آزمون مرحله اول

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

سومین المپیاد علوم و فناوری نانو

نام و نام‌خانوادگی:

شماره داوطلب:

تعداد سوال‌ها: ۶۰

مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه

سلام

به سومین المپیاد دانش‌آموزی 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 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.
- ✓ لطفا پیش از تحویل برگه پاسخنامه، نسبت به جوابدهی سوالات فرم نظرسنجی شماره ۲ اقدام فرمایید.

۱. در یک مولکول فولرین (C۶۰) چند ۵ ضلعی وجود دارد؟

۱) ۶

۲) ۸

۳) ۱۲

۴) ۱۶

۲. از نانوذرات آلومینیوم به عنوان سوخت جامد در موشک‌ها استفاده می‌شود. در این فرایند، نانوذرات آلومینیوم با اکسیژن واکنش می‌دهند و بخار اکسید آلومینیوم تولید می‌گردد. کدام یک از نانوذرات آلومینیوم زیر سریع‌تر می‌سوزد؟ (π=۳)

۱) نانوذرات استوانه‌ای با قطر ۴۰ نانومتر و ارتفاع ۵۰ نانومتر

۲) نانوذرات استوانه‌ای با قطر ۵۰ نانومتر و ارتفاع ۴۰ نانومتر

۳) نانوذرات مکعبی با طول ضلع ۴۰ نانومتر

۴) نانوذرات کروی با قطر ۵۰ نانومتر

۳. با کاهش اندازه ذره، نظم ساختاری نانوذرات چه تغییری می‌کند؟

۱) به تدریج نظم بلند برد ذره کاهش یافته و تغییر پیدا می‌کند.

۲) کریستال واحد ماده بزرگتر می‌شود.

۳) مواد، ساختار توده‌ای خود را حفظ می‌کنند.

۴) صفحات بلوری ماده، رشد کرده و توسعه می‌یابند.

۴. تغییر رنگ نانوذرات با کاهش اندازه ذرات، ناشی از کدامیک از پدیده‌های زیر است؟

۱) کاهش چگالی ابر الکترونی

۲) کاهش ثابت شبکه و تغییر ساختار بلوری

۳) افزایش نسبت سطح به حجم ذره

۴) شکافته شدن و تغییر ساختار نوارهای انرژی

۵. در صورتی که مخلوطی شامل یک نانوپودر فلزی، فشرده شده و در کوره قرار داده شود، اتم‌های پودر در دمای مشخصی، در اتم‌های ذرات دیگر نفوذ می‌کنند(سینترینگ). با کوچک شدن ابعاد نانوپودر، دمای نفوذ اتم‌ها چه تغییری می‌کند؟

۱) ابتدا کمتر و سپس بیشتر می‌شود.

۲) ابتدا بیشتر و سپس کمتر می‌شود.

۳) کمتر می‌شود.

۴) بیشتر می‌شود.

۶. کدامیک از موارد زیر در تولید و نگهداری نانوذرات فلزی، از اهمیت بیشتری برخوردار است؟

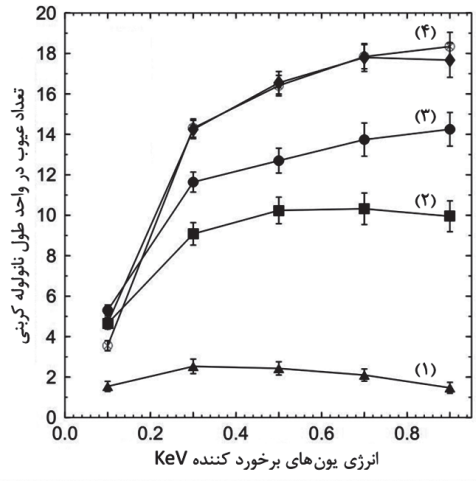
۱) نامرئی بودن آنها

۲) فعالیت شیمیایی بسیار بالای آنها

۳) اندازه ذرات

۴) تمامی موارد

۷. یکی از راه‌های جوشکاری نانولوله‌های کربنی، استفاده از پرتو افکنی یونی است. اعمال پرتو یونی بر نانولوله‌های کربنی موجب جدا شدن اتم کربن (بوجود آمدن عیوب)، از ساختار نانولوله می‌شود. در اثر جدا شدن اتم کربن، ۶ ضلعی‌های مجاور هم در ساختار نانولوله تبدیل به ۵ ضلعی و ۷ ضلعی می‌شوند. تشکیل همین ۵ ضلعی و ۷ ضلعی‌ها موجب جوشکاری نانولوله‌ها می‌گردد. تعداد عیوب ایجاد شده در نانولوله، ارتباط مستقیم با انرژی و جرم یون‌های برخوردی دارد. نمودار زیر نسبت تعداد عیوب در واحد طول نانولوله کربنی را به انرژی یون‌های گازهای نجیب نشان می‌دهد. کدام گزینه نمودارها را به درستی بیان کرده است؟
(به ترتیب از ۱ تا ۴)



۱) هلیوم، نئون، کریپتون، آرگون
۲) هلیوم، نئون، آرگون، کریپتون
۳) کریپتون، آرگون، هلیوم، نئون
۴) کریپتون، آرگون، نئون، هلیوم

۸. در سال ۲۰۰۶ در مسابقات دوچرخه سواری دور فرانسه، از الیاف نانولوله‌های کربنی در آلیاژ یک دوچرخه استفاده شد. این دوچرخه‌سوار در مسابقات به مقام اول رسید. چه خاصیتی از دوچرخه به دوچرخه‌سوار در کسب این مقام کمک کرده است؟

۱) کاهش نسبت چگالی به استحکام
۲) کاهش نسبت حجم به استحکام
۳) افزایش نسبت جرم به حجم
۴) افزایش نسبت چگالی به استحکام

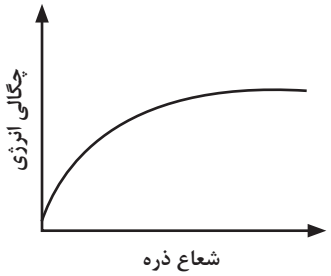
۹. صنعتگران، نانوذراتی تولید کرده‌اند که استفاده از آنها در رنگ‌آمیزی بدنه‌ی هواپیما، می‌تواند سوخت مصرفی آن را کاهش دهد. نانوذرات به کار رفته چه ویژگی دارند که استفاده از آنها چنین اثری را برجای می‌گذارد؟

۱) استحکام بیشتری دارند.
۲) مقاومت به سایش بالاتری دارند.
۳)از ضریب اصطکاک کمتری برخوردارند.
۴) خاصیت خود تمیزشوندگی دارند.

۱۰. تغییر طول قطعات فلزی در اثر گرما و تنش شدید، خزش نام دارد. با کاهش اندازه ذرات سازنده‌ی قطعه فلزی، مقاومت آن در برابر خزش چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

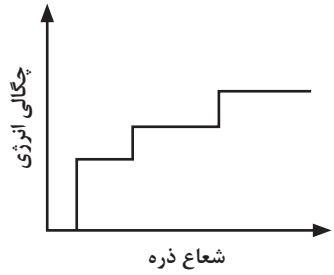
۱) کاهش می‌یابد، زیرا مقدار مرز دانه‌ها افزایش می‌یابد.
۲) کاهش می‌یابد، زیرا مقدار مرز دانه‌ها کاهش می‌یابد.
۳) افزایش می‌یابد، زیرا مقدار مرز دانه‌ها افزایش می‌یابد.
۴) افزایش می‌یابد، زیرا مقدار مرز دانه‌ها کاهش می‌یابد.

۱۱. اگر یکی از ابعاد ذره‌ای، به اندازه چند نانومتر برسد حالت‌های انرژی الکترون در آن راستا محدود می‌شود. این امر منجر به کم‌شدن چگالی حالات در آن جسم می‌گردد. کدام یک از نمودارهای زیر نشان‌دهنده چگالی حالات انرژی الکترون‌های نانومیله است؟

۱)


۲)

۳)

۴)


۱۲. واحد پردازشگر مرکزی (Central Processing Unit یا همان CPU) در واقع مغز پردازشگر همه‌ی رایانه‌ها است و همه‌ی عملیات پردازشی رایانه در آن انجام می‌شود. بخش اصلی سازنده‌ی همه‌ی واحدهای پردازشگر مرکزی، ترانزیستورها هستند. نقش این ترانزیستورها در ساخت مدارات الکترونیکی مانند نقش آجر در ساخت خانه است. در واقع می‌توان گفت همان‌طور که خانه از کنار هم قرار گرفتن تعداد زیادی آجر تشکیل شده است، مدارات الکترونیکی هم از کنار هم قرار گرفتن تعداد زیادی ترانزیستور تشکیل شده‌اند. ترانزیستور یک قطعه‌ی کوچک الکترونیکی است که نقش کلیدی را در مدارات الکترونیکی ایفا می‌کند و با قطع و وصل کردن جریان الکتریکی، عملیات پردازشی مورد نظر را انجام می‌دهد.

