرار دارند. بنابراین سهم هر سلول واحد F.C.C، ۴ اتم می‌شود. به همین ترتیب جمع کل اتم‌های واحد در شبکه B.C.C برابرست با $\frac{۱}{۸}$ از ۸ اتمی که در رئوس مکعب قرار گرفته‌اند، به علاوه اتمی که در مرکز وجود دارد که در مجموع ۲ اتم می‌شود.

۱۳. به نظر شما دانشمندان نخستین بار چگونه پی بردند که برخی از مواد بلوری هستند.
۱) دانشمندان زمانی توانستند به ساختار بلوری مواد پی ببرند که توانستند، نمونه‌های میکروسکوپی از مواد تهیه کنند.
۲) دانشمندان پس از توسعه روش‌های پیشرفته‌ای مانند پراش اشعه ایکس توانستند بلوری بودن برخی مواد را تشخیص دهند.
۳) به آسانی می‌توان از نظم بیرونی بلورها، پی به نظم داخلی‌شان برد.
۴) پس از اختراع میکروسکوپ‌ها، دانشمندان توانستند ساختار بلورین برخی مواد را مشاهده کنند.

۱۴. فرض کنید که اتم‌ها، کره‌هایی سخت هستند که می‌توانند به طور کامل روی هم مماس شوند. اگر اندازه شعاع هر اتم برابر r باشد،

طول ضلع یک سلول واحد B.C.C برابر است با:

۱) $a = \frac{۴r}{\sqrt{۳}}$

۲) $a = \frac{۴r}{\sqrt{۲}}$

۳) $a = \frac{۴r}{۲}$

۴) $a = \frac{r}{\sqrt{۳}}$

۱۵. فلز مس دارای ساختار F.C.C است. با توجه به داده‌های زیر چگالی تئوری مس را بر حسب gr/cm^3 محاسبه نمایید.

$N= ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}$, $r_{cu} = ۱/۲۸ °A$, $M_{cu} = ۶۴ gr/mole$, $\sqrt{۲} = ۱/۴$, $\sqrt{۳} = ۱/۷$

۱) ۱۶/۱۵

۲) ۸/۰۷

۳) ۸/۸۷

۴) ۶/۳۷

۱۶. ضریب تراکم(PF)، عبارت است از درصدی از حجم سلول واحد که توسط اتم‌ها اشغال می‌شود. باتوجه به این تعریف، نسبت ضریب تراکم در حالت B.C.C را نسبت به حالت F.C.C محاسبه نمایید.

۱) ۰/۹

۲) ۰/۶

۳) ۰/۷

۴) ۰/۸

۱۷. در کدام‌یک از موارد زیر، نسبت تعداد پیوندهای کوالانس به تعداد اتم‌های کربن موجود در ساختاری به جرم ۱ گرم از ماده بیشتر است؟

۱) الماس

۲) فولرین

۳) نانولوله‌ی کربنی

۴) بستگی به تعداد اتم‌های کربن موجود در ساختار دارد.

۱۸. با توجه به بردارهای کایرال در مورد قطر نانولوله‌ها کدام گزینه صحیح می‌باشد.

۱. قطر نانولوله (۱۰،۱۰) از نانولوله (۱۰،۵) کمتر است.

۲. نانولوله (۱۰،۰) از نانولوله‌های (۱۰،۵) و (۱۰،۱۰) باریکتر است.

۳. قطر نانولوله (۱۰،۵) از نانولوله (۱۰،۰) بیشتر است.

۴. نانولوله (۱۰،۵) با نانولوله (۱۰،۱۰) هم قطر هستند.

۵. قطر نانولوله (۱۰،۰) هم از (۱۰،۵) و هم از (۱۰،۱۰) بیشتر است.

۱) ۱ و ۴

۲) ۳ و ۴

۳) ۲ و ۳

۴) ۴ و ۵

۱۹. زاویه مابین بردار کایرال و محور طولی نانولوله (۱۰،۵) چند درجه است؟

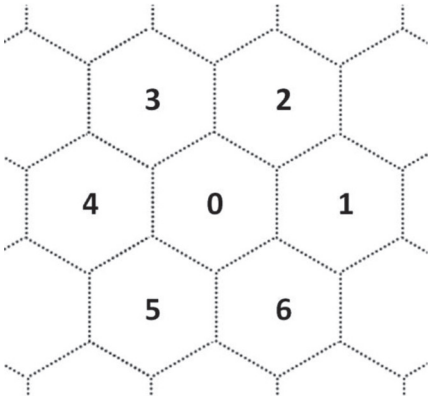
۱) ۲۸

۲) ۶۰

۳) ۷۲

۴) ۹۰

۲۰. دو نفر بازی زیر را با یک مهره بر روی دیواره‌ی خارجی یک CNT انجام می‌دهند. هر نفر قبل از انجام حرکت خود، خانه‌ای که مهره روی آن قرار دارد (شماره صفر) و خانه‌های همسایه‌ی آن را به شکل زیر شماره‌گذاری می‌کند. یک تاس انداخته می‌شود، اگر تاس عدد i را نشان دهد، نفر اول روی همسایه‌ی i و نفر دوم نسبت به خانه‌ی جدید، روی همسایه‌ی ۶-i قرار می‌گیرد. این دو پس از مدتی (که این زمان به اندازه‌ی کافی طولانی است!) متوجه می‌شوند که مسیری را که روی دیواره‌ی CNT طی می‌کنند، بدون هیچ چرخشی نسبت به محور مرکزی CNT و در راستای طولی آن قرار دارد. اندیس کایرال این CNT کدام است؟



الف- (۱۰و۱۰)

ب- (۱۲و۸)

ج- (۱۸و۰)

د- اطلاعات مسئله برای مشخص کردن نانولوله کافی نیست.

