باسمه تعالی

جمهوری اسلامی ایران

وزارت آموزش و پرورش

سازمان ملّی پرورش استعدادهای درخشان

مبارزهٔ علمی برای جوانان، زنده‌کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیّت‌هاست. «امام خمینی(ره)»

دفترچهٔ سؤالات مرحلهٔ اوّل سال ۱۴۰۲

پانزدهمین دورهٔ المپیاد علوم و فناوری نانو

کد دفترچه: ۱

تعداد سؤالات	مدّت آزمون
۲۵ سؤال	۱۲۰ دقیقه

نام: نام‌خانوادگی: شمارهٔ صندلی:

توضیحات مهم

استفاده از ماشین‌حساب مجاز است.

۱-کد دفترچهٔ سؤالات شما یک است. این کد را در محلّ مربوط روی پاسخ‌نامه با مداد پر کنید، در غیر این‌صورت پاسخ‌نامهٔ شما تصحیح نخواهدشد.

۲- بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالات داخل دفترچه و همهٔ برگه‌های دفترچهٔ سؤالات را بررسی نمایید، در صورت هرگونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسؤول جلسه را مطّلع کنید.

۳- یک برگ پاسخ‌نامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخّصات شما بر روی آن نوشته شده است، در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسؤول جلسه را مطّلع کنید. ضمناً مشخّصات خواسته شده در پایین پاسخ‌نامه را با مداد مشکی بنویسید.

۴-برگهٔ پاسخ‌نامه را دستگاه تصحیح می‌کند، پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و به علاوه، پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محلّ مربوط علامت بزنید. لطفاً خانهٔ مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.

۵-دفترچه باید همراه پاسخ‌نامه تحویل داده شود.

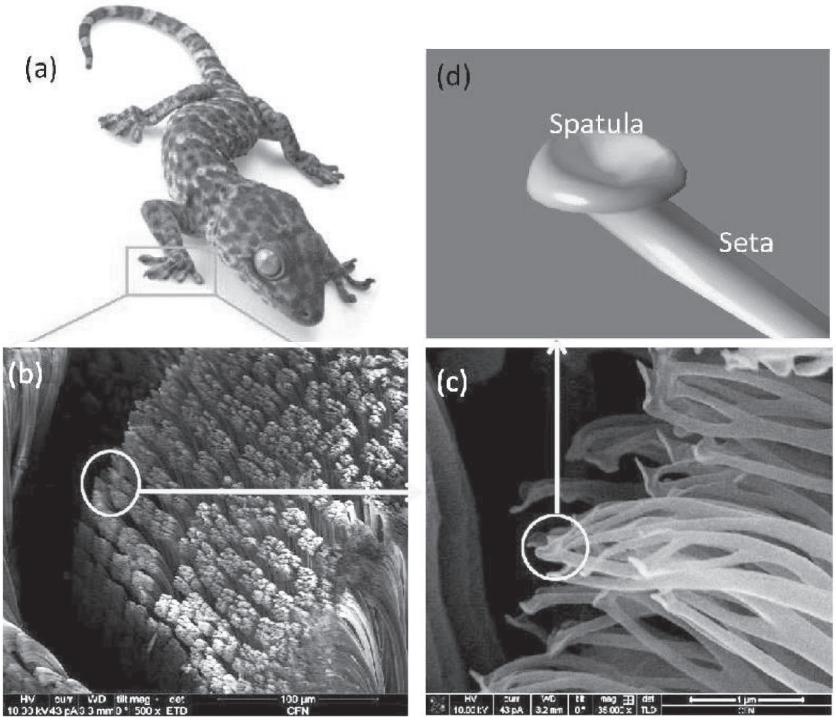
۶-پاسخ درست به هر سوال ۳ نمرهٔ مثبت و پاسخ نادرست ۱ نمرهٔ منفی دارد.

۷-شرکت‌کنندگان در دورهٔ تابستانی از بین دانش‌آموزان پایهٔ دهم، یازدهم و دوازدهم انتخاب می‌شوند.

کلّیهٔ حقوق این سؤالات برای باشگاه دانش پژوهان جوان محفوظ است.

آدرس سایت اینترنتی: ysc.medu.ir

۱ - مارمولک گکو به طور طبیعی در پای خود، تعداد زیادی رشته‌های نانومتری دارد. به کوچکترین رشته‌های نانومتری که در پای این مارمولک وجود دارد، ستا (seta) می‌گویند. قطر ستاها حدود ۱۰۰ نانومتر است. اگر تعداد این ستاها برابر ۱۴۰۰۰ در هر میلی متر مربع باشد و هر یک بتواند ۱ میلی گرم وزن را تحمل کند و با فرض اینکه مساحت کف یک پای مارمولک ۰/۵ سانتی متر مربع باشد، یک مارمولک گکو با دو پا، چه وزنی را می‌تواند تحمل کند؟



۱) ۷۰۰ گرم
۲) ۱۴۰۰ گرم
۳) ۱۴ گرم
۴) ۱۴۰ گرم

۲ - پژوهشگری به منظور تولید نانوذرات A، از سه جوانه‌زای مختلف برای محلول فوق اشباع خود استفاده کرده است. کدام جوانه شکل نمی‌گیرد؟

