یاحق...

المپیادی شدن رؤیا نیست

از اول تا آخرش باهاتیم

آیریسک

کانون دانش‌پژوهان ایران

دفترچه سؤالات مرحله دوم

سیزدهمین المپیاد علوم و فناوری نانو

سال برگزاری	تعداد سؤالات	زمان پاسخ‌گویی
۱۴۰۱	۲۰+۶	۱۲۰ دقیقه

توضیحات مهم

استفاده از هر نوع ماشین‌حساب مجاز است.

۱. سؤالات این آزمون به دو شکل تشریحی و تستی در دو دفترچه جداگانه طراحی شده‌اند، این دو دفترچه همزمان در اختیار شرکت‌کنندگان قرار می‌گیرد.

۲- پاسخ‌نامه به صورت نیمه‌کامپیوتری تصحیح می‌شود، بنابراین از مچاله و کثیف کردن آن جداً خودداری نمایید.

۳- مشخصات خود را با اطلاعات بالای هر صفحه پاسخ‌نامه تطبیق دهید. در صورتی‌که حتی یکی از صفحات با مشخصات شما هم‌خوانی ندارد، بلافاصله مراقبین را مطلع نمایید.

۴- پاسخ هر سؤال تشریحی را در محل تعیین شده خود در پاسخ‌برگ بنویسید. چنانچه همه یا قسمتی از جواب سؤال را در محل پاسخ سوال دیگری بنویسید، به شما نمره‌ای تعلق نمی‌گیرد.

۵- پاسخ‌های غلط در سؤالات تشریحی، نمره‌ی منفی ندارد و هر سؤال تشریحی ۱۰ نمره دارد.

۶- با توجه به این‌که برگه‌های پاسخ‌نامه به نام شما صادر شده است، امکان ارائه هیچ‌گونه برگه اضافه وجود نخواهد داشت. لذا توصیه می‌شود ابتدا سؤالات را در برگه چرک‌نویسی، حل کرده و آنگاه در پاسخ‌نامه پاک‌نویس نمایید.

۷- عملیات تصحیح دفترچه تشریحی توسط مصححین، پس از قطع سربرگ، به صورت ناشناس انجام خواهد شد. لذا از درج هرگونه نوشته یا علامت مشخصه که نشان‌دهنده صاحب برگه باشد، خودداری نمایید. در غیر این صورت تقلب محسوب شده و در هر مرحله‌ای که باشید از ادامه حضور در المپیاد محروم خواهید شد.

۸- از مخدوش کردن بارکدها و دایره‌های چهارگوشه پاسخ‌نامه خودداری کنید. در غیر این صورت برگه شما تصحیح نخواهد شد.

۹- همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه، ساعت هوشمند، دستبند هوشمند و لپ‌تاب ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد تقلب محسوب خواهد شد.

۱۰- شرکت‌کنندگان در دوره تابستان از بین دانش‌آموزان پایه دهم و یازدهم و دوازدهم انتخاب می‌شوند.

۱۱- دفترچه‌ها باید همراه پاسخ‌نامه تحویل داده شوند.

۱۲- پاسخ نهایی سؤالات تشریحی تنها بخشی از نمره‌ی کامل را شامل می‌شود، لذا روند نوشتن پاسخ تشریحی و درج تمام فرضیات، پیش‌نیازهای لازم و صحیح برای رسیدن به پاسخ نهایی ضروری است و در صورت اشتباه بودن توضیحات، پاسخ نهایی پذیرفته نخواهد شد.

۱۳- برای پاسخ به سؤالات تشریحی، به موارد خواسته شده دقت نمایید. هر کدام از موارد، نمره مختص به خود را دارد و در صورت عدم پاسخ‌دهی به موارد خواسته شده، امتیاز آن بخش کسر خواهد شد.

سؤالات مرحله دوم المپیاد علوم و فناوری نانو سال ۱۴۰۱

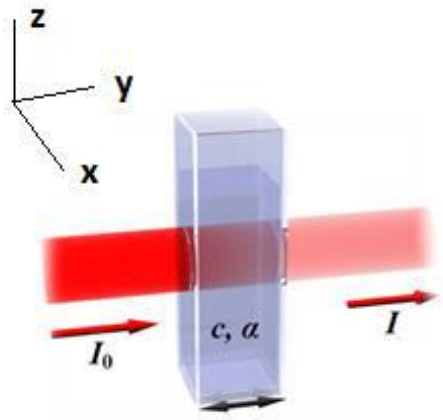
بخش سؤالات تستی:

۱- فرض کنید اکسید رونیوم با قرارگیری ۸ اتم رونیوم در رئوس یک سلول واحد و ۱۲ اتم اکسیژن در اضلاع آن متبلور می‌شود. فرمول شمیایی این ترکیب چگونه خواهد بود؟

۱) ReO ۲) Re_2O_3

۳) ReO_3 ۴) ReO_3

۲- یکی از روش‌های مرسوم برای تخمین غلظت یک محلول نامعلوم، استفاده از آزمون طیف‌سنجی نور مرئی- فرابنفش (UV-Vis) است. در این آزمون، محلولی با غلظت C درون یک محفظه شیشه‌ای با عرض L در معرض نوری با شدت I قرار می‌گیرد و با استفاده از یک رابطه ساده ریاضی، غلظت محلول به میزان جذب نور تابیده شده توسط ماده نسبت داده می‌شود. آزمایشگاهی، دو نمونه محلول با دو غلظت متفاوت C_1 و C_2 را مورد آزمایش قرار داد و میزان جذب نور در نمونه دومی را دو برابر نمونه اولی تخمین زد. اپراتور برای انجام آزمون بر روی نمونه اولی، محفظه نشان داده شده در شکل زیر را در جهت محور y و برای نمونه دومی، در جهت محور X در معرض پرتوی تابشی قرار داده است. اگر طول ضلع محفظه شیشه‌ای در جهت y، چهار برابر طول ضلع محفظه در جهت x بوده و ضریب جذب هر دو محلول به صورت تابع $\alpha = 2C^2$ قابل تخمین زدن باشد، کدامیک از گزاره‌های زیر در مورد غلظت دو نمونه صحیح است؟



۱) غلظت محلول اول بیشتر از محلول دوم است.

۲) غلظت محلول اول تقریباً با محلول دوم برابر است.

۳) غلظت محلول اول کمتر از محلول دوم است.

۴) به دلیل یکسان نبودن ابعاد محفظه شیشه‌ای، نمی‌توان اظهارنظر کرد.