تصور کنید یک واحد پردازشگر مرکزی به شکل مربع و با ابعاد سانتی‌متری در اختیار دارید. فرض کنید ترانزیستورها در این صفحه‌ی مربعی، به صورت یک ماتریس مربعی در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. اگر تعداد ترانزیستورها در این واحد پردازشگر مرکزی برابر ۱۰ میلیارد یعنی 10^{10} باشد، با فرض صرف‌نظر کردن از فاصله‌ی بین ترانزیستورها و همچنین با فرض این‌که ترانزیستورها به شکل مربع هستند، طول هر ترانزیستور تقریبا چند نانومتر است؟

۱) ۱۰۰ نانومتر
۲) ۵۰ نانومتر
۳) ۱۰۰۰ نانومتر
۴) ۵۰۰ نانومتر

۱۳. پلاسما حالتی از ماده است که در دماها یا فشارهای بسیار بالا ایجاد می‌شود که ذرات تشکیل‌دهنده‌ی آن شامل الکترون‌ها، رادیکال‌ها، یون‌ها و مولکول‌های برانگیخته است. پلاسماها را براساس منبع تولید، دما و یا فشار به انواع مختلف تقسیم‌بندی می‌کنند. امروزه استفاده از محیط پلاسما با وجود هزینه بالا در صنایع نانوالکترونیک بسیار رایج شده است. از این محیط در اتاقک‌های ویژه‌ی ساخت ترانزیستورها و دیگر ابزارهای الکترونیکی بسیار ظریف در صنایع نانوالکترونیک استفاده می‌شود. به نظر شما مهمترین دلیل استفاده از پلاسما در حوزه فناوری نانو چیست؟

۱) برخورد الکترون‌ها و ذرات پلاسما با سطح مورد نظر، منجر به حکاکی (لیتوگرافی) روی آن می‌شود و به این ترتیب می‌توان روی سطح، نانوساختارهای مختلفی ایجاد کرد.

۲) استفاده از پلاسما بیشتر برای ایجاد یک محیط عاری از آلودگی صورت می‌گیرد.

۳) برخورد ذرات درون پلاسما با خودشان منجر به ایجاد یک لایه روی سطح مورد نظر شده و عمل لایه نشانی به خوبی انجام می‌گیرد.

۴) هیچ برخورد موثری بین ذرات محیط پلاسما با خودشان و سطح ایجاد نمی‌شود.

۱۴. با توجه به قوانین فیزیک با کم‌شدن ضخامت سیم‌ها، مقاومت الکتریکی آنها افزایش می‌یابد($R = \rho\frac{L}{A}$). اما در مقیاس نانوسیم‌های فلزی، با وجود اینکه بسیار ریز هستند، مقاومت الکتریکی ویژه کمی در راستای محور سیم دارند. دلیل این امر چیست؟

۱) گسسته شدن ترازهای انرژی و مسیر حرکت الکترون در سیم

۲) در مقیاس نانو، مقاومت به طول سیم بستگی دارد

۳) افزایش الکترون‌های آزاد در اتم‌های تشکیل دهنده سیم

۴) در مقیاس نانو مقاومت با سطح مقطع نسبت مستقیم دارد

۱۵. نانومیله‌های کربنی از جمله مواد نانوساختاری هستند که برای افزایش بازدهی پیل‌های سوختی استفاده می شوند. این مواد را معمولا به ساختار غشا اضافه می‌کنند. به نظر شما نانومیله‌های کربنی چگونه می‌توانند بازدهی غشا را افزایش دهند؟

۱) از طریق آسان‌کردن عبور یون‌های هیدروژن

۲) به‌وسیله رسانا کردن غشاء

۳) با جذب و مجتمع کردن گازها در غشاء

۴) به‌وسیله افزایش پتانسیل غشاء

۱۶. در روش لایه‌نشانی، پس از تشکیل پلاسما، یون‌های یک گاز خنثی در اثر ایجاد یک میدان الکتریکی به ماده هدف برخورد کرده و باعث کنده شدن اتم‌های آن می‌شوند. در نتیجه این اتم‌ها روی ویفر مورد نظر نشسته و تشکیل یک لایه می‌دهند.
در مورد دقت مراحل لایه‌نشانی و زدایش بر سطح ویفر (پس از مرحله کاشت یون‌ها) کدام عبارت صحیح‌تر است؟

۱) زدایش با پلاسما > زدایش تر

۲) زدایش با یون واکنش‌دهنده > زدایش با پلاسما

۳) زدایش تر> زدایش با یون واکنش‌دهنده

۴) زدایش تر> زدایش با پلاسما

۱۷. آلیاژهای حافظه‌دار با بالا بردن دما و گذشتن از یک دمای خاص به شکل اولیه خود باز می‌گردند (دمای استحاله). یکی از کاربردهای آن‌ها در ساخت قاب عینک است. به نظر شما آلیاژهای حافظه‌داری که برای این کاربرد ساخته شده‌اند، دمای استحاله‌شان در چه بازه‌ای قرار دارد؟

۱) ۰ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد

۲) ۱۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد

۳) ۴۰ تا۶۰ درجه سانتی‌گراد

۴) این خاصیت صرفا به علت حضور در ناحیه کشسان است

۱۸. استفاده از نانوکامپوزیت‌های پلاستیکی در گلگیر جلو و عقب خودرو باعث کاهش ۲ درصدی وزن شده است. دو خودرو الف و ب هر دو با سرعت متوسط ۸۰ کیلومتر بر ساعت یک مسیر مشخص را در ۵ ساعت طی می‌کنند. خودرو الف ۵۰ کیلوگرم سبک‌تر از خودروی ب می باشد. با توجه به فرضیات زیر، اختلاف میزان مصرف سوخت در این دو خودرو چند لیتر می‌شود؟

فرضیات:

۱- به ازای هر ۱۰۰ کیلوگرم کاهش وزن، نیم لیتر در مصرف سوخت در هر ۱۰۰ کیلومتر صرفه جویی می‌شود.

۲- اختلاف در مصرف سوخت صرفا به علت وزن خودروها است.

۱) ۱ لیتر
۲) ۲ لیتر
۳) ۸ لیتر
۴) ۲۵ لیتر

۱۹. وجود نقص در شبکه‌های بلوری منجر به ایجاد تغییر در برخی از خواص شبکه از جمله خاصیت الکتریکی شبکه می‌شود. فرض کنید یک شبکه بلوری سیلیکونی داشته باشیم که در آن ناخالصی‌هایی از اتم‌های گروه پنجم جدول تناوبی حضور داشته باشند، در این صورت، خاصیت الکتریکی شبکه، به چه نحوی تغییر می‌کند؟

۱) در صورت اعمال پتانسیل الکتریکی، حضور اتم گروه پنجم جدول تناوبی منجر به افزایش خاصیت الکتریکی شبکه می‌شود.
۲) در صورت اعمال جریان خارجی، حضور اتم گروه پنجم جدول تناوبی منجر به کاهش خاصیت الکتریکی شبکه می‌شود.
۳) ایجاد نقص در شبکه کریستالی محکم اتم‌های گروه چهارم که دارای خاصیت نیمه‌رسانایی قوی هستند، امکان‌پذیر نیست.
۴) برای تغییر خاصیت الکتریکی باید از عناصر واسطه استفاده کرد که اوربیتال d خالی دارند.

۲۰. برای شناسایی و آشکارسازی سلول‌های سرطانی می‌خواهیم نانوذراتی را با استفاده از پادتن سلول‌های سرطانی پوشش دهیم. کدامیک از گزینه‌های زیر را برای پوشش‌دهی پیشنهاد می‌کنید؟

۱) نانوذرات مغناطیسی
۲) نانوذرات آنتی‌باکتریال
۳) نانوذرات فتولومینانس
۴) نانوذرات زیست‌سازگار

۲۱. مناسب‌ترین روش برای سنتز نانوساختارهای ۳ بُعدی بلورین و متخلخل مانند زئولیت‌ها کدام است؟

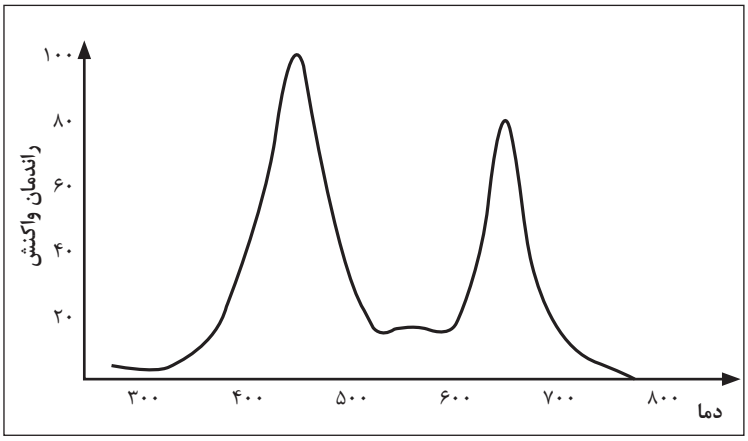
۱) سل-ژل
۲) رسوب گاز شیمیایی
۳) هم‌رسوبی
۴) هیدروترمال

با توجه به متن زیر به سؤال ۲۲ پاسخ دهید.