۱)

۲)

۳)

۴)

۳ - فلز A با شبکه بلوری FCC توسط ناخالصی B، دوپ شده و اتم مرکزی یکی از وجوه هر سلول واحد توسط اتم B جانشین شده است. در صورتی که جرم مولی عناصر A و B به ترتیب $^{gr}/_{mole}$ ۴۰ و $^{gr}/_{mole}$ ۲۰ باشد، جرم مولی ترکیب بدست آمده بر حسب $^{gr}/_{mole}$ چقدر است؟

۱) ۱۴۰

۲) ۲۶۰

۳) ۳۰۰

۴) ۳۴۰

۴ - با تغییر شبکه بلوری پودر نانوذرات کروی شکل، از مکعبی ساده معیوب (حاوی ۱۰ درصد نقص جای خالی) به مکعبی مرکز پر بدون عیب، چگالی پودر چند درصد افزایش می‌یابد؟

۱) ۲۵

۲) ۴۴

۳) ۶۸

۴) ۷۵

۵ - در یک نانولوله کربنی زیگزاگ با شعاع $\frac{۱۴\sqrt{۳}}{۳}$ nm و کایرالیته (m,n)، مقدار m+n را بدست آورید؟ (طول پیوند کربن-کربن، ۱/۴ آنگستروم است و $\pi \approx ۳$)

۱) ۱۰۰

۲) ۱۵۰

۳) ۲۰۰

۴) ۲۵۰

۶ - چگونه می‌توان یک کامپوزیت زمینه فلزی تولید کرد، به طوری که فصل مشترک بین اجزا قابل تشخیص نباشد؟

۱) انتخاب اجزا با خواص مشابه

۲) ساخت کامپوزیت با دو جزء

۳) استفاده از اجزاء سرامیکی برای ساخت

۴) امکان ندارد.

۷ – فرض کنید برای سنتز نانوذرات کروی اکسید فلزی با توزیع ذره‌ای تک‌پخش (Monodisperse)، از روش الکترولس مبتنی بر قالب استفاده می‌کنید. در این روش، قالبی با تخلخل‌های نانومتری توسط ماده مورد نظر پر می‌شود. قالبی که برای سنتز این ماده در دسترس شما قرار دارد، دارای حفرات کروی با توزیع فضایی سلول واحد FCC است؛ به طوری که اندازه متوسط آنها ۲۰ نانومتر و طول ضلع این سلول واحد ۱۰۰ نانومتر است. چگالی قالب پس از سنتز نانوذرات به کدام گزینه نزدیک‌تر است؟ چگالی اکسید فلزی و زئولیت مورد استفاده به عنوان قالب را به ترتیب ۵ و ۰/۵گرم بر سانتی متر مکعب در نظر بگیرید ($\pi \approx ۳$).

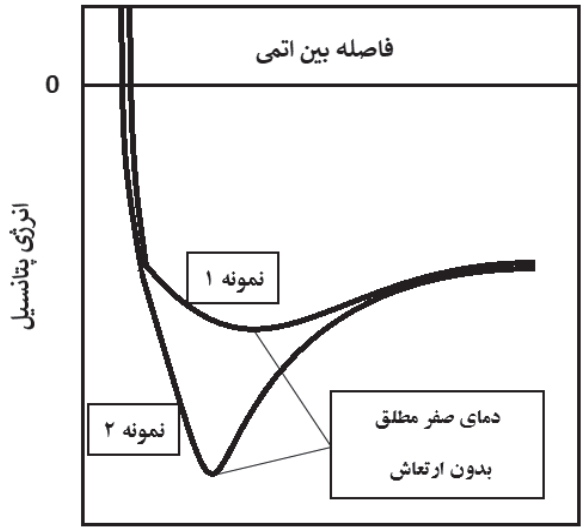
۱) ۰/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب

۲) ۰/۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب

۳) ۰/۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب

۴) ۰/۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب

۸ - همانطور که می‌دانید، اکثر مواد، چاه پتانسیل نامتقارن دارند. در این مواد، افزایش دما باعث افزایش فاصله متوسط بین اتمی و در نتیجه انبساط حرارتی می‌شود. پژوهشگری برای ثبت تغییرات دمایی نیتروژن مایع، از یک نانوسنسور استفاده می‌کند. در این نانوسنسور با تغییر دما، تشخیص‌دهنده A تغییر ابعادی داده و مبدل B پاسخ الکتریکی ایجاد شده را به پردازنده ارسال می‌کند. مبدل B چه نوع ماده‌ای است و برای ساخت نانوسنسوری با حساسیت بالا، نانوماده A کدام چاه پتانسیل را داراست؟