محاسبات و نکته‌های مهم

۳- در روش هیدروترمال و لیتوگرافی، از قالب (template) برای اهداف مختلفی استفاده می‌شود تا محصول مورد نظر با دقت مطلوبی تهیه شود. کدام گزینه، نقش قالب را در روش هیدروترمال و لیتوگرافی به درستی بیان می‌کند (به ترتیب)؟

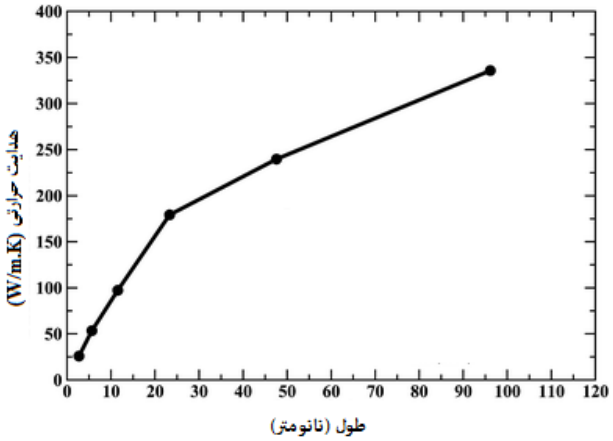
۱) بستر مناسب برای شکل‌گیری نانوذرات و کنترل دقیق ابعاد و مورفولوژی آن‌ها- محدود کردن رشد ذرات

۲) قالب‌گیری محصول واکنش برای ایجاد شکل هندسی مورد نظر- ایجاد الگوی فیزیکی مورد نظر روی سطح

۳) بستر مناسب برای شکل‌گیری نانوذرات و کنترل دقیق ابعاد و مورفولوژی آن‌ها- ایجاد الگوی فیزیکی مورد نظر روی سطح

۴) ایجاد الگوی فیزیکی مورد نظر روی سطح- محدود کردن رشد ذرات

۴- دو گروه تحقیقاتی در شرکت تولید قطعات الکترونیکی، به منظور انتقال حرارت دستگاه و کاهش حرارت آن، از دو نوع نانو لوله کربنی A (با طول ۲۰ نانومتر) و B (با طول ۴۰ نانومتر) در بدنه قطعات تولیدکننده حرارت استفاده کرده‌اند. شکل زیر میزان تأثیر طول نانولوله کربنی بر هدایت حرارتی (گرمایی) را نشان می‌دهد. کدام گزینه در مورد عملکرد نانولوله‌های کربنی در دستگاه درست است؟



۱) عملکرد بهترین نوع A با بردار کایرال (۷ و ۱۷) نسبت به نوع B با بردار کایرال (۷ و ۱۳)

۲) عملکرد بهتر نوع B با بردار کایرال (۷ و ۱۷) نسبت به نوع A با بردار کایرال (۷ و ۱۳)

۳) عملکرد بهتر نوع A با بردار کایرال (۷ و ۱۳) نسبت به نوع B با بردا کایرال (۷ و ۱۷)

۴) عملکرد بهتر نوع B با بردار کایرال (۷ و ۱۳) نسبت به نوع A با بردار کایرال (۷ و ۱۷)

محاسبات و نکته‌های مهم

۵- در یک شبکه بلوری، ارتباط معناداری بین غلظت جاهای خالی اتمی و دما وجود دارد به طوری که با افزایش دمای ماده، چگالی جاهای خالی اتمی به طور نمایی افزایش می‌یابد. رابطه زیر برای تخمین انرژی فعال‌سازی واکنش تشکیل جاهای خالی اتمی در دمای مشخص T ارائه شده است $(e = ۲/۷)$:

$$\frac{n_{\cdot}}{n_{total}} = Ae^{-\frac{Q}{RT}}$$

که در این رابطه، $n_{\cdot}$ و n_{total} به ترتیب تعداد جاهای خالی و تعداد اتم‌های تشکیل‌دهنده شبکه بلوری، A ثابت معادله، R ثابت گازها، T دما برحسب کلوین، و Q انرژی لازم برای تشکیل یک جای خالی اتمی در شبکه بلوری است. سه شبکه بلوری مکعبی ساده، شبکه مکعبی مرکز پر (BCC)، و شبکه مکعبی وجوه پر (FCC) را در نظر بگیرید که در آن‌ها، فاصله متوسط هر جای خالی از جای خالی مجاور خود، حدود ۱۰۰۰ برابر ثابت سلول واحد شبکه بلوری است. کدامیک از گزینه‌ها، مقادیر انرژی فعال‌سازی فرآیند تشکیل جای خالی را برای این سه شبکه بلوری به درستی با یکدیگر مقایسه می‌کند؟

۱) $SC < BCC < FCC$

۲) $FCC < BCC < SC$

۳) $BCC < FCC < SC$

۴) $SC < FCC < BCC$

۶- پژوهشگری برای تولید کلوئید نانوذرات C، از واکنش بین دو ترکیب A و B به شرح زیر استفاده می‌کند.

$$A(aq) + ۳\,B(aq) = C$$

جرم مولی دو ترکیب A و B برابر است و پیشروی واکنش تا زمانی که نسبت غلظت دو ترکیب A و B حل شده در آب به ۰/۳ برسد، ادامه خواهد داشت.

این پژوهشگر برای سنتز محصول، به ترتیب ۱۵ و ۶۰ میلی‌گرم از ترکیبات جامد A و B را به ۱۰۰ گرم آب داخل همزن با دمای $۸۰^{\circ}C$ اضافه می‌کند. میزان حلالیت دو ماده A و B در ۱۰۰ گرم آب $۸۰^{\circ}C$، به ترتیب ۵ و ۱۰ میلی‌گرم است. پس از اتمام فرایند سنتز، محصول از فیلتر صافی عبور داده می‌شود. غلظت کلوئید نانوذرات C به دست آمده و همچنین مقدار رسوب جدا شده توسط فیلتر صافی کدام است؟

۱) ۶۰۰ ppm، ۱۵ میلی‌گرم

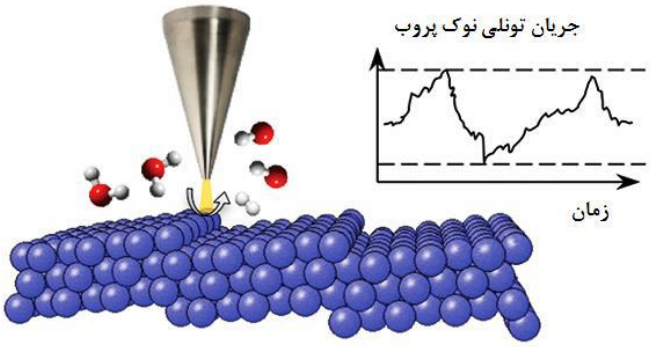
۲) ۴۸۰ ppm، ۱۴ میلی‌گرم

۳) ۶۰۰ ppm، ۵ میلی‌گرم

۴) ۴۸۰ ppm، ۲۷ میلی‌گرم

محاسبات و نکته‌های مهم

۷- در برخی از کاربردهای پیشرفته نانوالک ترونیکی لازم است واکنش شیمیایی خاصی در ابعاد ملکولی بر روی یک زیرلایه ویژه به صورت کاملاً کنترل شده انجام شود. یکی از روش‌های مرسوم برای پیشبرد چنین واکنش‌هایی، استفاده از میکروسکوپ تونلی روبشی (STM) است. برای این کار، جز آغازگر واکنش بر روی پروب میکروسکوپ قرار گرفته و به سطح نزدیک می‌شود تا در اثر جریان تونلی ایجاد شده بین نمونه و نوک پروب، واکنش مربوطه در ابعاد چند ملکول انجام شود (شکل زیر). به نظر شما، کدامیک از روش‌های زیر برای ارزیابی میزان پیشبرد چنین واکنش‌هایی مناسب‌تر است؟