کاتالیست‌های ناهمگن دارای ویژگی‌هایی مانند سطح ویژه، سطح ویژه فعال، تخلخل و غیره هستند که کارایی کاتالیست در فرایند شیمیایی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. کاتالیست‌هایی که امروزه با دیدگاه فناوری نانو و با استفاده از روش‌های نوین سنتز نانومواد تولید می‌شوند، فعالیت بسیار بالایی داشته و واکنش‌های شیمیایی را به مقدار قابل توجهی تسریع می‌کنند. از معمول‌ترین موادی که به‌عنوان کاتالیست و پایه کاتالیست کاربرد دارد اکسید آلومینیوم (Al_2O_3) است که با نام آلومینا شناخته می‌شود. این ماده در ساختارهای بلوری مختلفی مشاهده می‌شود که برخی از این ساختارها کاربرد کاتالیستی دارند. این ساختارها وابسته به دمای تشکیل کاتالیست است. این امر نشان دهنده اهمیت و تأثیر نحوه چینش اتم‌ها بر فعالیت شیمیایی یک ماده است.

۲۲. کربنات آلومینیوم در اثر حرارت به آلومینا تبدیل می‌شود. در آزمایشی به‌منظور بررسی خواص کاتالیستی آلومینا، پس از تشکیل آلومینا در اثر گرمایش کربنات آلومنیوم؛ آلومینای به‌دست آمده را در یک راکتور شیمیایی قرار داده و با عبور مواد اولیه واکنش، بازدهی

فرایند را با افزایش دما، مورد مطالعه قرار دادند. منحنی راندمان واکنش در حضور کاتالیست با تغییر دما به شکل زیر ترسیم شد. دلیل چنین رفتاری چیست؟



۱) تغییر مکانیسم فرایند با افزایش دما و افزایش سرعت واکنش
۲) تغییر مکانیسم فرایند و سطح کاتالیست با افزایش دما
۳) تغییر ساختار و فعالیت کاتالیست با دما
۴) تغییر ساختار و سطح کاتالیست با افزایش دما

۲۳. میکروسکوپ‌های الکترونی معمولا دارای ۳ نوع فیلامان هستند: تنگستن، لانتانیوم هگزابوراید (LaB_6)، تنگستن FEG. درخشندگی فیلامان LaB_6 تقریبا ۹ برابر فیلامان تنگستنی است، اما مشکل آن این است که احتیاج به خلا بالا دارد. از طرفی فیلامان تنگستنی از نظر قیمت مقرون به صرفه بوده و نیاز به خلا بالا ندارد. برای تصویربرداری از سطح یک پروتئین زیستی، بهتر است از کدام فیلامان استفاده شود؟

۱) LaB_6
۲) تنگستن
۳) FEG
۴) LaB_6 و FEG

۲۴. طول عمر کدام‌یک از منابع تولید الکترون در میکروسکوپ الکترونی عبوری، کمتر است؟

۱) فیلامان تنگستن
۲) بلور LaB_6
۳) نشر میدانی شاتکی
۴) نشر میدانی سرد

با توجه به متن زیر به سؤالات ۲۵ و۲۶ پاسخ دهید.

مواد مغناطیسی در حالت توده‌ای (bulk)، از حوزه‌های مغناطیسی متعددی تشکیل شده‌اند. هر حوزه حاوی هزاران اتم است که در آن جهت اسپین الکترون‌ها یکسان بوده و ممان‌های مغناطیسی همسو هستند. در دسته‌ای از این مواد، جهت ممان‌های هر حوزه با حوزه‌های دیگر متفاوت است که با اعمال نیروی خارجی می‌توان جهت ممان‌های حوزه‌ها را همسو نمود.

۲۵. با اعمال یک میدان مغناطیسی، خواص مغناطیسی نانوذرات چگونه تغییر می‌کند؟

۱) خاصیت مغناطیسی در نانوذرات یک خاصیت ذاتی است و به سختی می‌توان آن را تغییر داد.
۲) نانوذرات به دلیل اندازه کوچکشان، حوزه‌های مغناطیسی بسیار محدودی دارند، بنابراین به سرعت، خاصیت مغناطیسی خود را از دست می‌دهند.
۳) نانوذرات مغناطیسی نیاز به نیروی زیادی برای مغناطیسی شدن ندارند و پس از مغناطیسی‌شدن از حالت اولیه خیلی فاصله نمی‌گیرند، بنابراین تمایل چندانی برای از دست دادن خاصیت مغناطیسی و بازگشت به وضعیت اولیه ندارند.
۴) بر اساس قانون دوم ترمودینامیک، موادی که از حالت طبیعی خارج می‌شوند، تمایل شدیدی برای برگشت به وضعیت اولیه خود دارند؛ از این‌رو نانوذراتی که تحت یک میدان خارجی، مغناطیسی می‌شوند، به شدت تمایل دارند که به حالت بی‌نظم اولیه خود بازگردند.

۲۶. اگر تحت شرایطی خاص بتوان روی حوزه‌های مغناطیسی یک نانوذره اثر گذاشت، چه رابطه‌ای میان تعداد حوزه‌ها و نیروی لازم برای هم‌جهت ساختن حوزه‌ها برقرار است؟

۱) هر چه تعداد حوزه‌ها بیشتر باشد، نیرو و میدان کمتری نیز برای هم‌جهت ساختن حوزه‌ها مورد نیاز است.

۲) هر چه تعداد حوزه‌ها کم‌تر باشد، نیرو و میدان کمتری نیز برای هم‌جهت ساختن حوزه‌ها مورد نیاز است.

۳) نیرو و میدان لازم برای هم‌جهت ساختن حوزه‌ها ربطی به تعداد حوزه‌ها ندارد بلکه فقط وابسته به جنس ماده است.

۴) فرض سوال مبنی بر لزوم وجود شرایط ویژه برای تغییر خاصیت ماده‌ی غیرمغناطیسی، صحیح نیست.

با توجه به متن زیر به سؤال ۲۷ پاسخ دهید.

سُل‌ها ذرات کلوئیدی هستند که ابعاد آنها بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر است و در یک محیط آبی پراکنده شده‌اند. کوچکی بیش از حد این ذرات سبب می‌شود که در محیط آبی به حالت معلق در آیند. ژل نیز یک شبکه جامد و به هم پیوسته متخلخل است که اندازه منافذ آن از یک میکرومتر، کوچک‌تر است و زنجیرهای پلیمری دارد که طول متوسط آنها بزرگتر از یک میکرومتر است. در روش سُل_ژل برای تهیه مواد نانوساختار، ابتدا یک محلول کلوئیدی از آن ماده تهیه می‌کنند، سپس با کمک یک واکنش شیمیایی، سُل‌های کوچک محلول در کنار یکدیگر قرار گرفته و به مولکول‌های بزرگ پلیمری سه بُعدی تبدیل می‌شوند. ژل تولید شده را در پایان خشک کرده و متراکم می‌کنند.

۲۷. برای ساخت یک نانوساختار خاص، دو نوع سل را در شرایط مختلف آزمایشگاهی سنتز و نگهداری می‌کنند. در ادامه کار مشخص می‌شود که سل اول یک روز و سل دوم چند هفته پایدار است. شما فکر می‌کنید کدام گزینه قضاوت دقیق‌تری از شرایط این دو نوع سل داشته باشد؟

۱) سل اول در دمای کمتری نگهداری شده است.

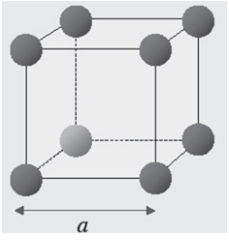
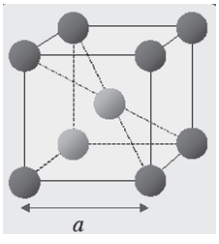
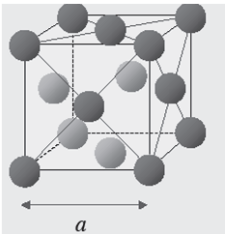
۲) سل اول در فشار بیشتری نگهداری شده است.

۳) سل اول دارای ذرات جامد ریزتری است.

۴) سل دوم دارای ذرات جامد ریزتری است.

با توجه به متن زیر به سؤالات ۲۸ تا ۳۰ پاسخ دهید.

ساختمان مواد جامد را می‌توان به دو دسته مهم منظم و نامنظم تقسیم کرد. در صورتی که نظم موجود در ساختمان ماده، بلند بُرد و دوره‌ای باشد، ماده را بلورین می‌نامند. در صورتی که چنین نظم ساختاری، بین اتم‌ها و مولکول‌های سازنده ماده وجود نداشته باشد، ماده بی‌شکل است. این نظم ساختاری تعیین‌کننده بسیاری از خواص ماده است. کوچک‌ترین واحد منظم در ماده به سلول واحد ماده مشهور است؛ انواع مختلفی از سلول واحد وجود دارد که سه نوع مکعبی ساده (SC)، مکعبی مرکز حجمی (B.C.C) و مکعبی مرکز سطحی (F.C.C) از ساده‌ترین سلول‌های واحد موجود هستند. نوع سلول واحد یک جامد بلورین، تعیین‌کننده تعداد پیوندها، خواص فیزیکی و شیمیایی، سطح فعال و غیره است. این موضوع اهمیت نحوه تبلور و نوع ساختار بلوری جامدات را بیان می‌کند.