۲۱. آرایه‌ای از CNTهای دو دیواره (DWCNT) را به شکل یک دسته (bundle) در کنار یکدیگر قرار داده‌ایم و می‌خواهیم از آن‌ها به عنوان فیلتر برای جداسازی مولکول X به اندازه‌ی ۳nm از یک ظرف آب محتوی این مولکول استفاده نماییم. به نظر شما اگر کایرالیتی هر دو دیواره‌ی داخلی و خارجی این DWCNTها یکسان باشد، اندیس کایرال لوله‌ی خارجی کدام است؟

الف- (۶و۶)

ب- (۱۱و۱۱)

ج- (۱۹و۱۹)

د- (۲۹و۲۹)

۲۲. در سنتز نانولوله‌های کربنی به روش نشست شیمیایی بخار (CVD)، از کاتالیست نانوذرات آهن بر پایه آلومینای نانوساختار استفاده شده است. کدام‌یک از موارد زیر بیشتر از همه در کنترل قطر نانولوله‌های کربنی موثر است؟

۱) دما و فشار فرآیند

۲) تخلخل آلومینای نانوساختار

۳) اندازه نانوذرات آهن

۴) در روش CVD امکان کنترل قطر نانولوله‌ها وجود ندارد.

۲۳. نانولوله‌های کربنی بخاطر ویژگی‌های ساختاری که دارند، می‌توانند به عنوان جاذب در فرآیندهای نانوفیلتراسیون مورد استفاده قرار گرفته و یا به عنوان منبع ذخیره گاز در وسایل نقلیه به کار روند. کدامیک از موارد زیر، تاثیر کمتری در افزایش میزان جذب مواد در نانولوله‌ها دارد؟

۱) عامل‌دار کردن نانولوله‌های کربنی

۲) افزایش طول نانولوله‌ها

۳) تغییر در قطر نانولوله‌ها

۴) باز کردن دهانه نانولوله‌ها

با توجه به توضیحات زیر به پرسش‌های ۲۴ تا ۲۷ پاسخ دهید

میکروسکوپ روبشی نیروی اتمی (AFM) یکی از انواع میکروسکوپ‌های پروبی روبشی است که در آن از یک سوزن نوک تیز برای روبش(جارو کردن) سطح نمونه استفاده می‌شود. در این میکروسکوپ، روبش سطح توسط یک انبرک نوک‌دار انجام می‌گیرد و انبرک به راحتی در پستی و بلندی‌های سطح بالا و پایین می‌رود. در حین روبش، انبرک در اثر نیروی بین نمونه و نوک خم می‌شود. همچنین یک نور لیزر روی انبرک می‌تابد که انعکاس این نور از روی انبرک در یک آشکارساز نوری شناسایی می‌شود. از این رو با خمش انبرک نور انعکاسی لیزر از روی انبرک جابه جا می‌شود. بدین ترتیب می‌توان جابه جایی نوک انبرک را اندازه‌گیری کرد. از آن‌جایی که انبرک در جابه جایی‌های کوچک از قانون هوک پیروی می‌کند، از روی جابه جایی انبرک می‌توان نیروی برهم کنش بین نوک و سطح نمونه را به دست آورد. از روی این نیرو می‌توان فاصله‌ی بین نوک و سطح نمونه، یا همان ارتفاع آن قسمت از نمونه را به دست آورد. برحسب ناحیه‌ی عملکرد نوک انبرک (یا سوزن) سه روش (مُد) دقیق وجود دارد: تماسی (فاصله‌ی نوک و نمونه تقریباً نزدیکتر از ۵ آنگستروم)، شبه تماسی (فاصله نوک و نمونه بین ۴ تا ۳۰ آنگستروم) و غیرتماسی (فاصله نوک و نمونه بین ۳۰ تا ۱۵۰ آنگستروم).

یادآوری: در مکانیک و فیزیک، قانون هوک تقریبی است از رفتار برخی از مواد که آنها را کشسان خطی (ارتجاعی خطی) می‌نامیم. در این گونه مواد جابه جایی (x) متناسب است با نیرو ایجاد کننده آن (F): $F=-kx$

۲۴. نیروی که توسط AFM اندازه‌گیری می‌شود، چه نوع نیرویی است؟

۱) نیروی الکترواستاتیکی

۲) نیروی واندروالسی

۳) نیروی موئینگی

۴) همه‌ی موارد

۲۵. در AFM وقتی فاصله‌ی سوزن میکروسکوپ و نمونه بسیار نزدیک است (مدتماسی) و هنگامی‌که فاصله‌ی سوزن میکروسکوپ و نمونه بیش از ۱۳۰ آنگستروم است (مد غیرتماسی)، چه نیروی بین سوزن و نمونه برقرار است؟

الف) دافعه-جاذبه

ب) جاذبه-دافعه

ج) جاذبه-جاذبه

د) جاذبه یا دافعه بودن بستگی به ولتاژ اعمال شده به نمونه و سوزن دارد.