۱) آزمون طیف‌سنجی تبدیل فوریه مادون قرمز (FTIR)

۲) میکروسکوپ الکترونی عبور (TEM)

۳) میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)

۴) طیف‌سنجی نور مرئی- فرابنفش (UV-Vis)

۸- پژوهشگری با استفاده از فرآیند جوانه‌زنی و رشد توانسته است و دو نوع ذره نقره با مورفولوژی یکسان سنتز کند. در سنتز نمونه اول، سرعت جوانه‌زنی بسیار بیشتر از سرعت رشد بوده و در نمونه دوم، سرعت رشد به طور قابل توجهی بیشتر از سرعت جوانه‌زنی بوده است. او برای مطالعه ترکیب فازی نمونه‌ها، از الگوی پراش الکترونی میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) استفاده کرد. به نظر شما، کدامیک از الگوهای پراش زیر نمی‌تواند به ترتیب مربوط به نمونه اول و دوم باشد؟

۱) الگوی پراش نفوذی یا هاله‌های پخشیده (diffusive ring pattern)- الگوی پراش نقطه‌ای

۲) الگوی پراش حلقه‌ای- الگوی پراش نفوذی یا هاله‌های پخشیده (diggusive ring pattern)

۳) الگوی پراش حلقه‌ای- الگوی پراش نقطه‌ای

۴) الگوی کیکوچی- الگوی حلقه‌ای

محاسبات و نکته‌های مهم

۹- برخی از ملکول‌های پلیمری در اثر تحریک عامل خارجی، چیدمان فضایی خود را به طور خود به خودی تغییر می‌دهند و آرایش جدیدی به خود می‌گیرند. به این پدیده، تغییر کانفورماسیون فضایی ملکول (Conformation) گفته می‌شود. از این پدیده برای ایجاد ساختار پلیمری خودآرا استفاده می‌شود. سه نوع مولکول پلیمری A، B و C را در نظر بگیرید که اولی در حضور اشعه ایکس، دومی در اثر اعمال نیروی مکانیکی خارجی، و سومی در اثر عبور جریان الکتریکی پرقدرت، آرایش فضایی خود را تغییر می‌دهد. اگر بخواهید لایه نازک خودآرایی شده از این پلیمرها را روی یک سطح صلب به وجود آورید، استفاده از کدام تجهیز زیر را برای نمونه‌های A، B و C پیشنهاد می‌کنید (به ترتیب از راست به چپ)؟

۱) میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)- میکروسکوپ تونلی روبشی (STM)- میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)

۲) میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)- میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)- میکروسکوپ تونلی روبشی (STM)

۳) میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)- میکروسکوپ تونلی روبشی (STM)- میکروسکوپ نوری

۴) میکروسکوپ تونلی روبشی (STM)- میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)- میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)

۱۰- در برخی از کاربردهای صنعتی، دمای یک قطعه یا ابزار باید در یک محدوده دمایی بسیار باریک قرار داشته باشد. به نظر شما، کدامیک از مواد زیر برای این دسته از کاربردها مناسب است؟

۱) مواد ترموالکتریک ۲) مواد تغییر فاز دهنده ۳) الکتروکرومیک ۴) مواد ترومکانیک

۱۱- در حالت مذاب یا محلول، اتم‌ها به صورت شناور و بدون هیچ نظم خاصی در کنار یکدیگر قرار دارند اما به محض کاهش دما تا یک سطح بحرانی، تمایل به چسبیدن به یکدیگر و تشکیل جوانه‌های بسیار کوچک در مقیاس اتمی پیدا می‌کنند. به این خوشه‌های اتمی، نطفه (embryo) نیز گفته می‌شود. نطفه‌ها بسیا ناپایدار هستند و با کوچک‌ترین تلاطمی در محیط پیرامونی، از یکدیگر گسسته می‌شوند. می‌توان یک شعاع بحرانی برای نطفه تعریف کرد که در آن، نطفه نه تنها پایدار خواهد بود بلکه می‌تواند با جذب اتم‌های اطراف خود، به رشد خود ادامه دهد. از نظر ترمودینامیکی، نطفه زمانی به اندازه بحرانی خود می‌رسد که انرژی حجمی آن (به عنوان نیروی پایدار کننده) بتواند بر انرژی سطحی خوشه اتمی (به عنوان نیروی ناپایدار کننده) غلبه کند و سطح انرژی آزاد سیستم را کاهش دهد. کدام گزینه شعاع بحرانی یک جوانه پایدار را به درستی نشان می‌دهد؟

$\gamma : J/m^2$

$\Delta G_{\text{حجمی}} : J/m^3$

۱) $\frac{-3\gamma_{\text{سطحی}}}{\Delta G_{\text{حجمی}}}$ ۲) $\frac{-4\gamma_{\text{سطحی}}}{\Delta G_{\text{حجمی}}}$ ۳) $\frac{-\gamma_{\text{سطحی}}}{\Delta G_{\text{حجمی}}}$ ۴) $\frac{-2\gamma_{\text{سطحی}}}{\Delta G_{\text{حجمی}}}$

محاسبات و نکته‌های مهم

۱۲- امروزه یکی از فناوری‌های مورد استفاده برای پاکسازی خاک و زمین‌های کشاورزی از حضور عناصر فلزی سنگین، افزودن آهن صفر ظرفیتی به خاک به شکل کلوئید پایدار است. این ذرات می‌توانند با انجام واکنش‌های شیمیایی یا جذب فیزیکی- شیمیایی آلاینده، خاک را تصفیه کنند. با این حال، استفاده از این ماده چندین چالش مهم در پی دارد که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

(الف) اکسایش سریع پوسته بیرونی ذرات آهن صفر ظرفیتی در اثر رطوبت خاک و کاهش فعالیت گندزدایی آن؛

(ب) آگلومراسیون سنگین ذرات آهن صفر ظرفیتی در حین کلوئیدسازی؛

(ج) باقی ماندن رسوبات تشکیل شده در خاک پس از واکنش بین آهن صفر ظرفیتی و عناصر فلزات سنگین.