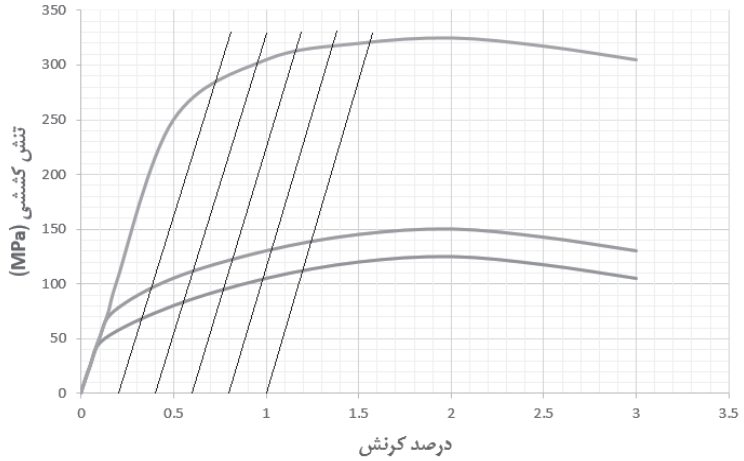
۱) ترموالکتریک، نمونه ۱

۲) ترموالکتریک، نمونه ۲

۳) پیزوالکتریک، نمونه ۱

۴) پیزوالکتریک، نمونه ۲

۹ - نتایج آزمون تنش-کرنش برای سه دانه‌بندی مختلف از یک آلیاژ فلزی ارائه شده است. چنانچه یکی از نمودارها مربوط به اندازه دانه بحرانی هال-پچ (d_c) این آلیاژ باشد، استحکام در اندازه دانه بحرانی چند MPa است؟



۱) ۳۰۰

۲) ۲۸۵

۳) ۱۱۰

۴) ۹۵

۱۰ - به منظور بررسی تاثیر اندازه و شکل ذرات بر دمای نقطه ذوب نانومواد بر اساس مدل انرژی همدوسی، رابطه زیر برقرار است:

$$T_{mn} = T_{mb}\left[۱ - ۶\alpha\frac{r}{D}\right]$$

در این رابطه T_{mn} دمای ذوب نانومواد برحسب کلوین، T_{mb} دمای ذوب ماده بالک برحسب کلوین، α فاکتور شکل ذره و بدون بعد، r شعاع اتم، و D قطر ذره است.

پژوهشگری طی یک فرایند مهندسی شده، پودر نانوذرات نقره با مورفولوژی کروی را به پودر نانوذرات با مورفولوژی مکعبی تبدیل کرده است. تابع توزیع اندازه ذرات دو نمونه پودر، تک‌پخش بوده و شدت پیک متناظر در هر دو تابع یکسان است. اگر دمای ذوب نانوذرات کروی شکل نقره، ۱۰۰ درجه کمتر از نمونه بالک باشد، کدام گزینه در مورد دمای ذوب نانوذرات مکعبی شکل تولید شده توسط این پژوهشگر صحیح است؟ ($\pi \approx ۳$)

۱) دمای ذوب نانوذرات مکعبی شکل، ۲۵ درجه کلوین بیشتر از نانوذرات کروی شکل است.

۲) دمای ذوب نانوذرات مکعبی شکل، ۵۰ درجه کلوین بیشتر از نانوذرات کروی شکل است.

۳) دمای ذوب نانوذرات مکعبی شکل، ۲۵ درجه کلوین کمتر از نانوذرات کروی شکل است.

۴) دمای ذوب نانوذرات مکعبی شکل، ۵۰ درجه کلوین کمتر از نانوذرات کروی شکل است.

۱۱ - برای سنتز نانوذرات اکسید فلزی با استفاده از پیش‌ماده آلکوکسیدی، کدام روش زیر را توصیه می‌کنید؟

۱) آبکافت، بسپارش

۲) گرماکافت، بسپارش

۳) بسپارش، گرماکافت

۴) بسپارش، آبکافت

۱۲ - پژوهشگری قصد دارد بدون استفاده از پایدارکننده، کلوئید نانوذرات BA را سنتز کند. به نظر شما، او برای سنتز این کلوئید با استفاده از $۲۰۰\ ml$ اسید ضعیف HA یک مولار ($pK_a = ۷$)، به چند ml باز قوی BOH دو مولار نیاز دارد؟

۱) ۲۵

۲) ۵۰

۳) ۷۵

۴) ۱۰۰

۱۳ - تولیدکننده یک آئروژل، پس از انجام آزمون‌های مربوطه، متوجه استحکام پایین اسکلت آئروژل شده است. اختلال در کدامیک از مراحل عملیاتی سنتز می‌تواند بیشترین تاثیر مخرب را روی استحکام داشته باشد؟

۱) تشکیل محلول همگن
۲) تشکیل سل
۳) تشکیل ژل
۴) پیرسازی

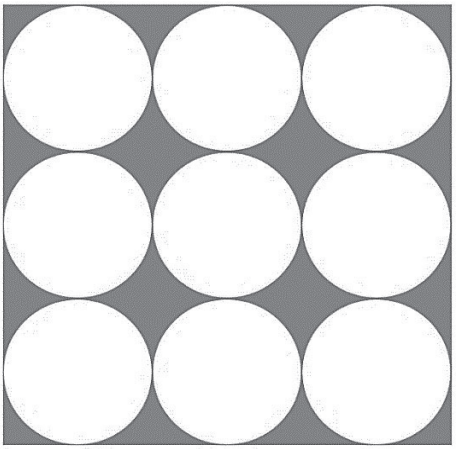
۱۴ – اگر قرار باشد یک زیرلایه شیشه‌ای اندود شده با پلاتین را داخل محفظه هیدروترمال قرار دهید و سپس پوشش ایجاد شده روی آن را قبل از عملیات تکلیس به کمک روش‌های مشخصه‌یابی متعارف مانند میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و پراش پرتوی ایکس مطالعه کنید، انتظار مشاهده کدامیک از نتایج زیر را دارید؟