نام بلور	مکعب ساده (Sc)	مکعبی مرکز حجمی (BCC)	مکعبی مرکز سطحی (FCC)
طرز چیدمان اتم‌ها			

لازم به ذکر است؛ در ساختار F.C.C رابطه بین پارامتر شبکه و شعاع اتمی به صورت: $4R=3\sqrt{2}a$ و در ساختار B.C.C به صورت $4R=2\sqrt{3}a$ است. [R : شعاع اتمی، a: پارامتر شبکه]

۲۸. برای ماده‌ای که دارای شعاع اتمی a است، ثابت شبکه F.C.C برابر است با:

۱) $\sqrt{۲}$
۲) $a\sqrt{۲}$
۳) $۲a\sqrt{۲}$
۴) a

۲۹. آهن، عنصری چند شکلی است. بدین معنی که در فشار یک اتمسفر با افزایش دما شبکه بلوری آهن تغییر می‌کند. وقتی این ماده از حالت B.C.C به F.C.C تغییر فاز می‌دهد، تغییرات حجمی آن حدوداً چقدر است؟

۱) ۷۳ درصد افزایش حجم
۲) ۷۳ درصد کاهش حجم
۳) ۴۶ درصد افزایش حجم
۴) ۴۶ درصد کاهش حجم

۳۰. ضریب فشردگی، عبارت است از درصدی از حجم سلول واحد که توسط اتم‌ها اشغال شده است. باتوجه به تعریف مذکور، نسبت ضریب فشردگی در هر یک از ساختارهای بلوری به چه صورت است؟

۱) F.C.C > S.C > B.C.C
۲) F.C.C > B.C.C > S.C
۳) S.C. > F.C.C > B.C.C
۴) B.C.C >F.C.C > S.C

با توجه به متن زیر به سؤال ۳۱ پاسخ دهید.

مواد فتوکاتالیست، موادی هستند که در برابر تابش نور خورشید فعال شده و به انجام واکنش‌های شیمیایی کمک می‌کنند. فتوکاتالیست‌ها مستقیماً در واکنش‌های اکسایش و کاهش دخالت ندارند و فقط شرایط مورد نیاز برای انجام واکنش‌ها را فراهم می‌کنند. مهمترین فتوکاتالیست‌هایی که امروزه مورد توجه هستند، نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم هستند. این مواد با انجام چند واکنش، باعث شکستن و از بین بردن بسیاری از آلاینده‌های آلی و تبدیل آنها به دی‌اکسیدکربن و آب می‌شود. از این‌رو می‌توان از این مواد برای ایجاد سطوح خودتمیزشونده استفاده کرد. مراحل انجام واکنش‌ها به شرح زیر است:

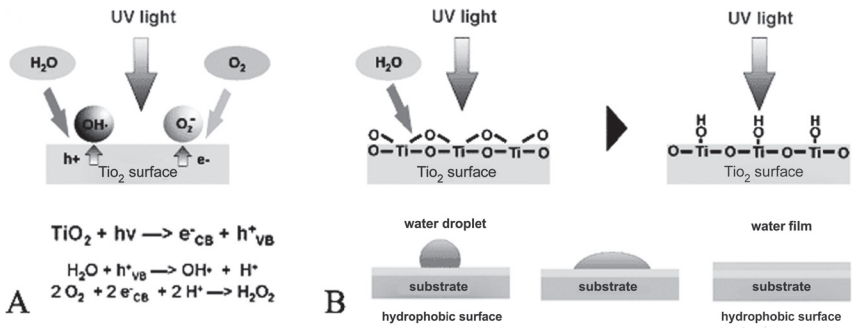
الف) جدا شدن یک الکترون از مدار والانس دی‌اکسید تیتانیوم و ایجاد یک حفره مثبت در اطراف هسته
ب) تجزیه آب به پروتون و هیدروکسید فعال در کنار این حفره
ج) واکنش الکترون‌ها با مولکول‌های اکسیژن و تشکیل یون‌های منفی رادیکال سوپراکسید
د) واکنش هیدروکسید فعال و رادیکال سوپراکسید با مواد آلی

این مواد ممکن است، در حضور آب و نور خورشید مراحل زیر را نیز طی کنند:

ه) کنده شدن اکسیژن از روی سطح دی‌اکسید تیتانیوم و قرارگیری OH به جای آن
و) ایجاد لایه نازک یکنواختی از آب روی سطح و جلوگیری از چسبیدن مواد آلاینده آلی و غیرآلی روی آن

۳۱. در کدامیک از مراحل بالا، تابش نور خورشید به‌ترتیب موجب بروز خاصیت کاتالیستی و خودتمیزشوندگی سطح می‌گردد؟

۱. الف و ب
۲. الف و ه
۳. ب و ج
۴. ب و ه



با توجه به متن زیر به سؤالات ۳۲ تا ۳۳ پاسخ دهید.

یکی از مهم‌ترین نانوساختارهایی که امروزه کاربرد زیادی در صنایع مختلف دارند، نانوساختارهای سه بُعدی و متخلخل هستند. دو دسته مهم از این نانوساختارها، آیروژل‌ها و زئولیت‌ها هستند. آیروژل‌ها، ساختاری غیرمنظم داشته و از حفره‌های بسیار متخلخلی که معمولاً با کانال‌های نانوساختاری به یکدیگر متصل هستند، تشکیل شده‌اند. در حالی که نانوساختارهای منظمی مانند زئولیت‌ها کاملاً دارای نظم ساختاری بوده و مجاری آنها از ارتباطات محدودی برخوردارند که بستگی به نوع زئولیت دارند.

آیروژل‌ها می‌توانند در ساختار فیلترهای نانوساختار، پایه و فاز فعال کاتالیست استفاده شوند و در صورتی که ترکیب شیمیایی آیروژل‌ها منجر به فعالیت شیمیایی آنها شود، می‌توان از آنها به‌عنوان کاتالیست و پایه کاتالیست استفاده کرد.

برخلاف آیروژل‌ها، زئولیت‌ها دارای ترکیب شیمیایی منحصر به فردی هستند، بنابراین فعالیت شیمیایی چشم‌گیری داشته و معمولاً از آنها به‌عنوان کاتالیست استفاده می‌شود. با این وجود، زئولیت‌ها را به‌عنوان غشاهای نیمه تراوا برای کاربردهای فیلتراسیون نیز استفاده می‌کنند. با توجه به اینکه زئولیت‌ها معمولاً دارای فعالیت شیمیایی هستند، بنابراین توان جذب و گذردهی انتخاب‌پذیر دارند.

۳۲. در صورتی که بخواهیم از یک امولسیون که حاوی طیف وسیعی از توزیع اندازه نانوذرات است، ذراتی را با اندازه مشخص حذف کنیم، کدام‌یک از صافی‌های زیر را پیشنهاد می‌کنید؟

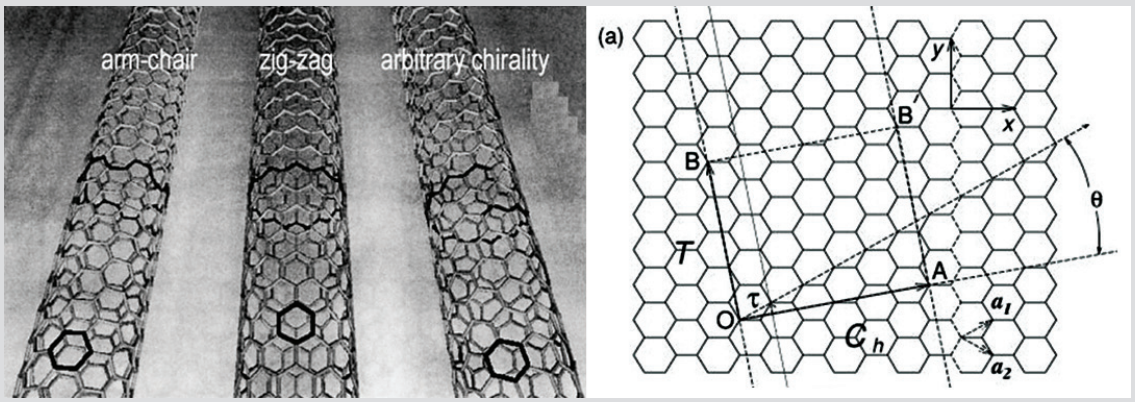
۱) زئولیت‌ها
۲) آیروژل‌ها
۳) صافی‌های متخلخل پیلمری
۴) گزینه ۱ و ۲

۳۳. کدام گزینه در مورد آیروژل‌ها صحیح نیست؟

۱) آیروژل‌های سیلیکایی به عنوان عایق الکتریکی استفاده می‌شوند.
۲) آیروژل‌های کربنی به عنوان مواد هادی الکتریسیته استفاده می‌شوند.
۳) آیروژل‌ها هدایت حرارتی خیلی کمی دارند.
۴) آیروژل‌ها تماما آب‌دوست هستند و کاربرد زیادی دارند.

با توجه به متن زیر به سؤالات ۳۴ تا ۳۶ پاسخ دهید.

خواص نانولوله‌های کربنی، تابع شکل ساختاری آنهاست. بردارهای کایرال، نه‌تنها در تعیین شکل ساختاری نانولوله‌ها، بلکه در تعیین خواص مربوط به آنها نیز اهمیت فراوانی دارند. به عنوان مثال، خواص الکترونیکی و مکانیکی نانوله‌های کربنی متاثر از بردار کایرال آنهاست. علاوه بر این، تعداد دیواره‌ها و چگونگی وجود نقص‌ها در ساختار این مواد، در تعیین خواص آنها نقش دارند. برای درک بهتر به شکل زیر توجه کنید که یک صفحه گرافن را نمایش می دهد. فرض کنید محور OA محور نانولوله باشد و از پیچیدن گرافن حول این محور نانولوله حاصل می‌شود. اگر $OA= na_1+ma_2$ در نظر بگیریم با تغییر n,m ساختارهای متفاوت (شکل سمت چپ) و خواص گوناگون حاصل می‌شود.