برای رفع این چالش‌ها به ترتیب چه راهکارهای عملی را پیشنهاد می‌کنید؟

۱) اصلاح سطحی ذرات با استفاده از سورفکتات‌ها یا عوامل فعال سطحی- پوشش‌دهی سطح ذرات با اکسیدهای فلزی یا فلزات نجیب- استفاده از فناوری میکروفیلتراسیون و نانوفیلتراسیون

۲) ایجاد شرایط لازم برای واکنش آهن صفر ظرفیتی با فلزات نجیب قبل از افزودن به خاک- پوشش‌دهی سطح ذرات با اکسیدهای فلزی یا فلزات نجیب- راهکار عملی خاصی وجود ندارد.

۳) احیای پوسته اکسیدی با گاز نیتروژن قبل از افزودن به بستر خاک- اصلاح سطحی ذرات با استفاده از سورفکتات‌ها یا عوامل فعال سطحی- شستشوی عمقی خاک پس از پاکسازی آن با آهن صفر ظرفیتی

۴) پوشش‌دهی سطح ذرات با اکسیدهای فلزی یا فلزات نجیب- اصلاح سطحی ذرات با استفاده از سورفکتات‌ها یا عوامل فعال سطحی- راهکار عملی خاصی وجود ندارد.

۱۳- شرکتی اقدام به تولید و عرضه کرم ضد آفتاب کرده است اما آثار سفیدی باقیمانده از آن بر روی پوست به سرعت موجب نارضایتی بسیاری از مشتریان شده است. این شرکت قصد دارد با بهینه‌سازی فرمولاسیون، کرم ضد آفتاب شفافی را تولید کند که هم ماندگاری بالاتری روی پوست داشته باشد و هم لکه‌های سفید بر روی آن به جای نگذارد. شما چه راهکاری را برای رفع این مشکل پیشنهاد می‌کنید؟

۱) استفاده از ذرات اکسید روی به جای اکسید تیتانیوم

۲) استفاده از پرکننده در فرمولاسیون

۳) افزایش ابعاد ذرات مورد استفاده

۴) استفاده از نانوذرات اکسید تیتانیوم

محاسبات و نکته‌های مهم

۱۴- در یک وسیله تفریحی در شهربازی، دو سر یک سیم نازک فلزی به دیواره‌های روبرویی یک محفظه فلزی متصل شده است. در اثر وصل کردن کلید برق، سیم به یکباره از خود نور ساطع کرده و ناگهان پاره می‌شود. به نظر شما، دلیل این پدیده چیست؟

۱) سیم در اثر عبور جریان داغ شده و دچار پارگی می‌شود.

۲) سیم از جنس ماده الکتروکرومیک ساخته شده است.

۳) سیم از جنس ماده تغییر فاز دهنده (PCM) ساخته شده است.

۴) سیم از جنس آلیاژ حافظه‌داری با خاصیت فوتولومینیسانس ساخته شده است.

۱۵- یکی از کاربردهای لایه‌های نازک نیمه رسانا، ساخت حسگرهای گاز است. در این نوع از حسگرها، رسانایی الکتریکی لایه نازک در حضور گاز تغییر می‌کند و همین تغییر رسانایی مبنای سنجش و تشخیص گاز مورد نظر می‌شود. در واقع اگر گاز مورد نظر در محیط باشد، رسانایی لایه نازک بکار رفته در حسگر تغییر می‌کند و به ما اعلام می‌کند که گاز در محیط وجود دارد.

یکی از پارامترهایی که در ارزیابی عملکرد حسگرهای گاز اهمیت دارد، حساسیت حسگر است. در برخی از حسگرهای گاز که با استفاده از لایه‌های نازک نیمه رسانا ساخته می‌شوند، حساسیت حسگر به‌صورت نسبت رسانایی حسگر در حضور گاز به رسانایی حسگر در محیط مرجع (محیطی که گاز موردنظر در آنجا وجود ندارد) تعریف می‌گردد. با این توضیح، استفاده از کدام گزینه موجب ساخت حسگر گازی با حساسیت بیشتر می‌گردد؟

۱) استفاده از لایه نازک با ضخامت کمتر از طول پویش آزاد میانگین آن

۲) استفاده از لایه نازک منسجم

۳) استفاده از لایه نازک متخلخل

۴) استفاده از لایه نازک با ضخامت میکرومتری

محاسبات و نکته‌های مهم

۱۶- معمولاً پساب‌های صنعتی حاوی غلظت‌های بالایی از ذرات معلق جامد، ترکیبات معدنی و آلی، رنگ‌ها و فلزات سنگین هستند که باید قبل از رهاسازی در طبیعت، تا حد خوبی تصفیه شوند. یکی از مراحل تصفیه این پساب‌ها، دمش هوا به داخل آن‌ها است. به نظر شما هدف از این فرآیند چیست و برای چه نوع پساب‌هایی کاربرد دارد؟

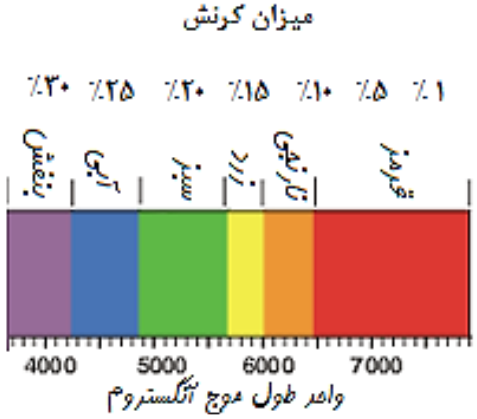
۱) رشد باکتری‌های هوازی- پساب‌هایی با غلظت بالای آلاینده‌های آلی