۲۶. در نانولیتوگرافی می‌توان از سوزن AFM برای فرم دهی نمونه در ابعاد نانومتری استفاده کرد. برای این کار فاصله‌ی بین سوزن و نمونه در چه ابعادی باید قرار گیرد؟

الف) کمتر از یک نانومتر

ب) در حد چند نانومتر

ج) در حد چند ده نانومتر

د) در حد چند صد نانومتر

۲۷. در تصویربرداری از سطوح بسیار نرم (مانند مولکول‌های زیستی) با AFM، کدام نوع سوزن برای میکروسکوپ بهتر است؟

الف) سوزن‌های نوک تیز

ب) سوزن‌های کروی

ج) سوزن‌های T شکل

د) سوزن‌های با روکش کروم

با توجه به توضیحات زیر به پرسش‌های ۲۸ تا ۳۱ پاسخ دهید

بسیاری از ایده‌های جدید در فناوری‌های نو مانند فناوری نانو، به مرحله تولید انبوه و فروش در بازار نمی‌رسند. تحقیقات نشان می‌دهد که پس از گذشت ۵ سال از تاسیس شرکت‌های فعال در حوزه نانو، به‌طور متوسط از هر ۱۰ شرکت تازه تاسیس، ۷ شرکت ورشکست می‌شوند، ۲ شرکت بدون آنکه سود بدهند، به کار خود ادامه می‌دهند و ارزش ۱ شرکت به حدود ۱۰ برابر سرمایه گذاری اولیه در آن می‌رسد. فرض کنید که شما از جمله سرمایه‌گذارانی هستید که حاضرید خطر کنید و در شرکت‌های تازه تاسیس در فناوری نانو سرمایه‌گذاری کنید به چنین افرادی «سرمایه‌گذاران خطرپذیر» گفته می‌شود. در نظر بگیرید که شما ۱۰۰۰ میلیون تومان سرمایه دارید و می‌خواهید روی هر شرکت ۱۰۰ میلیون تومان سرمایه‌گذاری کنید. همچنین، می‌دانید با مبلغ ۱۰۰ میلیون تومان سرمایه می‌توانید یک شرکت تازه تاسیس را به طور کامل تامین کنید.

۲۸. با توجه به فرضیات بالا، اگر به شکلی تصادفی روی ۱۰ شرکت سرمایه‌گذاری کنید، احتمالا در پایان دوره ۵ ساله چه میزان سود (یا ضرر) خواهید کرد؟

الف) ۳۰۰ میلیون تومان سود

ب) ۳۰۰ میلیون تومان ضرر

ج) ۵۰۰ میلیون تومان سود

د) ۵۰۰ میلیون تومان ضرر

حال فرض کنید که سرمایه‌گذار خطرپذیر مردد است که پولش را در بانک بگذارد یا در فناوری نانو سرمایه‌گذاری کند. همچنین، فرض کنید که نرخ سود بانکی به ازای سرمایه‌گذاری ۵ ساله برابر با ۱۶ درصد به ازای هر سال است.

۲۹. اگر شما مشاور سرمایه‌گذار مورد بحث باشید و او از شما مشورت بخواهد، کدامیک از گزینه‌های زیر را به او پیشنهاد می‌کنید و دلیلی که برای وی می آورید، چیست؟

۱) سرمایه‌گذاری در بانک، چون از به دست آوردن سود ۱۶ درصد در سال مطمئن هستیم.

۲) سرمایه‌گذاری در شرکت‌های تازه تاسیس، چون در صورت ارزیابی مناسب شرکت‌ها می‌توانیم سود بیشتری نسبت به سرمایه گذاری در بانک به دست آوریم.

۳) سرمایه‌گذاری در بانک، چون بانک می‌تواند با استفاده از سرمایه ما به شرکت‌ها یا افراد دیگر و حتی در صورت نیاز، به شرکت خودمان وام بدهد.

۴) سرمایه‌گذاری در شرکت‌های تازه تاسیس، چون از این طریق به توسعه فناوری نانو در کشور کمک می‌کنیم.

۳۰. فرض کنید که سرمایه‌گذار خطرپذیر پس از مشورت با شما، نیمی از سرمایه‌اش را در بانک می‌گذارد و نیمی دیگر را در ۵ شرکت تازه تاسیس در فناوری نانو سرمایه گذاری می‌کند. برای آنکه پس از دوره ۵ ساله، سود حاصل از سرمایه‌گذاری خطرپذیر از سود حاصل از سرمایه گذاری در بانک کمتر نباشد، ۵ شرکت منتخب باید چه توزیعی داشته باشند؟ (فرض کنید همه شرکت‌هایی که روی آنها سرمایه‌گذاری می‌کنید، یا ورشکسته می شوند یا بازدهی بالایی دارند.)

۱) ۱ شرکت ضرر‌ده و ۴ شرکت پربازده

۲) ۲ شرکت ضرر‌ده و ۳ شرکت پربازده

۳) ۳ شرکت ضرر‌ده و ۲ شرکت پربازده

۴) ۴ شرکت ضرر‌ده و ۱ شرکت پربازده

فناوری‌ها دارای عمر محدودی هستند. دوره عمر هر فناوری را می‌توان به صورت تقریبی در چهار مرحله توصیف کرد. همچنان که در شکل زیر دیده می‌شود، اگر محور افقی را زمان و محور عمودی را توسعه فناوری در نظر بگیریم، فرایند توسعه و افول فناوری‌ها شکلی شبیه به حرف S خمیده را به

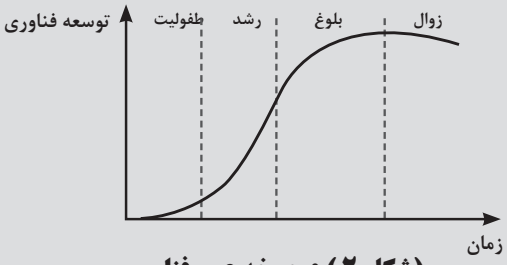
وجود می‌آورد. این چهار مرحله را می‌توان به ترتیب زیر توصیف کرد:

۱. مرحله طفولیت: در اولین مرحله ایده فناوری نو معرفی می‌شود. معمولاً در این مرحله تعدادی مقاله منتشر می‌شود که از یک امکان جدید برای رفع یک نیاز تکنولوژیکی سخن می‌گویند. به تدریج، در اواخر دوره طفولیت نمونه‌هایی از محصول ساخته می‌شود. در این مرحله ممکن است چند شرکت به طور همزمان به مرحله ساخت نمونه برسند و نتایج کارهای خود را ارائه دهند.