اگر n=m باشد نانولوله armchair است و اگر m=0 نانولوله zigzag خواهد بود. اگر رابطه n-m=3j بین نیمه هادی نوار نازک و در سایر حالات نیمه هادی نوار بزرگ حاصل خواهد شد، که در نوار نازک انرژی گاف متناسب با (1/R^2) و در نوار بزرگ انرژی گاف عکس شعاع (1/R)نانوتیوب است.

۳۴. در دو نانولوله کربنی zigzag و armchair با قطر برابر، مجموع ضرایب n و m بردار OA در کدام نانولوله بیشتر است؟

۱) zigzag

۲) armchair

۳) یکسان است.

۴) به شعاع بستگی دارد.

۳۵. نانولوله با بردار $OA = 10a_1+5a_2$ چه نانولوله‌ای است؟

۱) فلزی

۲) نارسانا

۳) نیمه‌رسانا

۴) ابررسانا

۳۶. یکی از پرکاربردترین انواع نانولوله‌های کربنی، نانولوله دو جداره است که در آنها، نیروهای واندروالس به عنوان نیروی برهمکنش بین جداره‌های داخلی و خارجی اعمال می‌شود. جداره‌های این نانولوله‌ها می‌توانند از نوع zigzag یا armchair بوده و یکی از مولفه‌های کایرال آنها، با هم برابر است. به نظر شما، جداره داخلی و خارجی به ترتیب، از چه نوعی می‌توانند انتخاب شوند؟

۱) armchair، zigzag

۲) zigzag، armchair

۳) می‌توانند از انواع یکسانی انتخاب شوند.

۴) نوع جداره نانولوله کربنی، تابع پارامترهای دیگری است.

با توجه به متن زیر به سؤالات ۳۷ و ۳۸ پاسخ دهید.

همانطور که می‌دانید یکی از روش‌های ساخت لایه‌های نازک، روش رسوب بخار فیزیکی (PVD) است. در این روش ماده‌ی هدف، داخل دستگاه قرار می‌گیرد (برای مثال؛ اگر ایجاد یک لایه از نقره مد نظر است، ماده‌ی هدف از جنس نقره انتخاب می‌شود)، سپس یون‌های پرانرژی به ماده هدف برخورد می‌کنند و قسمتی از ماده (متشکل از چند اتم) کنده می‌شود و روی زیرلایه مورد نظر سقوط می‌کند. به‌تدریج این خوشه‌های اتمی به یکدیگر متصل و تشکیل یک لایه نازک را می‌دهند. یکی دیگر از روش‌های ساخت لایه‌های نازک، روش رسوب بخار شیمیایی (CVD) است. در این روش در اثر حرارت بالا، ماده‌ای که قرار است پوشش داده شود، بخار می‌شود و به روی زیر لایه هدایت می‌شود. اتم‌ها به تدریج به یکدیگر متصل شده و تشکیل یک لایه نازک روی زیرلایه را می‌دهند.حال به سوالات زیر پاسخ دهید:

۳۷. در روش رسوب بخار فیزیکی، مهم‌ترین عامل در ضخامت لایه‌های نازک، از میان گزینه‌های زیر چیست؟

۱) انرژی یون‌های برخوردکننده

۲) فاصله ماده هدف تا زیر لایه

۳) شکل هندسی دستگاه

۴) نوع ماده زیرلایه

۳۸. به نظر شما برای ایجاد یک لایه نازک روی سطح هاشورخورده، کدام روش مناسب است؟

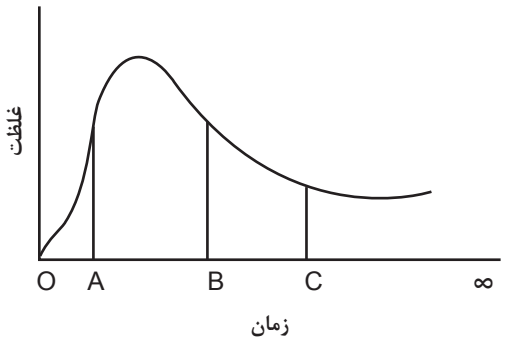
۱) رسوب بخار فیزیکی

۲) رسوب بخار شیمیایی

۳) بسته به شرایط آزمایش، از هر دو روش می‌توان استفاده کرد.

۴) باید از روش‌های لایه‌نشانی دیگری استفاده کرد.

۳۹. روش رسوب‌گذاری از قدیمی‌ترین روش‌های ساخت نانومواد است. در این روش ابتدا مواد اولیه در یک حلال معمولی حل می‌شود. سپس عامل رسوب دهنده اضافه می‌گردد. واکنش هم‌رسوبی شامل مراحل هسته‌زایی، رشد و انعقاد یا لخته‌سازی است. به‌دلیل مشکلات مطالعه و جداسازی هر فرآیند از دیگر مراحل، مکانیسم دقیق روش هم‌رسوبی به خوبی شناخته شده نیست. اگر نمودار روبرو بیانگر غلظت عامل رسوب‌دهنده و احتمالا فراورده‌ها بر حسب زمان باشد، به ترتیب فرایند هسته‌زایی و رشد را کدام یک از قسمت‌های نامگذاری شده مشخص می‌کند؟(از راست به چپ)



۱) AB-OA
۲) BC-AB
۳) C∞-AC
۴) B∞-OB

با توجه به متن زیر به سؤالات ۴۰ تا ۴۴ پاسخ دهید.

از مهم‌ترین روش‌های مطالعه و بررسی نانومواد مشاهده‌ی آنها است. این امر به‌دلیل ابعاد بسیار کوچک نانوذرات، با استفاده از میکروسکوپ‌های نوری امکان ندارد. یکی از راه‌حل‌های جایگزین استفاده از میکروسکوپ‌های الکترونی است.الکترون را می‌توان تحت میدان الکتریکی کنترل شده شتاب داده و طول موج آن‌را به دلخواه تغییر داد. همچنین الکترون‌ها را می‌توان با استفاده از عدسی‌های مغناطیسی متمرکز نمود و به باریکه‌ای با کیفیت مناسب دست یافت.
الکترون در برخورد با سطح نمونه سه رفتار کلی خواهد داشت؛ بازگشت، نفوذ و عبور. الکترون‌های نفوذی نیز معمولاً موجب پرتاب برخی الکترون‌ها از لایه‌های درونی اتم‌های سطحی ماده می‌شوند که به الکترون‌های ثانویه موسوم است. دو دسته الکترون‌های بازگشتی و ثانویه برای روش خاصی از تصویر برداری از سطح مواد به کار می‌روند که دستگاه آن با نام میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) شناخته می‌شود. الکترون‌هایی که از نمونه عبور می‌کنند نیز برای روش دیگری به کار برده می‌شوند که دستگاه آن به نام میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) معروف است. به‌طور معمول کیفیت و بزرگ‌نمایی تصاویر حاصل از میکروسکوپ الکترونی عبوری از میکروسکوپ الکترونی روبشی بهتر است. هر دو این میکروسکوپ‌ها تصویری سیاه و سفید از نمونه می‌دهند.

۴۰. چرا رنگ مشاهده شده در تصاویر SEM با رنگ اصلی ماده تفاوت دارد؟
۱) رنگ ناشی از باریکه الکترونی فقط به سیاه و سفید محدود می‌شود
۲) در مقیاس نانو، ذرات رنگ خاصی ندارند
۳) زیرا ساز و کار تشکیل تصویر در این میکروسکوپ، ارتباطی به تداخل امواج طیف ندارد
۴) زیرا الکترون‌ها با نمونه برهم‌کنش کرده و مانع تشکیل تصویر رنگی می‌شوند

۴۱. برای بررسی خواص سطحی و نحوه چینش اتم‌ها در ماده به ترتیب از راست به چپ، کدامیک از میکروسکوپ‌های زیر را پیشنهاد می‌کنید؟
۱) SEM, SEM
۲) SEM, TEM
۳) TEM, SEM
۴) TEM, TEM

۴۲. با استفاده از یک SEM از نانوذرات هم اندازه ۳۰ نانومتری آلومینیوم (وزن اتمی ۲۶) و پالادیم (وزن اتمی ۱۰۶) که روی لایه بسیار نازکی از کربن قرار دارند، تصویر برداری می‌کنیم. چگونه می‌توان جنس کره‌ها را روی لایه‌ی کربنی تشخیص داد؟

۱) با استفاده از روش‌های رایانه‌ای پردازش تصویر
۲) با استفاده از روش‌های تعیین ترکیب شیمیایی سطح
۳) با توجه به تیرگی ذرات در تصویر، آلومینیوم تیره‌تر است
۴) با توجه به تیرگی ذرات در تصویر، پالادیم تیره‌تر است

۴۳. نمونه مورد استفاده برای تصویربرداری TEM چه ویژگی باید داشته باشد؟
۱) از هر نمونه‌ای می‌توان برای تصویر برداری TEM استفاده کرد.
۲) نمونه باید رسانای الکتریسیته باشد تا باریکه از آن عبور کند.
۳) نمونه باید عایق باشد تا باریکه از آن عبور کند.
۴) نمونه باید به حد کافی نازک باشد تا باریکه از آن عبور کند.