۲) رشد باکتری‌های هوازی- پساب‌هایی با غلظت بالای نانوذرات معدنی

۳) جمع‌آوری آلاینده‌های معلق از سطح پساب- پساب‌هایی با غلظت بالای ذرات معلق

۴) جمع‌آوری آلاینده‌های معلق از سطح پساب- پساب‌هایی با غلظت بالای فلزات سنگین

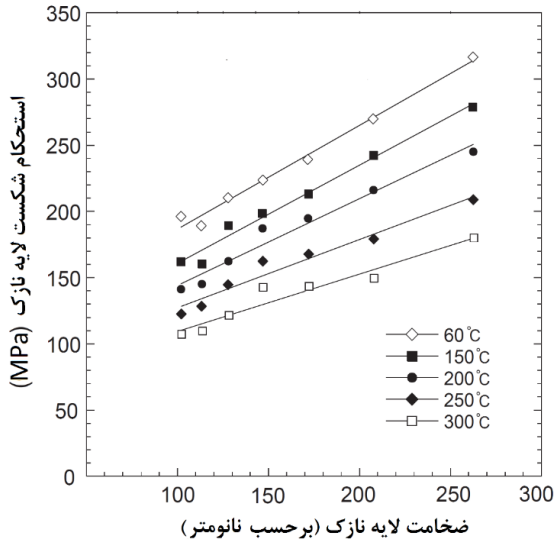
۱۷- یک میله پلیمری با خاصیت مکانوکرومیک را در نظر بگیرید که سطح مقطع آن دایره‌ای به قطر ۶ میلی‌متر است و با نیروی ۳ کیلونیوتن کشیده می‌شود. با توجه به شکل زیر که ارتباط بین میزان کرنش اعمال شده به این پلیمر و طیف نور رنگی ساطع شده از آن را نشان می‌دهد، میله پلیمری به چه رنگی در خواهد آمد؟ مدول الاستیک این پلیمر ۲ گیگاپاسکال است.



۱) قرمز ۲) زرد ۳) سبز ۴) آبی

۱۸- فرض کنید لایه نازکی از جنس یک ماده ترد با ضخامت ۲۰۰ نانومتر روی یک زیرلایه فلزی انعطاف‌پذیر لایه‌نشانی شده است. این پوشش قرار است در یک محیط گرم و در معرض نوسانات دمایی قابل توجه بین T_1 (۴۰ درجه سانتی‌گراد) و T_2 (دمای سرویس) قرار داده شود. تفاوت خواص انبساط حرارتی زیرلایه و پوشش می‌تواند منجر به وارد شدن تنش مکانیکی به لایه نازک و شکست آن شود.

محاسبات و نکته‌های مهم



نمودار مقابل، استحکام شکست این لایه نازک را در دماها و ضخامت‌های مختلف نشان می‌دهد. اگر ضریب انبساط حرارتی طولی زیرلایه و لایه نازک به ترتیب $۲۰/۵ \times ۱۰^{-۶}$ و ۵×۱۰^{-۷} بر درجه سانتی‌گراد بوده و مدول‌الاستیک لایه نازک حدود ۱۰۰ گیگاپاسکال باشد، بالاترین دمایی که این سیستم می‌تواند بدون شکست در سرویس ایفای نقش کند، چقدر است؟

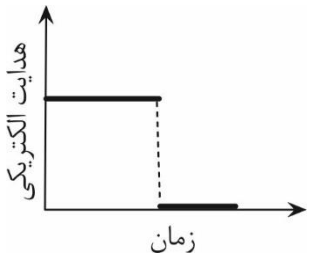
۱) ۶۰ درجه سانتی‌گراد

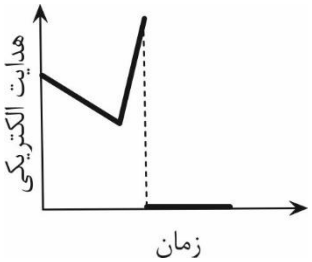
۲) ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد

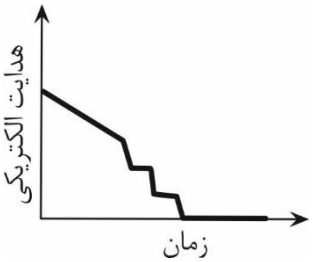
۳) ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد

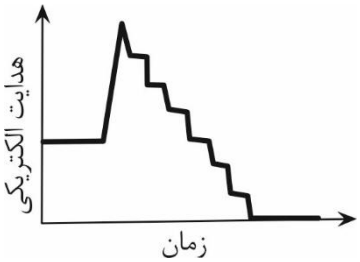
۴) ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد

۱۹- یک سیم رسانای کاملاً انعطاف‌پذیر، با سرعت یکنواخت کشیده می‌شود، تا بتدریج نازک شده و در شعاع کمتر از یک نانومتری پاره شود. هدایت الکتریکی سیم در حین فرایند در ولتاژ مناسب و با دقت کافی اندازه‌گیری می‌شود. هدایت الکتریکی در حین فرایند کشش در محدوده نانومتری تا پاره شدن سیم چگونه تغییر می‌کند؟

۱)


۲)


۳)


۴)


محاسبات و نکته‌های مهم

۲۰- روش‌های مختلفی برای تخمین خواص کامپوزیت‌های زمینه فلزی توسعه یافته است، که از معروف‌ترین آن‌ها می‌توان به قانون مخلوط‌ها اشاره کرد. براساس این قانون، استحکام مکانیکی یک کامپوزیت، از حاصل جمع استحکام مکانیکی زمینه و ذره تقویت‌کننده به نسبت کسر حجمی آن‌ها به دست می‌آید. به بیان ریاضی:

$$\text{استحکام مکانیکی کامپوزیت} = X_m\sigma_m + X_r\sigma_r$$

در این معادله، X_m و X_r به ترتیب کسر حجمی زمینه و ذره تقویت کننده، و σ_m و σ_r به ترتیب استحکام زمینه و ذره تقویت کننده است. پژوهشگری نانولوله کربنی تک جداره را در زمینه آلومینیومی توزیع کرده و با استفاده از روش‌های متراکم‌سازی، کامپوزیت یکپارچه‌ای به دست آورده است. نتایج استحکام مکانیکی نمونه ساخته شده به طور قابل توجهی پایین‌تر از مقدار محاسبه شده با استفاده از قانون مخلوط‌ها بوده است. به نظر شما کدامیک از موارد زیر نمی‌تواند دلیل این افت باشد؟

۱) چسبندگی بسیار ضعیف در فصل مشترک ذره و زمینه

۲) وجود تخلخل‌ها و حفره‌های متعدد در زمینه یا مجاورت ذرات تقویت‌کننده

۳) وقوع واکنش‌های ناخواسته

۴) توزیع تصادفی ذرات تقویت‌کننده در زمین

محاسبات و نکته‌های مهم

سؤالات مرحله دوم المپیاد علوم و فناوری نانو سال ۱۴۰۱

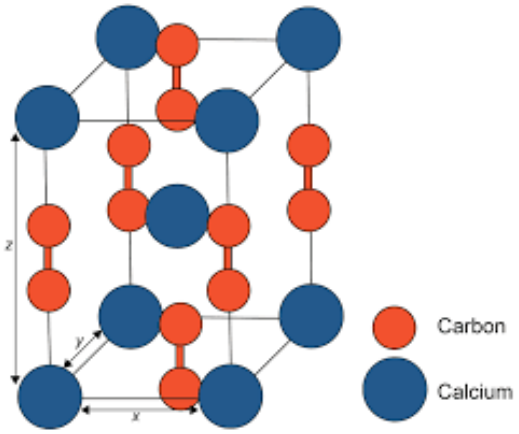
سؤالات تشریحی:

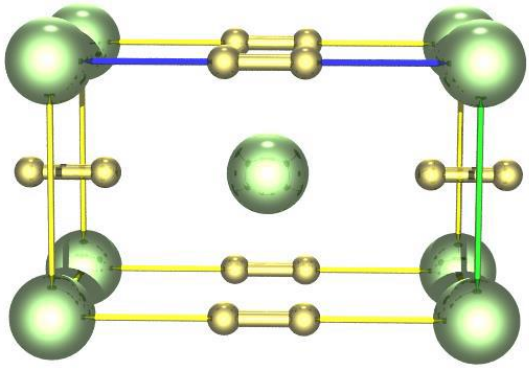
سؤال ۱- شکل‌های زیر، سلول واحد و آرایش اتمی ترکیب کلسیم کاربید را از دو نمای مختلف نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌کنید، اتم‌های کلسیم در رئوس و مرکز سلول واحد قرار گرفته‌اند اما برخی از اتم‌های کربن روی اضلاع سلول واحد و برخی دیگر در دو سوی وجوه بالایی و پایینی قرار گرفته‌اند. این شبکهٔ اتمی کاملاً فشرده بوده و اتم‌ها بر همدیگر مماس هستند.

۱) تعداد اتم‌های کلسیم و کربن متعلق به یک سلول واحد را تخمین بزنید.

۲) اگر شعاع اتمی کربن و کلسیم به ترتیب برابر ۰٫۰۷۷ و ۰٫۱۹۷ نانومتر باشد، طول ضلع سلول واحد در جهت محور x، y و z را برحسب آنگستروم تخمین بزنید.

۳) نسبت فضای اشغال شده توسط اتم‌های کربن به اتم‌های کلسیم در سلول واحد را محاسبه کنید.



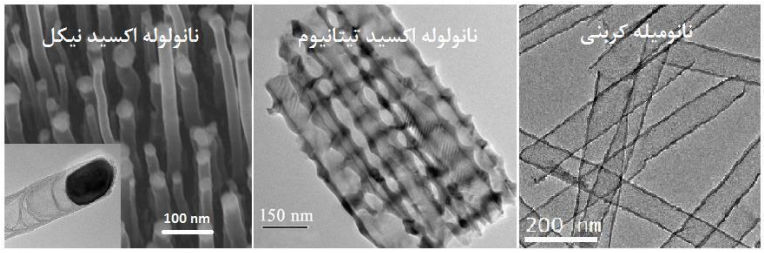


محاسبات و نکته‌های مهم

سؤال ۲- پژوهشگری قصد دارد نانولولهٔ اکسید تیتانیوم را سنتز کرده و از آن به عنوان حامل در فرآیند دارورسانی استفاده نماید. تخلخل سطحی در این نانولوله می‌تواند مزیتی برای این کاربرد باشد. با توجه به اطلاعات خود از فرآیند دارورسانی، روش‌های سنتز نانومواد و دانش مشخصه‌یابی مواد، به سؤالات زیر پاسخ دهید.

۱) به نظر شما، چگونه می‌توان نانولولهٔ اکسید تیتانیوم را سنتز کرد؟ مراحل سنتز را شرح دهید.

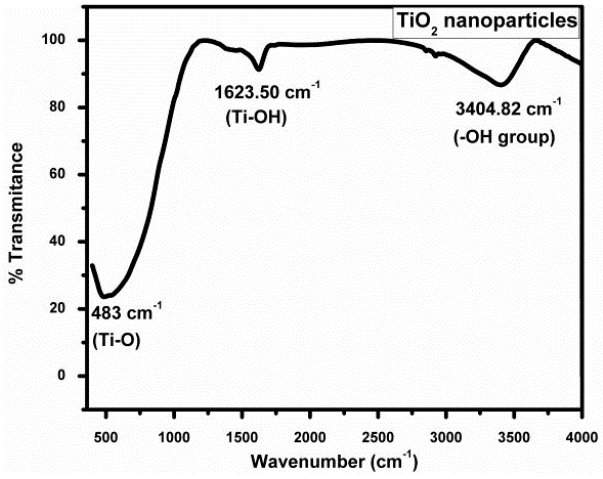
۲) تصاویر میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) نانومیلهٔ کربنی، نانولولهٔ اکسید تیتانیوم و نانولولهٔ اکسید نیکل در شکل زیر ارائه شده است. اگر قرار باشد از این مواد در طول فرآیند سنتز استفاده کنید، کدام ماده را ترجیح می‌دهید؟ دلیل خود را بیان کنید.



۳) اگر از پودر سنتز شده، آنالیز شیمیایی گرفته شود، انتظار دارید چه عناصری به عنوان ناخالصی شناسایی شوند؟ به نظر شما، خاستگاه این عناصر در پودر سنتز شده چیست؟

۴) اگر بخواهید ناخالصی‌های موجود را به طور کامل از سیستم حذف کنید، چه راهکاری را پیشنهاد می‌کنید؟

۵) نتایج آزمون FTIR از پودر سنتز شده در نمودار صفحهٔ بعد ارائه شده است که داده‌های به دست آمده از آنالیز شیمیایی را تایید نمی‌کند. توجیه شما برای این پدیده چیست و چه معنایی دارد؟