۲. مرحله رشد: در این مرحله، همزمان با ادامه فعالیت‌های تحقیق و توسعه برای ساخت محصولات دارای کیفیت بهتر، برخی از شرکت‌ها به تولید گسترده‌تر محصول می‌پردازند. از اواسط این دوره، نمونه‌های ابتدایی محصول وارد بازار می‌شوند. اگر مشخص شود که محصول جدید کاربردی و مفید است و بازاری برای آن شکل بگیرد، به مرور نسخه‌های بهتر آن ساخته می‌شود و محصول جای خود را در بازار باز می‌کند. در نتیجه، بین شرکت‌های مختلف رقابت برای ساخت بهتر و بیشتر محصول شکل می‌گیرد. در اواخر دوره رشد، محصول کاملا در بازار شناخته شده است و شرکت‌های مختلفی آن را تولید می‌کنند.

۳. مرحله بلوغ: در این مرحله، تحقیق و توسعه نقش کمتری در بهبود کیفیت محصول دارد. ایده اصلی تولید محصول تغییری نمی‌کند و تغییرات بیشتر در زمینه ظاهر محصول یا امکانات جانبی آن خواهند بود. در این مرحله به علت فروش بالای محصول، سود فراوانی نصیب شرکت‌هایی می‌شود که جای خود را در بازار محصول مستحکم کرده باشند.

۴. مرحله زوال: مرحله چهارم و پایانی، مرحله زوال فناوری است. در این مرحله با معرفی‌شدن یک فناوری جدید که در مرحله طفولیت یا رشد قرار دارد و می‌تواند نیاز تکنولوژیک را به شکل بهتر یا ارزان‌تری رفع کند، فناوری قبلی به تدریج از رونق می‌افتد و مردم به سمت خرید محصولات جدیدتر می‌روند. در این موقعیت شرکت‌ها سعی می‌کنند روی فناوری جدید سرمایه‌گذاری کنند تا بازار سال‌های آینده را از دست ندهند.



(شکل ۲) : چرخه عمر فناوری

با توجه به توضیحات مربوط به سرمایه‌گذاری خطرپذیر و توضیحات فوق به سوال زیر پاسخ دهید:

۳۱. «سرمایه‌گذاری خطرپذیر» در چه مرحله‌ای از چرخه عمر فناوری بازدهی بیشتری برای سرمایه گذاران دارد؟

الف) اواسط مرحله طفولیت

ب) اوایل مرحله رشد

ج) اواسط مرحله بلوغ

د) اوایل مرحله زوال

با توجه به توضیحات زیر به سوال های ۳۲ و ۳۴ پاسخ دهید

یکی از روش‌های ساخت مواد در فناوری‌نانو، آلیاژسازی مکانیکی یا آسیا کاری مکانیکی است. این روش براساس خرد شدن دانه‌های درشت استوار شده است. طی این فرآیند ذرات پودری شکل مواد را، که اندازه‌های نسبتا بزرگی دارند، به درون یک آسیاب ریخته و مورد اصابت گلوله‌های سخت موجود در آسیاب قرار می‌دهند. پودرهای ریخته شده برحسب نرم بودن یا ترد بودن پیوسته متحمل دو فرآیند به هم چسبیدن (جوش سرد) و خرد شدن (شکست) می‌گردند. در نهایت بر اثر این برخوردها، پوردهای اولیه خردشده و مواد نانوساختار تولید می‌شوند. مواد ترد، موادی هستند که در اثر نیروی وارده یا ضربه بدون هیچ گونه تغییر شکلی می‌شکنند و خرد می‌شوند (همانند بیسکوییت). مواد نرم، موادی هستند که ابتدا تغییر شکل می‌دهند و سپس هنگامی که نیروی وارده به یک حد بحرانی رسید، می‌شکنند. مواد نرم در اثر تغییر شکل سخت شده و خاصیت نرمی در آنها کاهش می‌یابد.

۳۲. پژوهشگری مقداری پودر Al با اندازه‌ی ذرات ۱۰μm را درون محفظه‌های دو آسیاب مکانیکی پر انرژی متفاوت (A و B) قرار می‌دهد. این دو آسیاب در شرایط مختلف شروع به چرخیدن می‌کنند و پس از گذشت چند ساعت، محتوای هر یک از آسیاب‌ها به طور جداگانه به بیرون آورده می‌شود. یافته‌ها حاکی از آن است که محتویات آسیاب مکانیکی A به شدت مشتعل می‌شوند، اما این اتفاق برای محتویات آسیاب مکانیکی B رخ نمی‌دهد. این پدیده را چگونه توجیه می‌کنید؟

۱) دمای آسیاب مکانیکی A در حین فرآیند به شدت بالا رفته است. بنابراین ذرات A به محض خروج از محفظه‌ی آسیاب در معرض هوا قرار گرفته و مشتعل شده‌اند.