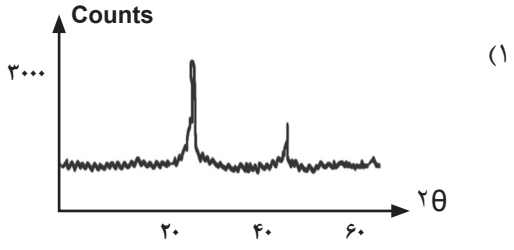
۴۴. دانش‌آموزی برای شرکت در جشنواره خوارزمی، سه نمونه از یک نانوکامپوزیت نسوز آماده کرده است. وی برای تحلیل نتیجه، نمونه های خود را به دو مرکز آنالیز مختلف سپرده است که یکی مجهز به SEM و دیگری مجهز به TEM است. متصدی دستگاه SEM فراموش کرده تا شماره‌گذاری مربوط به نمونه‌ها را روی آنها یادداشت نماید. آیا روشی وجود دارد که با درصد قابل قبولی از خطا، این دانش‌آموز بتواند از روی تصاویر TEM، تصویر SEM مربوطه را بیابد؟
۱) این تصاویر نباید تفاوت ظاهری چندانی با هم داشته باشند.
۲) نقاط تیره در تصویر TEM در تصویر SEM روشن دیده می‌شوند و برعکس.
۳) امکان پذیر نیست، زیرا یکی تصاویر، ساختمان درونی ماده را نشان می‌دهد و دیگری ساختمان سطحی آن را نمایش می‌دهد.
۴) تصویر TEM، ممکن است تصویر SEM را دربرداشته باشد.

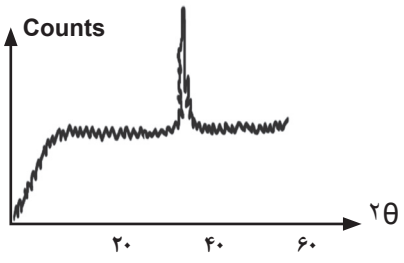
۴۵. طبق قانون براگ، چنانچه پرتویی با طول موج λ مانند اشعه X در تست XRD (سنجش تفرق اشعه X) به جسم بلورینی بتابد و با زاویه‌ی θ نسبت به سطح جسم بازتاب کند و d فضای خالی بین اتم‌ها باشد، داریم:

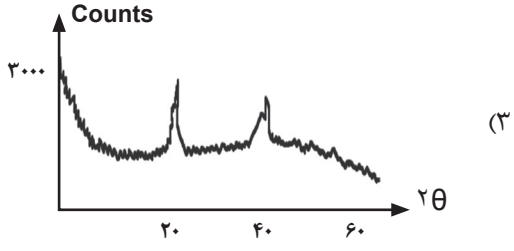
$$n\lambda = 2\,d\,\sin\theta$$

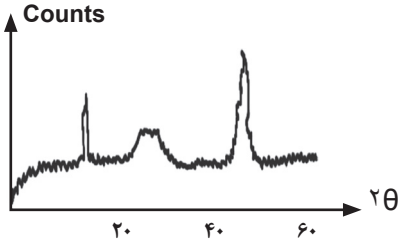
(n را مرتبه‌ی بازتاب می‌نامیم و در اینجا آن را ثابت فرض می‌کنیم)

در آزمایشی می‌خواهیم نانوکامپوزیتی درست کنیم که در آن ذرات خاک رس به عنوان ذرات تقویت‌کننده هستند. به‌همین منظور این ذرات باید به‌طور مناسب در داخل ماده زمینه پخش شده و صفحات آن به‌طور کامل از هم باز شوند. در این فرایند عمل مخلوط کردن با روش‌های مختلفی انجام شده و تست XRD نمونه‌ی مربوط به هر روش در زیر نشان داده شده است.
با توجه به نمودارهای داده شده کدام روش مناسب‌تر است؟

۱)


۲)


۳)


۴)


با توجه به متن زیر به سؤالات ۴۶ تا ۴۸ پاسخ دهید.

برای شبیه‌سازی مواد باید ابتدا نیروهای موثر بر اتم‌ها را شناخت و رفتار آنها را به صورت روابط ریاضی بیان کرد. معمول‌ترین الگوهای مطرح شده به این صورت هستند:

انرژی کووالانس $E= k(x-x_{.})^{۲}$

انرژی واندروالس $E=\varepsilon ((A/r)^{۱۲} – (B/r)^{۶})$

انرژی الکتروستاتیک $E= k(q_{۱}q_{۲}/r)$

۴۶. برای شبیه سازی الماس از کدام رابطه استفاده می‌شود؟

۱) $E= k(x-x_{.})^{۲}$

۲) $E=\varepsilon ((A/r)^{۱۲} – (B/r)^{۶})$

۳) $E= k(q_{۱}q_{۲}/r)$

۴) برای شبیه‌سازی الماس به دلیل سختی بالا از این روابط استفاده نمی‌شود.

۴۷. برای شبیه‌سازی رفتار آب از کدام رابطه استفاده می‌شود؟

۱) $E= k(x-x_{.})^{۲}$

۲) $E=\varepsilon ((A/r)^{۱۲} – (B/r)^{۶})$

۳) $E= k(q_{۱}q_{۲}/r)$

۴) هر سه مورد

۴۸. با توجه به رابطه واندروالس در کدام حالت، انرژی بین دو مولکول صفر می‌شود؟

۱) $r=A/B$

۲) $r=B/A$

۳) $r=B^{۲}/A$

۴) $r=A^{۲}/B$

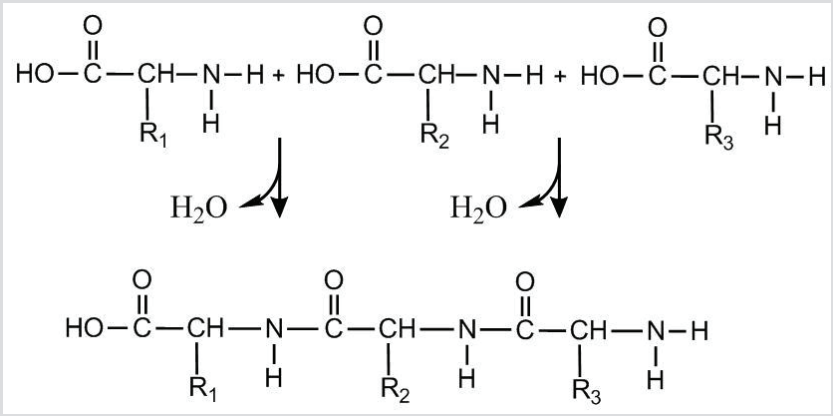
با توجه به متن زیر به سؤالات ۴۹ و۵۰ پاسخ دهید.

برای بیان ابعاد نانومتری یک پلیمر معمولا از پارامتر اندازه d (برحسب نانومتر) استفاده می‌کنند. راه‌های زیادی برای تعیین و تخمین پارامترهای اندازه d واحدهای ساختمانی بنیادی زیستی وجود دارد. مثلا برای درشت‌مولکول‌های زیستی همچون پروتئین‌ها این تخمین به‌واسطه وزن مولکولی‌شان (M_W) مشخص می‌شود. این پارامتر اندازه از رابطه زیر محاسبه می‌گردد:

$$d = ۰/۱۲ (M_W)^{۱/۳}$$

در این رابطه M_W نشان دهنده وزن مولکولی بر حسب دالتون برای یک پروتئین می‌باشد.

از طرفی بر اساس میانگین‌گیری‌های به عمل آمده مشخص شده است که میانگین وزنی هر یک از اسیدهای آمینه قبل از قرار گیری در ساختمان پلی‌پپتید، ۱۲۸ دالتون است که طبق آنچه در شکل زیر دیده می‌شود با قرار گیری در ساختمان پروتئین از هر مولکول اسید آمینه یک مولکول آب (با وزن مولکولی ۱۸) کم می‌گردد. در این حالت، مولکول حاصل را یک ریشه یا باقیمانده اسید آمینه می‌نامند.



از طرفی برای ذرات پلیمری و پروتئین‌ها نیز که در این گروه قرار می‌گیرند، مشخص شده است که رابطه وزن مولکولی و حجم نهایی یک پلیمر بصورت زیر بیان می‌شود.

$$V = ۰/۰۰۱۶۶۱ \frac{M_W}{\rho}$$

۴۹. اگر اندازه واحد انسولین حدودا ۲/۲ نانومتر باشد، وزن مولکولی این مولکول چند دالتون خواهد بود؟

۱) ۴۱۶۰

۲) ۵۶۶۰

۳) ۶۱۶۰

۴) ۷۶۶۰

۵۰. اگر پروتئینی از اتصال ۴۰۰ اسید آمینه به هم تشکیل شده باشد و شکل مکعبی پدید آورد چگالی این پروتئین چقدر خواهد بود؟

۱) ۱/۱

۲) ۰/۹۶

۳) ۱/۳

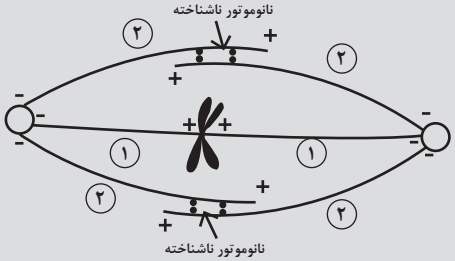
۴) ۱/۵

با توجه به متن زیر به سؤالات ۵۱ تا ۵۳ پاسخ دهید.