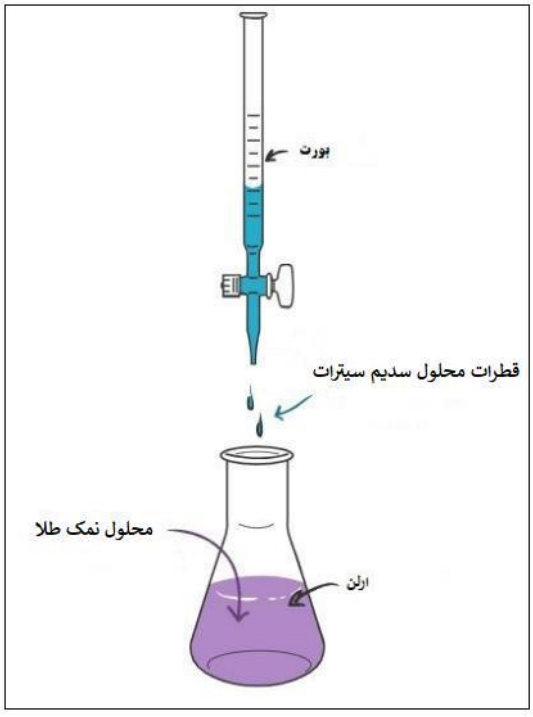
محاسبات و نکته‌های مهم

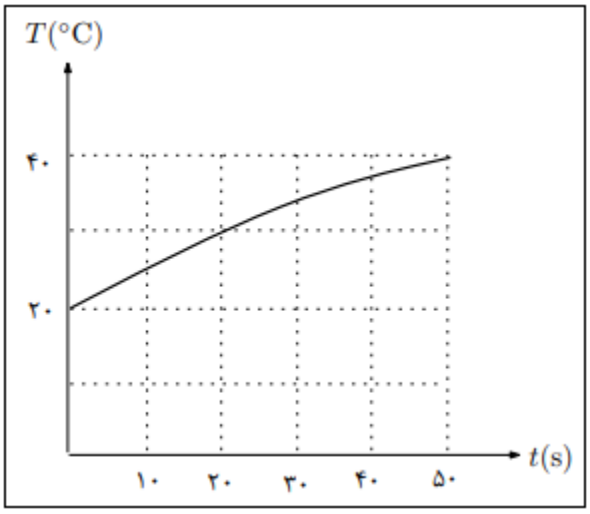
سؤال ۳- در فرایند سنتز کلوئید نانوذرات طلا به روش تورکویچ، سدیم سیترات (به عنوان عامل احیاکننده) را به آهستگی به محلول نمک طلا می‌افزاییم. ظرف حاوی محلول نمک طلا، دارای دمای T_0 است و از بالای ظرف، قطره‌های محلول سدیم سیترات با آهنگ ثابت در ظرف ریخته می‌شوند. فرض کنید دمای هر قطره موقع رسیدن به سطح محلول نمک طلا T_1 است و با ورود هر قطره، محلول درون ظرف به تعادل گرمایی می‌رسد (اختلاف ظرفیت گرمایی ویژه دو محلول نمک را ناچیز در نظر بگیرید). اگر شروع ریزش قطرات لحظه $t = 0$ و تغییرات دمای محلول بر حسب زمان مطابق شکل باشد:

۱) دمای T_0 را بیابید؟

۲) دمای T_1 را بیابید؟

۳) با رسیدن دمای محلول درون ظرف به $70^\circ C$، سنتز ذرات طلا آغاز خواهد شد. پس از گذشت چه زمانی از شروع ریزش قطرات، فرایند سنتز آغاز می‌شود؟

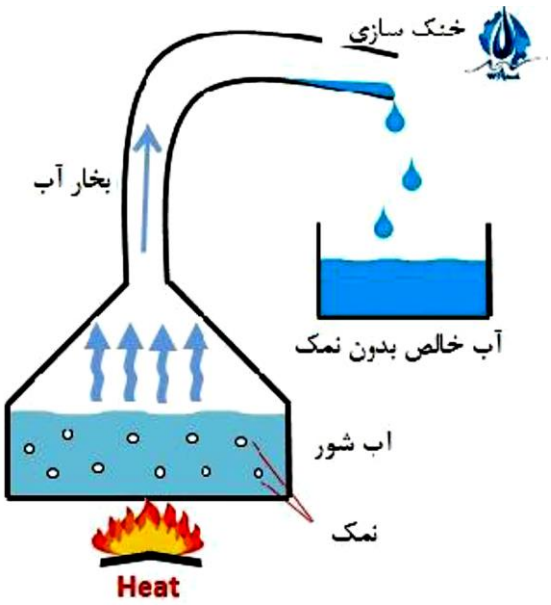




محاسبات و نکته‌های مهم

سؤالات مرحله دوم المپیاد علوم و فناوری نانو سال ۱۴۰۱

سؤال ۴- یکی از روش‌های شیرین‌سازی آب و حذف نمک محلول در آن، تبخیر آب در اثر حرارت دادن و میعان بعدی است. در این رویکرد، آب توسط یکی از منابع انرژی حرارت داده می‌شود تا به طور سطحی تبخیر شود. سپس توسط روش‌های مختلف، به فاز مایع تبدیل شده و در یک مخزن مجزا جمع‌آوری می‌شود. شمایی از این فرآیند در شکل زیر نشان داده شده است. امروز یکی از اساسی‌ترین مشکلات زیست محیطی شهرهای جنوبی کشورمان، دسترسی به آب شیرین سالم و با کیفیت است. با توجه به اطلاعات خود در زمینهٔ فناوری نانو و مهندسی سطح، به سؤالات زیر پاسخ دهید.



۱) فرض کنید که می‌خواهید برای شهروندان جنوبی کشورمان، یک آب شیرین کن خورشیدی بسازید. این دستگاه باید چگونه طراحی شود؟ شمایی از طرح خودتان را ارائه کنید و اجزای آن و نقش هر کدام را توضیح دهید.

۲) اگر بخواهید از اصلاح سطحی در حوزه فناوری نانو برای ساخت این محصول استفاده کنید، چگونه می‌توانید بازده دستگاه خود را افزایش دهید؟

۳) استفاده از یک غشار نانومتخلخل در دستگاه چه تأثیری می‌تواند روی بازده دستگاه و کیفیت آب خروجی داشته باشد؟ به نظر شما، این غشا بهتر است در کدام بخش دستگاه تعبیه شود (با ذکر دلیل)؟

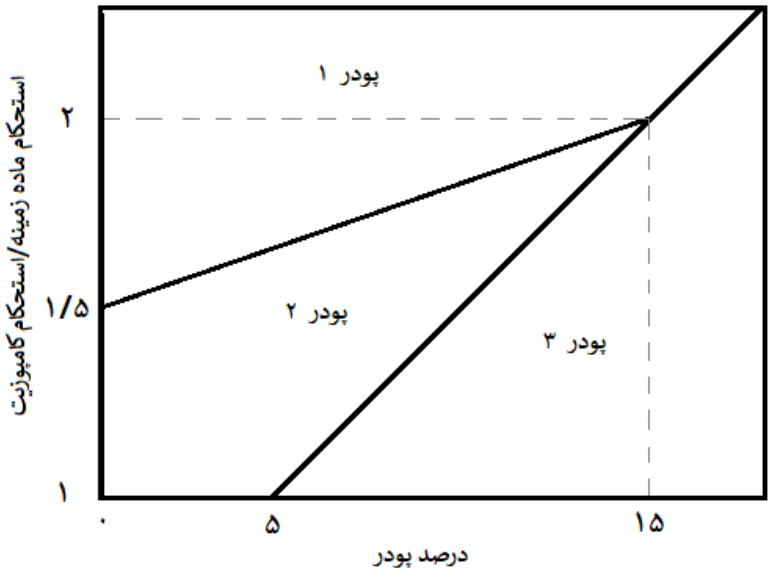
محاسبات و نکته‌های مهم

سؤالات مرحله دوم المپیاد علوم و فناوری نانو سال ۱۴۰۱

سؤال ۵- پژوهشگری به منظور تولید کامپوزیتی با فاز تقویت کننده مونت‌موری‌لونیت، مجاز به استفاده حداکثر ۲۰ درصد از فاز تقویت‌کننده است. این پژوهشگر پودر میکروذرات مونت‌موری‌لونیت را تهیه کرد و یکبار از طریق خردایش مکانیکی به پودر نانوذرات مونت‌موری‌لونیت و بار دیگر از طریق فرایند اصلاح شیمیایی و باز کردن صفحات قاعدهٔ شبکهٔ بلوری مونت‌موری‌لونیت به پودر نانورس تبدیل نمود. او از این سه نوع نمونهٔ پودری برای استحکام‌بخشی کامپوزیت خود استفاده کرد. براساس نتایج به دست آمده:

- افزودن کمتر از ۵ درصد میکروذرات، تأثیری بر افزایش استحکام نمونه کامپوزیتی ندارد.
- اگر مقدار پودر نانوذرات مصرف شده بیش از ۱۵ درصد باشد، میزان استحکام‌بخشی آن تفاوتی با همین مقدار میکروذرات ندارد.

۱) در نمودار زیر، مناطق مربوط به پودر میکروذرات، نانوذرات و نانورس مونت‌موری‌لونیت را مشخص کنید (شرح مختصر دلیل)؟



۲) در صورت استفاده از ۱۰ درصد پودر نانوذرات، انتظار حداقل چه میزان افزایش استحکام نسبت به ماده زمینه را دارید؟

۳) به منظور افزایش استحکام به میزان ۷۵ درصد نسبت به ماده زمینه، چند درصد نانوذرات مونت‌موری‌لونیت برای تولید نانوکامپوزیت و چند درصد میکروذرات مونت‌موری‌لونیت برای تولید کامپوزیت نیاز است؟

۴) به منظور افزایش استحکام به میزان ۱۸۰ درصد از کدام پودر باید استفاده شود؟

محاسبات و نکته‌های مهم

سؤال ۶- در روش‌های لایه نشانی فیزیکی یکی از روش‌های اندازه‌گیری ضخامت لایه‌ها استفاده از ضخامت‌سنج کوارتز است. در این ضخامت‌سنج از یک کریستال کوارتز برای اندازه‌گیری ضخامت استفاده می‌شود، کوارتز یک ماده پیزو الکتریک است که نوسانات آن تابع جرم است. با قرارگیری کریستال کوارتز در کنار زیرلایه از روی تغییرات نوسان می‌توان به میزان جرم ماده‌ای که روی آن نشسته و در نهایت ضخامت لایه پی برد.

در یک دستگاه لایه نشانی کندوپاش یونی (اسپاترینگ) از یک ضخامت‌سنج کوارتز برای اندازه‌گیری ضخامت لایه نازک مس استفاده شده است که در آن تغییرات نوسان کریستال کوارتز با معادله زیر به تغییرات جرم بستگی دارد.

$$\Delta m = c \cdot \Delta f$$

که در رابطه بالا Δf تغییرات نوسان کریستال کوارتز برحسب هرتز، c عددی ثابت و برابر با $(۲٫۶) \times ۱۰^{-۱۴}\ gr/cm^{۲}.Hz$ و Δm تغییرات جرم ماده در واحد سطح است، اگر در یک فرایند لایه نشانی لایه مس، تغییرات نوسان کریستال کوارتز برابر با ۵ گیگاهرتز باشد:

۱) در هر سانتی‌متر مربع از زیرلایه چند گرم مس لایه نشانی شده است؟

۲) ضخامت لایه نازک مس چند نانومتر است؟

(برای محاسبه فرض کنید که اتم‌های مس به صورت شبکه بلوری مکعبی وجوه پر متبلور می‌شوند.

شعاع اتمی مس = ۱۲۵ پیکومتر

جرم اتمی مس = $۱۰^{-۲۲}$ گرم)

محاسبات و نکته‌های مهم

بسمه تعالی

اگر این پاسخنامه برای به شما نیست، مسئول جلسه را آگاه کنید.

کلید المپیاد علوم و فناوری نانو

مرحله دوم ۱۴۰۱

نشر گاج

فقط یک گزینهٔ درست را برای هر سؤال با مداد سیاه تکمیل کنید:

صحیح: ● غلط: ⊘ ✓ ⊖ ⊖ ⊖ ✎

۱ ۱ ۲ ۳ ● ۵	۳۱ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۶۱ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۹۱ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۲ ۱ ۲ ● ۴ ۵	۳۲ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۶۲ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۹۲ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۳ ۱ ۲ ● ۴ ۵	۳۳ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۶۳ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۹۳ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۴ ۱ ۲ ۳ ● ۵	۳۴ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۶۴ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۹۴ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۵ ● ۲ ۳ ۴ ۵	۳۵ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۶۵ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۹۵ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۶ ۱ ۲ ● ۴ ۵	۳۶ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۶۶ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۹۶ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۷ ● ۲ ۳ ۴ ۵	۳۷ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۶۷ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۹۷ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۸ ۱ ۲ ۳ ● ۵	۳۸ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۶۸ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۹۸ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۹ ۱ ● ۳ ۴ ۵	۳۹ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۶۹ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۹۹ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۱۰ ۱ ● ۳ ۴ ۵	۴۰ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۷۰ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۱۰۰ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۱۱ ۱ ۲ ۳ ● ۵	۴۱ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۷۱ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۱۰۱ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۱۲ ۱ ۲ ۳ ● ۵	۴۲ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۷۲ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۱۰۲ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۱۳ ۱ ۲ ۳ ● ۵	۴۳ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۷۳ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۱۰۳ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۱۴ ۱ ۲ ۳ ● ۵	۴۴ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۷۴ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۱۰۴ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۱۵ ۱ ● ۳ ۴ ۵	۴۵ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۷۵ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۱۰۵ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۱۶ ● ۲ ۳ ۴ ۵	۴۶ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۷۶ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۱۰۶ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۱۷ ● ۲ ۳ ۴ ۵	۴۷ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۷۷ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۱۰۷ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۱۸ ۱ ۲ ● ۴ ۵	۴۸ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۷۸ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۱۰۸ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۱۹ ۱ ۲ ● ۴ ۵	۴۹ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۷۹ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۱۰۹ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۲۰ ۱ ۲ ۳ ● ۵	۵۰ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۸۰ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۱۱۰ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۲۱ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۵۱ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۸۱ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۱۱۱ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۲۲ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۵۲ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۸۲ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۱۱۲ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۲۳ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۵۳ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۸۳ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۱۱۳ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۲۴ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۵۴ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۸۴ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۱۱۴ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۲۵ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۵۵ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۸۵ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۱۱۵ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۲۶ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۵۶ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۸۶ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۱۱۶ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۲۷ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۵۷ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۸۷ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۱۱۷ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۲۸ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۵۸ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۸۸ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۱۱۸ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۲۹ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۵۹ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۸۹ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۱۱۹ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵
۳۰ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۶۰ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۹۰ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵	۱۲۰ ۱ ۲ ۳ ۴ ۵