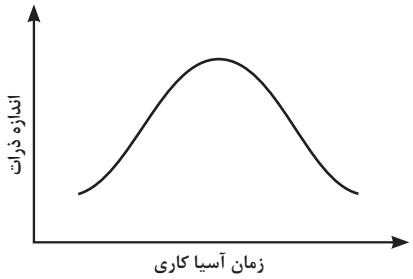
۲) به دلیل تفاوت در شرایط آسیا کاری، ذرات محفظه‌ی A بسیار ریزتر از ذرات B شده‌اند و به دلیل سطح زیاد، واکنش‌پذیری بیشتری داشته و به محض فراهم شدن شرایط (اکسیژن هوا) به سرعت واکنش داده و مشتعل شده‌اند.

۳) به دلیل انرژی بسیار زیاد آسیاب A، این ذرات دارای انرژی بیشتری بوده‌اند و توانسته‌اند به سرعت اکسید شده و مشتعل گردند.

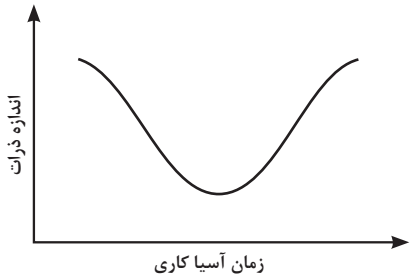
۴) تمام گزینه‌ها صحیح هستند.

۳۳. کدامیک از نمودارهای زیر تغییرات اندازه ذرات پودر یک ترکیب نسبتا نرم را با زمان آسیاکاری نشان می‌دهد؟

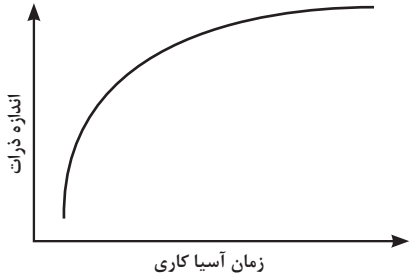
۱)



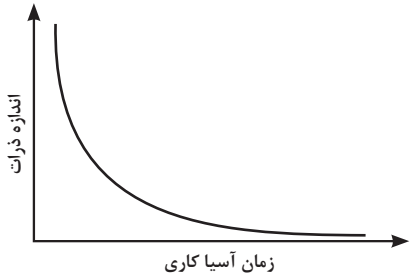
۲)



۳)



۴)



۳۴. حداقل اندازه دانه‌ای که می‌توان با آسیاب کاری به آن رسید، بر اساس نسبت زیر به نقطه ذوب ماده بستگی دارد:

$$d \propto Ae^{[C-Tm]}$$
$$e \approx 2/7$$

در این رابطه Tm نقطه ذوب و A و C اعدادی ثابت هستند. نقطه ذوب فلزات hcp بیشتر از فلزات fcc است. همچنین می‌دانیم با کاهش اندازه دانه، استحکام مواد افزایش می‌یابد. فرض کنید سه پودر فلزی از سه ماده مختلف را که دارای ساختارهای بلوری bcc ، fcc و hcp هستند جداگانه آسیاب کرده‌ایم و این کار را آنقدر ادامه داده‌ایم که در هر مورد به حداقل اندازه ممکن رسیده‌ایم. انتظار دارید که چه رابطه‌ای میان استحکام نمونه‌های به دست آمده برقرار باشد؟

الف) bcc<fcc<hcp

ب) hcp<bcc<fcc

ج) fcc<bcc<hcp

د) هیچکدام

با توجه به توضیحات زیر به سوال ۳۵ و ۳۶ پاسخ دهید

یکی از روش‌های شیمیایی برای تولید نانومواد روش سل- ژل است که در طی آن محلولی از یک پیش ماده (اولیه) به یک جامد معدنی متخلخل تبدیل می‌شود. در اکثر موارد پیش ماده یا ترکیب آغازگر، یک نمک فلزی معدنی (استات، کلراید، نیترات و...) یا یک گونه آلی فلزی (نظیر گروه‌های آلکوکسید) است. اولین مرحله، مرحله هیدرولیز است که در آن گروه OH، جایگزین گروه OR می‌شود. مرحله بعدی چگالش مولکول‌های هیدروکسیل و حذف آب (یا حلال) است که در نتیجه شبکه هیدروکسید فلزی تشکیل می‌شود. سپس با حذف حلال‌ها و خشک کردن مناسب، پودرهای بسیار ریز هیدورکسید فلزی تشکیل می‌گردند. انجام عملیات حرارتی (مانند حرارت دادن در کوره) باعث تولید پودرهای بسیار ریزی می‌شود که معمولا اکسید فلزی هستند.

۳۵. به تعاریف زیر توجه کنید:

سوسپانسیون، ذرات نسبتا درشت پخش شده در یک فاز پیوسته (جامد یا مایع) است؛ کلوئید، ذرات ریز پخش شده در یک فاز پیوسته است؛ سل ، کلوئیدی که در مایع به طور همگن معلق است، ژل، سوسپانسیونی است که می‌تواند شکل خود را حفظ کند و حالتی بین جامد و مایع دارد؛

با توجه به این تعاریف کدامیک از مراحل زیر چگونگی تشکیل نانوذرات را از طریق فرآیند سل- ژل نشان می دهد؟

۱) نانوذرات $\xrightarrow[\text{عملیات حرارتی}]{}$ ژل $\xrightarrow[\text{آب‌گیری}]{}$ سل $\xrightarrow[\text{انحلال}]{}$ ماده اولیه

۲) نانوذرات $\xrightarrow[\text{عملیات حرارتی}]{}$ سل $\xrightarrow[\text{آب‌گیری}]{}$ ژل $\xrightarrow[\text{انحلال}]{}$ ماده اولیه