پروتئین‌های موتوری زیستی کوچکترین موتورها و ماشین‌های شناخته‌شده‌ای هستند که درون سلول‌های زنده ایفای نقش می‌نمایند. این نانوموتورهای زیستی با تبدیل انرژی شیمیایی حاصل از تجزیه ATP به انرژی حرکتی، فرآیندی مکانیکی انجام می‌دهند. این نانوماشین‌ها به منظور حمل اندامک‌های درون‌سلولی طراحی شده‌اند. ساختمان این نانوموتورها از دو بخش سری و دمی تشکیل شده‌است که از بخش سری به محموله‌ای که حمل می‌نماید متصل می‌شوند و بخش دمی نیز از دو بازوی تجزیه کننده ATP ساخته شده است. این مولکول‌ها از این دو بازو بعنوان پای حرکتی استفاده کرده و همانند قدم برداشتن انسان حرکت می‌نمایند. این قدم زنی و حمل مواد مختلف بر روی اجزای خاصی از اسکلت درون سلولی بنام ریزلوله‌چه‌ها انجام می‌گیرد. ریزلوله‌چه‌ها همچون منوریل‌هایی هستند که دارای دو سمت متفاوتند که یک سمت آنها را مثبت و سمت دیگر را منفی می‌نامند. در واقع حرکت نانوموتورهای مختلف فقط در یک جهت و از سمتی به سمت دیگر اتفاق می‌افتد. به این ترتیب دو خانواده اصلی از این نوع نانوموتورها کشف شده‌اند که خانواده منفی‌رو و خانواده مثبت‌رو نامیده می‌شوند.

این در حالی است که در سلول‌های در حال تقسیم ریزلوله‌چه‌ها به عنوان رشته‌های دوک عمل می‌کنند که برای انتقال کروموزوم‌ها استفاده می‌شود. طبیعی است که در این حالت نانوماشین‌های معرفی شده نیز وظیفه حمل کروموزوم‌ها را به عهده خواهند داشت. همانطور که شکل زیر نشان می‌دهد رشته‌های شماره ۱ و شماره ۲ رشته‌های دوک متفاوتی هستند که در تقسیم سلولی به ایفای نقش

می‌پردازند. رشته‌های شماره ۱ تا نزدیکی کروموزوم‌ها کشیده شده و با کشیدن کروموزوم‌ها موجب جدا شدن کروماتیدهای خواهری می‌شوند و رشته‌های شماره ۲ با دور کردن دو قطب سلولی باعث دور شدن کروموزوم‌ها از همدیگر می‌شوند.



همانطور که شکل نشان داده است این رشته‌ها در بخش میانی سلول هم‌پوشانی ایجاد می‌کنند. در این ناحیه هم‌پوشانی شده نوع جدیدی از نانوموتورها کشف شده است که بصورت دایمر ایفای نقش می‌نمایند و مونومرهای تشکیل دهنده آن‌ها از بخش سر به هم متصل شده‌اند و در هر دو سمت آن دو بازو وجود دارد. هر دو جفت بازوی تشکیل دهنده آن به یک سمت رشته‌های دوک حرکت می‌کنند.

۵۱. برای دور کردن دو قطب سلول از همدیگر، حرکت این نانوموتور ناشناخته روی رشته‌های دوک باید به چه سمتی باشد؟

۱) به سمت منفی

۲) به سمت مثبت

۳) به هر دو جهت

۴) به هر دو جهت ولی بیشتر به سمت مثبت

۵۲. اگر یک مونومر این نانوموتور را از آن جداکنیم، عملکرد آن به چه صورتی تغییر خواهد کرد؟

۱) موجب نزدیکی دو قطب به هم می‌شود.

۲) موجب دور شدن دو قطب از هم می‌شود.

۳) موجب ثبات رشته‌های دوک می‌شود.

۴) موجب دور شدن دو قطب از هم با سرعت بالاتری می‌شود.

۵۳. اگر دو سمت این نانوموتور در جهت معکوس خود حرکت نمایند چه تاثیری در عملکرد آن خواهد داشت؟

۱) موجب کمتر شدن بخش هم‌پوشانی شده می‌گردد.

۲) موجب دور شدن دو قطب از هم می‌گردد.

۳) موجب نزدیکی دو قطب به هم می‌گردد.

۴) موجب اتصال رشته‌های دوک به هم می‌گردد.

۵۴. کدام ویژگی هیدروژن، بیش از سایرین آن را برای استفاده در پیل‌های سوختی مناسب می‌کند؟

۱) فراوانی

۲) تولید آسان آن از آب

۳) واکنش پذیری زیاد

۴) اندازه کوچک یون آن

با توجه به متن زیر به سؤال ۵۵ پاسخ دهید.

چسبندگی باکتری بر سطوح ایمپلنت‌ها و ایجاد عفونت در بدن بیماران پس از عمل جراحی، یکی از مشکلات اساسی در زمینه علم پزشکی است. محققان در سال‌های اخیر تلاش‌های بسیاری در زمینه ایجاد پوشش‌های ضدباکتری بر سطح ایمپلنت‌ها به عمل آورده‌اند. برای مثال استفاده از پوشش‌های حاوی نانوذرات نقره یا رشد دادن نانولوله‌های TiO_2 بر روی ایمپلنت‌های تیتانیومی به شدت مورد توجه و مطالعه بوده است. فرض کنید بر روی دو ایمپلنت تیتانیومی، نانولوله‌های TiO_2 با مشخصات زیر، رشد داده شود. زاویه تماس بر روی سطح دارای نانولوله‌هایTiO_2 با رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\cos\theta^* = f\cos\theta - (1-f)$$

(هرچه θ بیشتر باشد، خاصیت ضد باکتری بیشتر می‌شود)

۵۵. در رابطه بالا، f کسری از سطح است که جامد (مجموع مساحت قاعده باز نانولوله‌ها) است، θ^* زاویه تماس سطح دارای نانولوله و θ زاویه تماس محاسبه شده برای سطح بدون نانولوله است. اگر بدانیم که با افزایش قطر داخلی نانولوله‌ها، درصد تخلخل نیز افزایش می‌یابد، کدام نانولوله خاصیت ضدباکتری بهتری را بر سطح نانولوله برقرار می‌کند؟

نام بلور	طول (μm)	قطر داخلی (nm)	ضخامت (nm)
نانولوله‌های TiO_2 روی ایمپلنت اول	۱۳	۱۰۰	۱۰
نانولوله‌های TiO_2 روی ایمپلنت دوم	۴	۵۰	۲۰

۱) نانولوله‌های TiO_2 بر روی ایمپلنت اول
۲) نانولوله‌های TiO_2 بر روی ایمپلنت دوم
۳) خاصیت ضدباکتری با قطر نانولوله‌ها ارتباطی ندارد
۴) اطلاعات داده شده کافی نیست

۵۶. یکی از محصولات آینده فناوری نانو، لباس‌های نامرئی‌کننده خواهد بود. بر اساس فرضیه‌های موجود، این لباس، از نانوذراتی ساخته خواهد شد که توانایی ایجاد انحنا در مسیر حرکت نور را دارند. این قابلیت در کدام پدیده‌ی طبیعی دیده می‌شود؟

۱) رنگین کمان
۲) تغییر رنگ آسمان در هنگام غروب
۳) تغییر رنگ پوست آفتاب پرست
۴) سراب

۵۷. سلول خورشیدی، یک قطعه الکترونیکی حالت جامد است که انرژی نور خورشید را مستقیما به الکتریسیته تبدیل می‌کند. چالش اصلی در ساخت سلول‌های خورشیدی، راندمان پایین آن است. استفاده از کدام راهکار، کمک بیشتری به افزایش راندمان سلول‌های خورشیدی می‌کند؟

۱) استفاده از نانوذرات نیمه هادی درشت مقیاس در سلول خورشیدی
۲) استفاده از نانوذرات نیمه هادی با اندازه‌های متفاوت به صورت لایه لایه
۳) استفاده از نانوذرات هادی با اندازه بسیار کوچک در سلول خورشیدی
۴) استفاده از نانوذرات هادی با اندازه‌های متفاوت به صورت لایه لایه

با توجه به متن زیر به سؤال ۵۸ پاسخ دهید.

هر کشوری منابع مالی محدودی دارد، در حالی که فناوری های جدید متعددی را برای سرمایه‌گذاری پیش روی خود می بیند. بنابراین، مدیران کشور باید فناوری هایی را که «اولویت» بیشتری دارند، تشخیص دهند و روی آنها سرمایه گذاری کنند. به مطالعاتی که برای انتخاب فناوری های دارای اولویت انجام می‌شود، «مطالعات اولویت‌گذاری فناوری» گفته می‌شود.

برای تعیین فناورهای دارای اولویت، دو شاخص اصلی بررسی می‌شود: «شاخص جذابیت» و «شاخص امکان‌پذیری» شاخص جذابیت به اهمیت و جالب توجه بودن فناوری برای کشوری که قصد سرمایه‌گذاری دارد، مربوط می‌شود. دلایل مختلفی می توانند برای جذابیت یک فناوری وجود داشته باشند. مثلا:

- ✓ جذابیت اقتصادی، یعنی سودآوربودن محصولات حاصل از فناوری و وجود بازار فروش بزرگ
- ✓ جذابیت اجتماعی، یعنی امکان حل نیازهای کلیدی جامعه از طریق فناوری های جدید
- ✓ جذابیت راهبردی، یعنی دست پیدا کردن به فناوری هایی که اهمیت راهبردی برای کشور دارند، مانند فناوری هایی که در اختیار کشورهای معدودی هستند یا به دلیل تحریم یا مشکلات دیگر در اختیار کشور قرار ندارند.