۱) پوشش، از خودآرایی نانولوله‌ها تشکیل می‌شود که اغلب ساختار آمورف دارند.
۲) پوشش، ساختار بسیار متراکم و منسجمی دارد و هیچ تخلخلی در آن مشاهده نمی‌شود.
۳) پوشش، به واسطه پلاتین موجود در سطح زیرلایه شیشه‌ای، چسبندگی ناچیزی به آن دارد.
۴) پوشش، کاملا متخلخل بوده و از یک ساختار بلوری بسیار منظم با درجه بلورینگی بالا برخوردار است.

۱۵ - فرض کنید شرکتی به دنبال تولید یک ساختار لایه‌ای شکل از جنس چند ماده نانوساختار برای کاربردهای اپتیکی است. مهندسان بخش تحقیق و توسعه این شرکت، به منظور سنتز ساختار یاد شده، ابتدا نانومیله‌هایی با ساختار هسته – پوسته از جنس دو ماده A و B را به کمک روش هیدروترمال سنتز نموده (مرحله ۱) و سپس با پخش آنها در یک محیط آبی، نانومیله‌ها را به داخل حفرات یک زیرلایه نانومتخلخل از جنس ماده C هدایت کردند (مرحله ۲). در مرحله بعدی، لایه نانوکامپوزیت، به کمک لایه برداری مکانیکی به ذرات میکرومتری شکسته شد (مرحله ۳) و در نهایت، با زینترینگ ذرات در دمای بالا، فیلم یکنواختی از سه جز A، B و C به وجود آمد (مرحله ۴). به نظر شما، مراحل یاد شده، به ترتیب به کدامیک از رویکردهای سنتز نانومواد تعلق دارد؟

۱) رویکرد بالا به پایین - رویکرد پایین به بالا - رویکرد پایین به بالا - رویکرد پایین به بالا
۲) رویکرد بالا به پایین - رویکرد پایین به بالا - رویکرد بالا به پایین - رویکرد بالا به پایین
۳) رویکرد پایین به بالا - رویکرد پایین به بالا - رویکرد پایین به بالا - رویکرد بالا به پایین
۴) رویکرد پایین به بالا - رویکرد پایین به بالا - رویکرد بالا به پایین – رویکرد پایین به بالا

۱۶ - شکل زیر شمایی از تصویر Back-scattered electrons (الکترون برگشتی) از سطح نانوکامپوزیت متشکل از فلز A و B به ترتیب با جرم مولی $۴۰^{gr}/_{mole}$ و $۱۸۰^{gr}/_{mole}$ را نشان می‌دهد. چنانچه $\rho_B = ۲\rho_A = \frac{۸}{\pi}(^{gr}/_{cm^۲})$، چگالی این نانوکامپوزیت را بدست آورید؟



۱) $\rho_A + ۱$
۲) $\rho_A - ۱$
۳) $\rho_B + ۱$
۴) $\rho_B - ۱$

۱۷ – دانش آموزی فیلم نازکی از سولفید روی را روی زیرلایه مناسب لایه‌نشانی کرده و به منظور مشخصه‌یابی ساختاری و فازی، آن را زیر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مورد مطالعه قرار داده است. نتایج آنالیز عنصری EDS نشان می‌دهد که حدود ۲۰ درصد ترکیب فیلم، از کلسیم و سیلیس تشکیل شده و مابقی، عناصر Zn و S هستند. اما انجام آزمون پراش اشعه ایکس کوچک‌زاویه (SAXS)، صرفا حضور عناصر Zn و S را تایید کرده‌اند. به نظر شما، چند مورد از دلایل زیر به همراه راهکارهای پیشنهاد شده برای ارزیابی بهتر پوشش سنتز شده می‌تواند صحیح و کارآمد باشد؟ آزمون SAXS از خانواده آزمون پراش اشعه ایکس (XRD) است و برای بررسی ترکیب فازی سطح مواد مورد استفاده قرار می‌گیرد.

(الف) ضخامت پایین پوشش راسب شده - افزایش زمان لایه‌نشانی

(ب) ناخالصی‌ها از پیش‌ماده‌ها وارد ترکیب فیلم شده‌اند - استفاده از پیش‌ماده‌هایی با خلوص بالاتر

(ج) ناخالصی‌ها از آلودگی‌های محیط روی زیرلایه نشسته‌اند - استفاده از فناوری پاکسازی با پلاسما (plasma cleaning) قبل از پوشش‌دهی

(د) شناسایی ناخالصی‌ها در پوشش به دلیل خطای دستگاه میکروسکوپ SEM بوده است- کالیبراسیون میکروسکوپ