۳) نانوذرات $\xrightarrow[\text{آب‌گیری}]{}$ سل $\xrightarrow[\text{عملیات حرارتی}]{}$ ژل $\xrightarrow[\text{انحلال}]{}$ ماده اولیه

۴) نانوذرات $\xrightarrow[\text{عملیات حرارتی}]{}$ سل $\xrightarrow[\text{انحلال}]{}$ ژل $\xrightarrow[\text{آب‌گیری}]{}$ ماده اولیه

۳۶. واکنش زیر کدامیک از مراحل روش سل-ژل را نشان می‌دهد؟

$$M\text{-}OH+HO\text{-}M \rightarrow M\text{-}O\text{-}M+H_2O$$

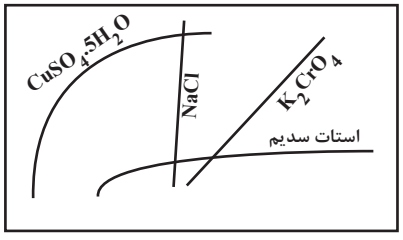
الف) فرآیند هیدرولیز

ب) فرآیند چگالش

ج) فرآیند تشکیل سل

د) فرآیند انحلال

۳۷. یکی از راه‌های تولید نانوذرات، تغییر ناگهانی حلالیت یک ترکیب در یک حلال (به طور مثال آب) است. به این منظور حلالیت ماده مورد نظر را از طریق تغییر دما، pH و... کاهش می‌دهند. کاهش سریع حلالیت، منجر به جوانه زنی و تشکیل ذرات بسیار ریز می‌شود. نمودار تغییر حلالیت چند ماده مختلف نسبت به دما در نمودار زیر نشان داده شده است. اگر بخواهیم از عامل دما جهت تغییر حلالیت استفاده کنیم، کدامیک از مواد زیر را نمی‌توان به نانوذره تبدیل کرد؟



الف) استات سدیم

ب) K_2CrO_4

ج) $CuSO_4.5H_2O$

د) NaCl

۳۸. محققی در نظر دارد نانوذرات میله‌ای شکل از یک ماده خاص را از طریق روش رسوب گذاری تولید کند. این فرد در یکی از مراکز تحقیقاتی کشور واقع در مناطق کوهستانی مشغول به خدمت است. براساس اطلاعات اولیه‌ای که وی جمع‌آوری کرده است، برای تشکیل نانومیله این ماده حداقل یکی از شرایط زیر باید برقرار باشد:

۱. انجام واکنش در دمای $100^{\circ}C$

۲. انجام واکنش در زمان‌های طولانی

۳. انجام واکنش در pH های بالا (حداقل pH برای تشکیل و رسوب دادن ماده مورد نظر ۹ است)

او ابتدا محلوهایی ۱ مولار از واکنشگرها تهیه می‌کند. جهت کنترل شرایط واکنش، میزان غلظت محلول‌ها در حین واکنش نباید تغییرات زیادی داشته باشد. وی برای انجام واکنش از یک بشر، یک همزن مکانیکی و یک حمام آبی استفاده می‌کند. او ابتدا بشر را درون حمام پر از آب قرار داده و همزن را درون بشر می‌گذارد. سپس حمام را روشن می‌کند تا به دمای مورد نظر برسد. در ادامه واکنشگرها را به بشر اضافه می‌کند و پس از گذشت زمان معینی رسوب ایجاد شده را جدا می‌نماید. او جهت تنظیم میزان pH واکنش می‌تواند از دو محلول قلیایی A و B به ترتیب با pHهای ۹ و ۱۱ استفاده کند. با توجه به این مطلب که قیمت محلول B بیشتر از محلول A است، کدامیک از روش‌های زیر جهت تولید نانومیله‌های مورد نظر مناسب‌تر است؟

الف) انجام واکنش با کمک محلول قلیایی A، در دماهای پایین تر از $100^{\circ}C$ و در زمان‌های طولانی

ب) انجام واکنش با کمک محلول قلیایی A، در دمای $100^{\circ}C$ و در زمان یک ساعت

ج) انجام واکنش با کمک محلول قلیایی B، در دماهای پایین‌تر از $100^{\circ}C$ و در زمان یک ساعت

د) انجام واکنش با کمک مخلوطی از محلول‌های قلیایی A و B، در دمای $100^{\circ}C$ و در زمان یک ساعت

۳۹. در روش اسپاترینگ (کند و پاش)، اتم‌ها یا یون‌های پرانرژی از یک منبع مشخص و با انرژی بالا به قطعه‌ای برخورد کرده و ذرات را از سطح آن جدا می‌کند. ذرات کنده شده سپس بر روی سطحی دیگر می‌نشینند. با توجه به اطلاعاتی که از روش‌های تولید مواد نانوساختار دارید، حدس می‌زنید که مهم‌ترین محدودیت این روش چه باشد؟