برخی از فناوری ها ممکن است جذابیت بسیار بالایی داشته باشند، اما دسترسی به آنها «امکانپذیر» نباشد. دو عامل اصلی امکانپذیری یک فناوری را مشخص می‌کنند:

- ✓ کشور دارای متخصصانی باشد که بتوانند فناوری مورد بررسی را پیش ببرند و همچنین، تجهیزات آزمایشگاهی و ابزارهای ساخت لازم در دسترس باشند.
- ✓ کشور بتواند نتایج حاصل از فناوری را تجاری کند، یعنی بتواند محصولاتی با قیمت مناسب تولید کند و آنها را در بازارهای داخلی یا بین المللی بفروشد.

پس از انجام مطالعات اولویت گذاری، به هر فناوری دو امتیاز داده می‌شود، یکی برای جذابیت و دیگری برای امکانپذیری. برای نشان دادن این موضوع از «نمودار جذابیت-امکانپذیری» استفاده می‌شود. در این نمودار، امتیاز جذابیت روی محور عمودی و امتیاز امکانپذیری روی محور افقی مشخص می‌شود. در نتیجه، مطابق شکل زیر، هر فناوری در نقطه ای از صفحه نمودار نمایش داده می‌شود.

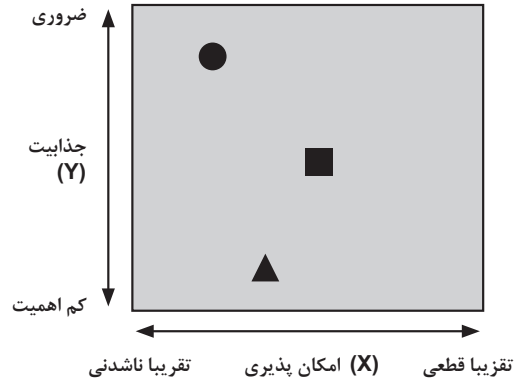
با توجه به توضیحات بالا به سوال زیر پاسخ دهید:

۵۸. فرض کنید شما یک متخصص اولویت گذاری فناوری در کشور هستید و سه فناوری زیر برای اولویت گذاری به شما معرفی شده اند:

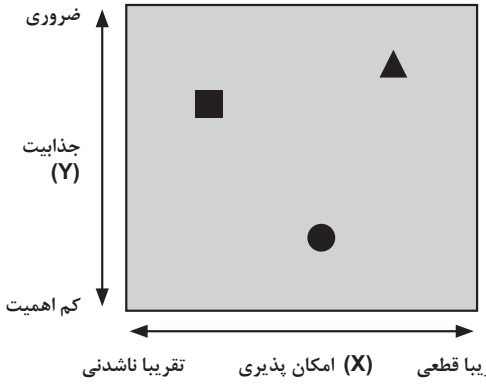
- ✓ **سفر انسان به ماه (در نمودار، با دایره مشخص شده است)**
- ✓ **تولید یک خودروی به روز با قیمت مناسب برای طبقات متوسط جامعه (در نمودار، با مربع مشخص شده است)**
- ✓ **تولید نسل جدیدی از پفک نمکی با طعم میوه (در نمودار با مثلث مشخص شده است)**

با توجه به شاخص های مطرح شده و اطلاعاتی که در مورد کشورمان دارید، کدام نمودار وضعیت سه فناوری مذکور را در نمودار جذابیت)امکانپذیری بهتر نشان می دهد؟

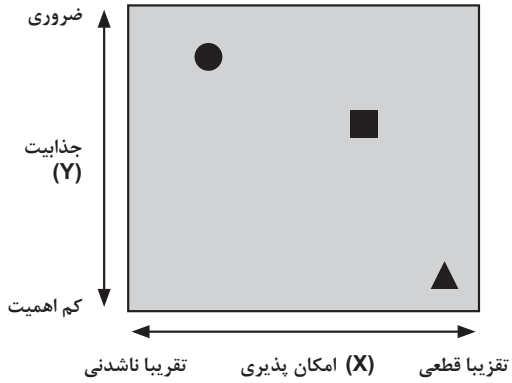
۱)



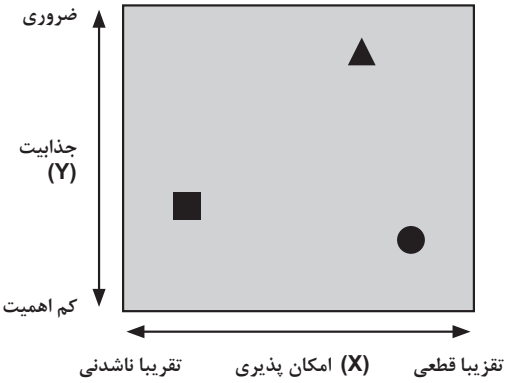
۲)



۳)

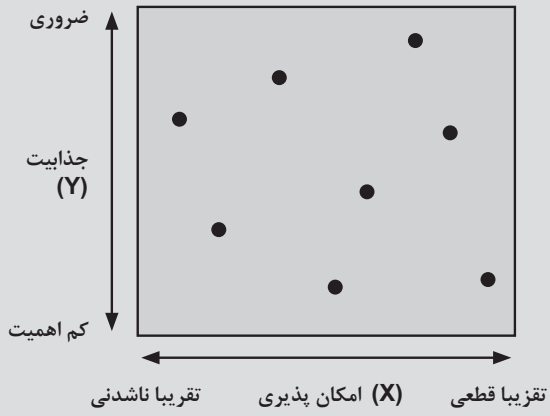


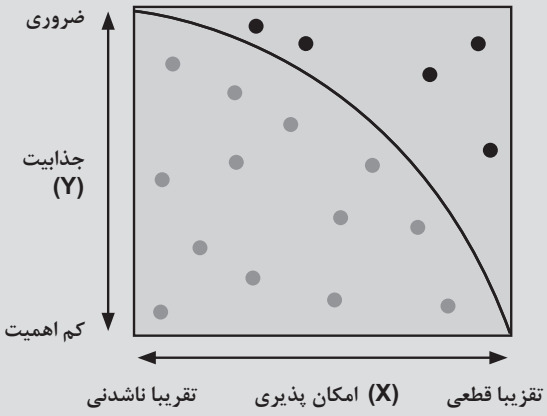
۴)



با توجه به متن زیر به سؤالات ۵۹ و ۶۰ پاسخ دهید.

هر کشور با توجه به وضعیت خود، قیدی را برای تشخیص فناوری‌های دارای اولویت تعیین می‌کند. این قید می‌تواند به صورت یک نیم‌دایره یا خط مورب در نمودار نشان داده شود (شکل زیر را ببینید). در این صورت فناوری‌هایی که بالا و سمت راست قید قرار بگیرند، دارای اولویت، تشخیص داده می‌شوند.





شکل: نمودار جذابیت- امکان‌پذیری

با توجه به نمودار جذابیت-امکان‌پذیری، فناوری‌هایی وجود دارند که امکان‌پذیر هستند، ولی اهمیت خاصی ندارند (گوشه راست، پایین)؛ همین طور فناوری‌هایی وجود دارند که بسیار پراهمیت و ضروری هستند، اما دستیابی به آنها امکان‌ناپذیر است (گوشه چپ، بالا). فناوری‌هایی که در منطقه بالا و سمت راست نمودار قرار بگیرند، هم دارای جذابیت و هم دارای امکان‌پذیری زیاد هستند و در نتیجه بیشترین اولویت را برای سرمایه‌گذاری دارند. در مقابل، منطقه پایین و چپ نمودار بدترین موقعیت را برای یک فناوری نشان می‌دهد. فرض کنید که در نمودار جذابیت-امکانپذیری به جذابیت و امکانپذیری به هر فناوری، نمره ای بین ۰ تا ۵ داده شود؛ و قید اولویت گذاری مطابق با شکل بالا به صورت یک ربع دایره مشخص شده باشد. علاوه بر این، فرض کنید که پس از انجام یک مطالعه اولویت گذاری، به سه فناوری به ترتیب زیر نمره داده شده باشد:

شماره و عنوان فناوری	امتیاز امکانپذیری	امتیاز جذابیت
۱) تولید نانوذرات آنتی باکتریال	۴,۵	۲
۲) تولید میکروسکوپ های مقیاس نانو	۳,۵	۳,۵
۳) تولید نانوداروهای هوشمند	۲,۵	۴

۵۹. در این صورت، فناوری دارای اولویت کدام است؟

۱) ۱

۲) ۲

۳) ۳

۴) هیچ کدام از فناوری ها دارای اولویت نیستند.

۶۰. محل یک فناوری در نمودار جذابیت- امکانپذیری تحت تاثیر کدامیک از عوامل زیر نیست؟

۱) قید تعیین شده برای انتخاب فناوری های دارای اولویت

۲) زمان انجام مطالعه اولویت گذاری

۳) وضعیت کشورهای رقیب

۴) نیازهای کشور