۱) ۴
۲) ۳
۳) ۲
۴) ۱

۱۸ - فرض کنید فلز A با شبکه بلوری BCC توسط ناخالصی B دوپ شده و برخی از مراکز وجوه سلول‌های واحد، توسط اتم B اشغال شده‌اند. در صورتی که شعاع اتمی عناصر A و B به ترتیب ۱۶۰ و ۱۴۵ آنگستروم باشند، در طیف پراش اشعه X ماده دوپ شده، انتظار چه تغییری را دارید؟

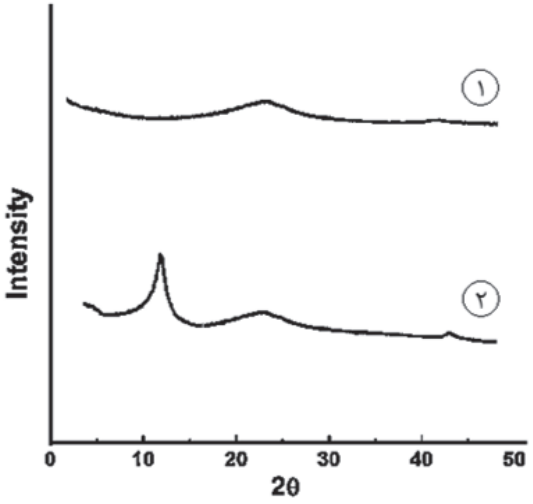
۱) افزایش شدت برخی پیک‌ها

۲) کاهش شدت برخی پیک‌ها

۳) انتقال برخی پیک‌ها به سمت راست

۴) انتقال برخی پیک‌ها به سمت چپ

۱۹ - پژوهشگری با استفاده از دو روش متفاوت، گرافن تولید کرده است. نتایج آنالیز XRD گرافن تولید شده، مطابق شکل زیر است. کدام محصول خواص الکتریکی مطلوب‌تری دارد و روش تولید آن چه بوده است؟



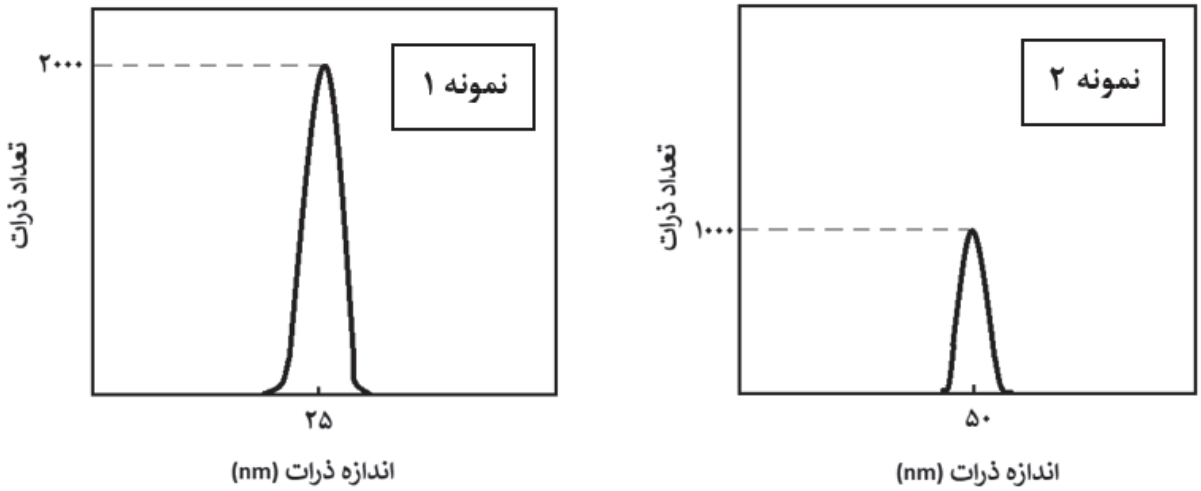
۱) محصول ۱، هامرز

۲) محصول ۱، رسوب‌دهی شیمیایی از فاز بخار

۳) محصول ۲، هامرز

۴) محصول ۲، رسوب‌دهی شیمیایی از فاز بخار

۲۰ - تابع توزیع ذرات دو نمونه کلوئید طلا مطابق شکل‌های زیر به صورت تک‌پخش (Monodisperse) است. چنانچه در آنالیز UV-Visible نمونه اول، نیمی از نور تابیده شده به کوت از آن عبور کند، چند درصد از نور تابیده شده به کوت حاوی نمونه دوم از آن عبور می‌کند؟