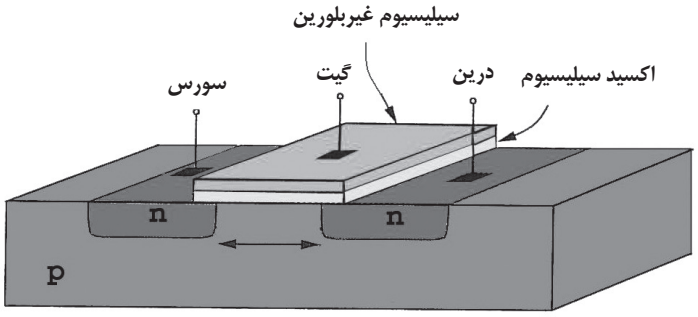
۱) عدم کنترل ریزساختار

۲) محدودیت استفاده برای مواد دیر ذوب

۳) نیاز به خلاء

۴) واکنش میان یون‌های پرتابی و سطح نمونه

۴۰. ترانزیستورها از اجزاء اصلی مدارهای الکترونیکی هستند. در تصویر زیر ساختار یک ترانزیستور NMOS را مشاهده می‌کنید. همانگونه که می‌دانید، در قسمت gate از این ساختار لایه‌ای از اکسید سیلیکون (SiO_2) به کار می‌رود. ولتاژ اعمالی به این لایه در حدود ۱V می‌باشد. در این صورت به نظر شما حداقل ضخامت لایه‌ی اکسید چقدر باید باشد تا این ترانزیستور به درستی کار کند؟ (در جدول زیر برخی ویژگی‌های فیزیکی SiO_2 مورد استفاده در صنایع الکترونیک آورده شده است.)



خاصیت	مقدار
دانسیته (gr/cm^3)	۲/۶۵
جرم مولی (gr)	۶۰/۰۸۴۳
هدایت حرارتی ($Wm^{-1}k$)	۱/۳
ضریب انبساط حرارتی ($10^{-6}K^{-1}$)	۱۲/۳
نقطه‌ی ذوب ($^{\circ}C$)	۱۸۳۰
استحکام میدان دی‌الکتریک (kV/cm)	۵۰۰۰

الف- ۲ nm

ب- ۵ nm

ج- ۱۰ nm

د- ۱۵ nm

۴۱. تعبیری وجود دارد که یک سلول یوکاریوتی را به یک کلان شهر مینیاتوری تعبیر می‌کند. این شهر مجهز به سیستم حمل و نقل درون شهری و برون شهری، کارخانه، نیروگاه، اداره پست، مرکز بازیافت، شبکه بی‌سیم، کتابخانه و پلیس است. با توجه به اطلاعاتی که از عملکرد اجزای مختلف درون سلولی دارید، اگر تمامی این نقش‌ها به طور همزمان وجود داشته باشند، شما کدامیک از اجزای زیر را برای ایفاء نقش جاده‌های دوطرفه، کارخانه و اداره پست (یا پست‌چی) معرفی می‌کنید؟

۱) میکروتوبول، میتوکندری، چاپرون
۲) اکتین فیلامنت، ریبوزوم، دستگاه گلژی
۳) فیلامنت واسطه، کینزین، آنتی‌بادی
۴) شبکه اندوپلاسمی، لیزوزوم، مایوزین

۴۲. یافته‌های دانشمندان زیستی نشان می‌دهد که رشته DNA کتابخانه بزرگی است که اطلاعات مربوط به بدن موجودات زنده در آن ارائه شده است. به این معنی که برای فهم و یافتن چرایی بسیاری از ویژگی‌های هر موجود زنده و آگاهی از بسیاری از بیماری‌های وی می‌توانید به این کتابخانه سر بزنید.
فناوری‌نانو علاقمند است که اطلاعات این کتابخانه را روی تراشه‌های کوچک قرار داده و در اختیار پزشکان و مردم قرار دهد تا بتوانند برای تشخیص بیماری‌هایی که از روی رشته DNA قابل تشخیص هستند، از آن استفاده کنند. یکی از راه‌های ساخت این تراشه‌ها این است که قطعات کوچکی از تک رشته‌های DNA را (که در زبان علمی اولیگونوکلئوتید نامیده می‌شود) روی سطح یک تراشه ثابت کنند و آن را در معرض قطعات تک‌رشته DNA بیمار قرار دهند. در صورتی که تک‌رشته DNA بیمار با یکی از رشته‌های موجود روی تراشه (که مربوط به یک بیماری است) جفت شد، مشخص می‌شود که فرد به آن بیماری خاص مبتلا است. در آزمایشی از یک اولیگونوکلئوتید که متشکل از ۲۰ نوکلئوتید بوده است، برای ساخت تراشه استفاده کرده‌اند. این قطعه به گونه‌ای طراحی شده است که فقط به تک رشته بیمار متصل می‌شود و این اتصال را مخابره می‌نماید. اگر اختلاف DNA بیمار و سالم تنها یک نوکلئوتید باشد احتمال خطای این تراشه چقدر است؟

۱) $۴^{-۲۰}$
۲) $۲۰^{-۴}$
۳) ۰/۵
۴) $۱۰^{-۱۰}$

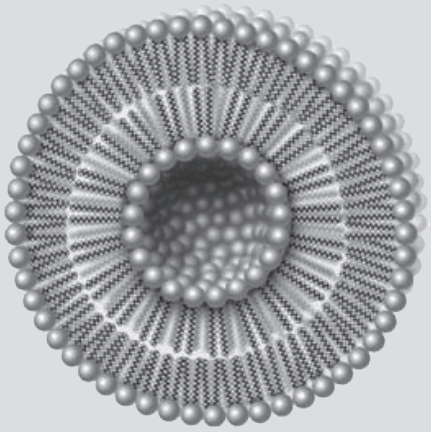
۴۳. طلا نسبت به پلاتین، نقره، آهن، کبالت و عناصر دیگری که جایگاه مشابهی با آن در جدول مندلیف دارند، توان کمتری در جذب مولکول بر روی سطح خود دارد. در میان مواد مختلف، گروه عاملی تیول (SH-) بهتر از سایرین روی سطح طلا جذب می‌شود. فرض کنید که قصد داریم یک ماده هیبریدی از طلا و یک مولکول زیستی بسازیم. به نظر شما کدام‌یک از مولکول‌های زیر انتخاب بهتری برای تشکیل این ماده هیبریدی هستند؟

۱) لیپیدها
۲) پروتئین‌ها
۳) رشته‌های DNA
۴) کربوهیدرات‌ها

با توجه به توضیحات زیر به پرسش ۴۴ پاسخ دهید

لیپوزوم‌ها یکی از انواع سامانه‌های دارورسانی هستند. این ترکیبات همچون حباب‌های کوچکی هستند که از یک دیواره فسفولیپیدی دو لایه تشکیل شده‌اند (شکل۳). این حباب‌های توخالی را می‌توان با محلول‌های ابی مختلفی پر کرد. از این ساختارها می‌توان برای انتقال دارو، ژن،

عوامل تصویربرداری و ... استفاده کرد. دانشمندان با استفاده از لیپوزوم‌ها یک سامانه دارورسان هوشمند را برای بیمارانی که مبتلا به دیابت هستند، طراحی کرده‌اند. این سامانه دارورسانی حاوی انسولین و آنزیم گلوکزاکسیداز است. گلوکزاکسیداز، کاتالیزور واکنش تبدیل گلوکز به اسید گلوکونیک و آب اکسیژنه است. دیابت، بیماری‌ای است که در آن بدن دچار کمبود انسولین می‌شود یا انسولین تولیدی را به درستی مصرف نمی‌کند. انسولین، هورمونی است که آشکارترین عمل آن، پایین آوردن سریع مقدار گلوکز خون است. بسیاری از بافت‌های بدن برای گرفتن گلوکز از خون به انسولین متکی هستند. در غیاب انسولین، گلوکز نمی‌تواند به آسانی وارد سلول‌ها شود و بنابراین تامین انرژی سلول‌ها دچار اختلال می‌شود. بسیاری از بیماران دیابتی مجبور هستند که انسولین را به صورت تزریقی دریافت کنند.



(شکل ۳)

۴۴. با در نظر گرفتن موارد زیر، فکر می‌کنید که مراحل عملکرد لیپوزوم هوشمند طراحی شده به چه ترتیب باشد؟

الف- نفوذ گلوکز از خون به درون لیپوزوم
ب- آزاد سازی آب اکسیژنه
ج- آزاد سازی اسید گلوکونیک
د- رهاسازی انسولین
ه- کاهش غلظت گلوکز خون
و- واکنش گلوکز با گلوکزاکسیداز
ز- نفوذ انسولین از دیواره لیپوزوم
ح- نفوذ انسولین به درون سلول
ط- نفوذ گلوکزاکسیداز از دیواره لیپوزوم

۱) الف - ب - د - ه
۲) الف - و - ز - ح
۳) ط - و - ج - د - ه
۴) ز - الف - و - ه

۴۵. در صورتی که شبیه‌سازی دینامک مولکولی در حجم و دما و تعداد ذرات ثابت انجام شود کدامیک از پارامترهای سیستم در مرحله تعادل تغییر خواهد کرد؟

۱) چگالی
۲) فشار
۳) طول جعبه شبیه سازی
۴) الگوریتم سرعت ذرات

۴۶. شبیه‌سازی دینامیک مولکولی بر اساس حل عددی کدامیک از قانون‌های فیزیک پایه گذاری شده است؟

الف- قانون‌های مکانیک کوانتوم
ب- قانون‌های الکتروستاتیک
ج- قانون‌های نیوتن
د- قانون‌های ترمودینامیک

۱) ۱ و ۳
۲) فقط ۱
۳) ۲ و ۴
۴) فقط ۳

با توجه به توضیحات زیر به پرسش‌های ۴۷ تا ۴۹ پاسخ دهید

برای شبیه‌سازی جذب گاز هیدروژن بر روی فولرین، فرضیاتمان به صورت زیر است:

- ابعاد جعبه شبیه‌سازی ۱۰۰×۱۰۰×۱۰۰ است.
- دما ثابت است.
- جعبه شبیه‌سازی حاوی یک مولکول فولرین و ۱۰ مولکول هیدروژن است.
- شعاع همسایگی ۱۲/۵ می‌باشد.

۴۷. تابع نیروی میدان علاوه بر عبارات مربوط به نیروهای کووالانس و کولونی شامل کدام عبارت زیر است:

۱) $۴\sum_{i}\sum_{j\neq i}\varepsilon_{ij}\left[\left(\frac{\sigma_{ij}}{r_{ij}}\right)^{۱۲}-\left(\frac{\sigma_{ij}}{r_{ij}}\right)^{۶}\right]$

۲) $U=\sum\frac{۱}{۲}K(x-x_{.})^{۲}$

۳) $\frac{۱}{۲}\sum_{i,j}\frac{q_iq_j}{۴\pi\varepsilon_{.}r_{ij}}$

۴) ۱ و ۳

۴۸. برای کاهش محاسبات و افزایش سرعت شبیه‌سازی کدام یک از موارد زیر می‌تواند مفید باشد؟

۱) افزایش فشار

۲) کاهش دما

۳) کاهش شعاع همسایگی

۴) استفاده از جعبه به شکل مکعب مستطیل

۴۹. در شبیه‌سازی ذکر شده نوع هنگرد استفاده شده چیست و برای ثابت نگه‌داشتن دما از کدام پارامتر استفاده می‌شود؟

۱) هنگرد NVT- سرعت

۲) هنگرد NPT- فشار

۳) هنگرد NPT- سرعت

۴) هنگرد NVT- فشار