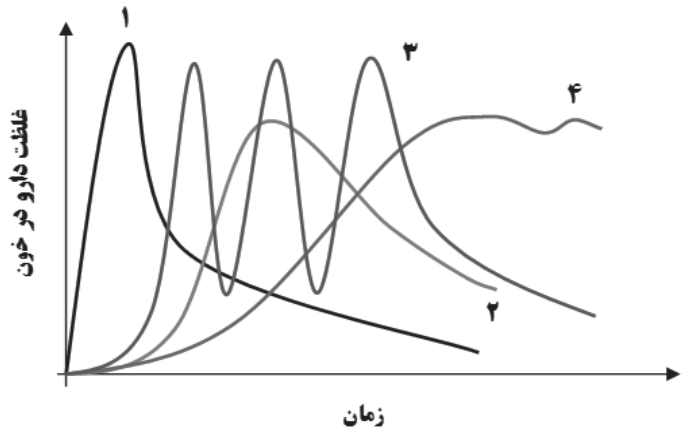
۱) ۶/۲۵

۲) ۱۲/۵

۳) ۲۵

۴) ۵۰

۲۱ - کودک ۷ ساله‌ای که درحال بازی در جنگل بوده، دچار مارگزیدگی شده و پس از ۱۰ دقیقه دچار تورم شدید محل گزش، کاهش سطح هوشیاری، افت ناگهانی فشار خون و تنگی نفس شدید شده است. پزشک اورژانس تصمیم به تجویز فوری نوعی نانودارو می‌گیرد. این دارو در چهار نوع نانوحامل بارگذاری شده و نمودار رهایش آنها به شکل زیر است. کدام یک از سیستم‌های دارورسانی زیر برای این کاربرد، نامناسب‌تر است؟



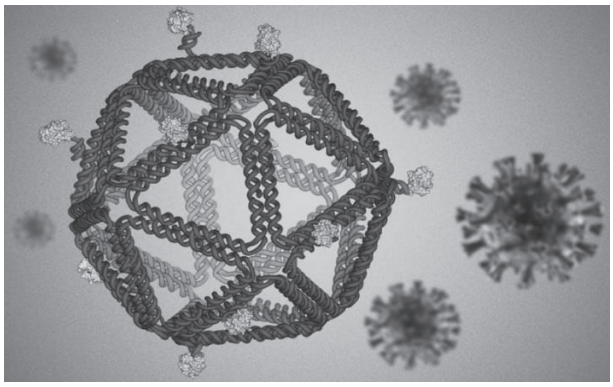
۱) ۴

۲) ۳

۳) ۲

۴) ۱

۲۲ - همانطور که می‌دانید، ژن‌ها از ترتیب قرارگیری چهار نوکلئوتید (مولکول‌های سازنده DNA یعنی آدنین (A)، تیمین (T)، گوانین (G) و سیتوزین (C)) در توالی مولکول DNA ساخته می‌شوند. اوریگامی DNA به فناوری ساختن اشکالی خاص از مولکول DNA در مقیاس نانومتری گفته می‌شود. در این تکنیک، یک مولکول DNA تک رشته بلند (ssDNA) با کمک چند مولکول DNA تک رشته کوتاه‌تر با قابلیت اتصال به توالی‌های مکمل، امکان تاخوردگی صحیح را پیدا کرده و داربست‌هایی از جنس DNA با استحکام بالا ایجاد می‌کند. داررسانی از مهمترین کاربردهای این فناوری است.



فرض کنید مولکول DNA تک رشته بلند با توالی زیر را در اختیار دارید:

ACCAAGTCAGCCGAACGCGCACGCTGTGGG

برای ایجاد ساختار اوریگامی DNA به فرم هندسی تریگونال (سه تایی منتظم مطابق شکل روبرو)، چند توالی تک رشته کوتاه به محلول حاوی تک رشته بلند اضافه شده است. به نظر شما، این مولکول‌های DNA تک رشته کوتاه، از توالی چند نوکلئوتید تشکیل شده‌اند؟

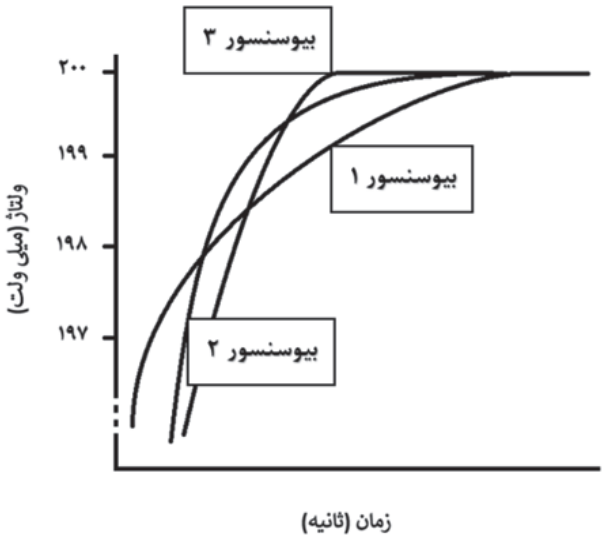
۱) ۳

۲) ۵

۳) ۶

۴) ۱۰

۲۳ - تعدادی از جنگلبانان دچار گزیدگی توسط یک حشره شده‌اند. این حشره سم مهلکی داشته و آسیب‌زنندگی آن با گذشت زمان به صورت نمایی رشد می‌کند. به منظور اندازه‌گیری میزان این سم در خون جنگلبانان و تجویز دز مناسب از داروی مورد نظر، می‌توان از یک بیوسنسور استفاده کرد. چنانچه سه نوع بیوسنسور با زمان پاسخ‌دهی متفاوت و مطابق شکل روبرو در اختیار شما قرار گیرد، کدامیک از آنها را برای این کاربرد استفاده می‌کنید؟



۱) بیوسنسور ۱

۲) بیوسنسور ۲

۳) بیوسنسور ۳

۴) نمی‌توان اظهار نظر کرد.

۲۴ - دانش‌آموزی برای مطالعه خواص بیولوژیکی نانوذرات تیتانیوم و مقایسه آن با خواص بیولوژیکی فلز بالک آن، نمونه پودری از این فلز را با اندازه متوسط ذرات ۵۰ نانومتر سنتز کرده است. به دلیل اشتعال‌پذیری بالای این ماده، نانوذرات به محض حضور در محیط اکسیژن‌دار، شروع به سوختن کردند. برای خاموش کردن این ماده، چه راهکاری را به او پیشنهاد می‌دهید؟

۱) از اسپری آب مقطر استفاده کند.

۲) از کف برای خاموش کردن شعله استفاده کند.

۳) از پودر خشک برای خاموش کردن شعله استفاده کند.

۴) با چند ضربه پشت سر هم شعله را خاموش کند.

۲۵ - به نظر شما، کدامیک از مورفولوژی‌های زیر از جنس یک ماده یکسان، به ترتیب سمیت بیشتر و کمتری ایجاد می‌کنند؟

۱. نانوذرات کروی به قطر ۲۰ نانومتر

۲. نانومیله‌هایی به قطر ۲ نانومتر و طول ۳۰ نانومتر

۳. نانوصفحاتی با سطح مقطع مربعی به طول ۲۵ نانومتر و ضخامت ۱ نانومتر

۴. نانوصفحاتی با سطح مقطع دایره‌ای به قطر ۲۰ نانومتر و ضخامت ۱ نانومتر

۱) ۱ و ۴

۲) ۲ و ۳

۳) ۳ و ۴

۴) ۴ و ۱

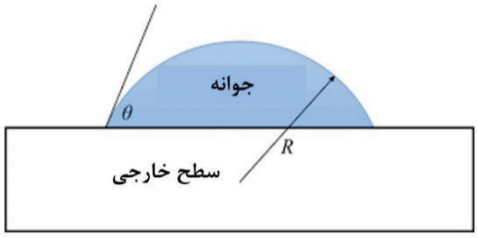
پاسخنامه

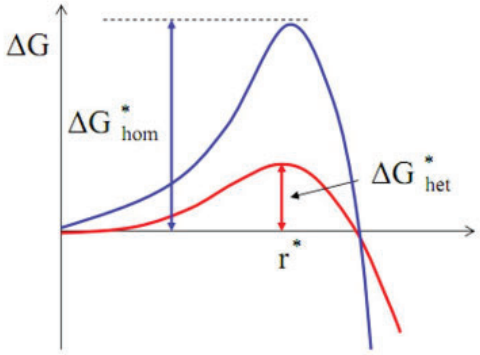
۱ – گزینه ۲

$$\text{وزن قابل تحمل} = 2 \times 0.5\ cm^2 \times \frac{100mm^2}{1cm^2} \times \frac{14000\ seta}{1mm^2} \times \frac{1\ mg}{1\ seta} \times \frac{1\ \text{گرم}}{1000\ mg} = 1400\ \text{گرم}$$

۲ – گزینه ۱

شعاع بحرانی در حالت همگن و غیر همگن با هم تفاوتی نمی‌کنند و در دو حالت یکسان هستند. در نتیجه می توان بیان کرد که، در حضور جوانه‌زاهای مختلف، شعاع بحرانی تغییری نداشته و شعاع بحرانی یکسانی برای تشکیل جوانه وجود دارد. با توجه به تصاویر بدیهی است که شعاع بحرانی جوانه شکل گرفته در گزینه یک، با سایر گزینه‌ها متفاوت است و نمی‌تواند مربوط به جوانه‌زاهای استفاده شده باشد.





مقایسه بین انرژی آزاد در حالت همگن (آبی رنگ) و غیرهمگن (قرمز رنگ)

۳ – گزینه ۳

با توجه به اینکه در هر سلول واحد اتم مرکزی یکی از وجوه متعلق به B است، در نتیجه از ۴ اتم متعلق به سلول واحد FCC، ۳/۵ اتم متعلق به A و ۰/۵ اتم متعلق به B است. در نتیجه فرمول ترکیب A_7B است که جرم مولی آن ۳۰۰ گرم است.

۴ – گزینه ۲

۱۰ درصد جای خالی در سلول مکعبی ساده، به معنای اشغال ۱۰ سلول واحد توسط ۹ اتم است. به ازای ۲۰ سلول واحد مکعبی ساده ۱۸ اتم داریم. این ۱۸ اتم ۹ سلول واحد مکعبی مرکز پر را اشغال می‌کنند.

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{20}{9} \times \left(\frac{a_1}{a_2}\right)^3 = \frac{20}{9} \times \left(\frac{2R}{\frac{4R}{\sqrt{3}}}\right)^3 = \frac{20\times 3\sqrt{3}}{9\times 8} = 1.44$$

در نتیجه چگالی پودر ۴۴ درصد افزایش می‌یابد.

۵ – گزینه ۳

می دانیم طول بردار کایرال برابر است با طول ضلع قطر کوچک یک شش ضلعی منتظم که رئوس آن اتم‌های کربن است. طول قطر کوچک یک شش ضلعی منتظم برابر است با $\sqrt{3}a$ و a طول ضلع این شش ضلعیست (قطر اتم کربن). در نتیجه طول بردار کایرال بر حسب nm برابر است با $0.14\sqrt{3}$

داریم:

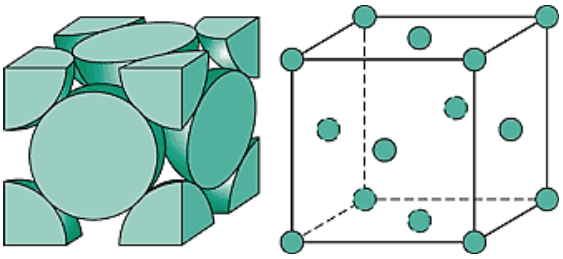
$$2\pi \times \frac{14\sqrt{3}}{3} = 0.14\sqrt{3} \times m \qquad \rightarrow \qquad m = 200$$

۶ – گزینه ۴

کامپوزیت یا ماده مرکب، یک جامد غیریکنواخت است که از دو یا چند ماده مختلف تشکیل می‌شود؛ به‌طوری که هریک از اجزا، خواص خود را حفظ کرده و فصل مشترک بین اجزا کاملا قابل تشخیص است. چنین ماده‌ای دارای خواصی است که هر یک از اجزای تشکیل‌دهنده آن به تنهایی آن خواص را ندارند.

۷ – گزینه ۳

از آنجایی که ساختار توزیع حفرات قالب به صورت FCC است، در یک سلول واحد قالب، ۴ حفره جای می‌گیرد. حال باید محاسبه کنیم که در یک سلول واحد از قالب به ضلع ۱۰۰ نانومتر، چه حجم حفره‌ای وجود دارد و با چند گرم ماده اکسید فلزی پر می‌شود. برای یک سلول واحد FCC خواهیم داشت:



$\mathbf{4}$ = تعداد حفرات سلول واحد $\boldsymbol{FCC}$

حجم کل سلول واحد FCC به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$V_{\text{کل}} = a^3 = (100\,nm)^3 = 10^6 nm^3$$

حجم حفرات موجود در سلول واحد FCC قالب نیز به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$V_{hole} = \left(\frac{4\pi r^3}{3}\right) \times (4\,holes) = 1.6 \times 10^4 nm^3$$

بنابراین حجم ماده سازنده قالب برابر خواهد بود با:

$$V_{template} = V_{\text{کل}} - V_{hole} = \{10^6 - 1.6 \times 10^4\}\, nm^3 = 9.84 \times 10^5\ nm^3$$

حال باید جرم ماده پرکننده حفرات قالب و جرم خود قالب را با کمک چگالی مواد محاسبه کنیم. داریم:

$$\rho_{Filler} = \frac{m}{V}$$

$$m_{filler} = 5\ \left[\frac{g}{cm^3}\right] \times 1.6 \times 10^4 nm^3 \times \frac{1cm^3}{10^{21} nm^3} = 8 \times 10^{-17} gr$$

جرم ماده سازنده قالب نیز برابر خواهد بود با:

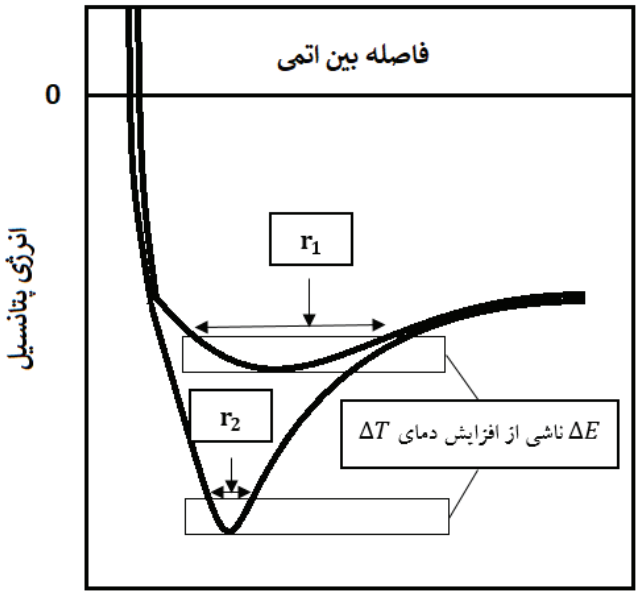
$$\rho_{Template} = 0.5\ \frac{gr}{cm^3} = \frac{m_t}{V_t}$$

$$m_t = \left(9.84 \times 10^5\ nm^3 \times \frac{1cm^3}{10^{21} nm^3}\right) \times \left(0.5 \frac{gr}{cm^3}\right) = 4.92 \times 10^{-16}\ gr$$

لذا می‌توان نوشت:

$$\rho_{t+f} = \frac{m_t + m_f}{V_t + V_f} = \frac{4.92 \times 10^{-16}\ gr + 8 \times 10^{-17} gr}{9.84 \times 10^5\ nm^3 + 1.6 \times 10^4 nm^3} = \frac{5.72 \times 10^{-16}\ gr}{10^6 nm^3}$$
$$= 5.72 \times 10^{-22} \frac{gr}{nm^3} \times \frac{10^{21} nm^3}{1cm^3} = 0.572\ \frac{gr}{cm^3}$$

۸ – گزینه ۳

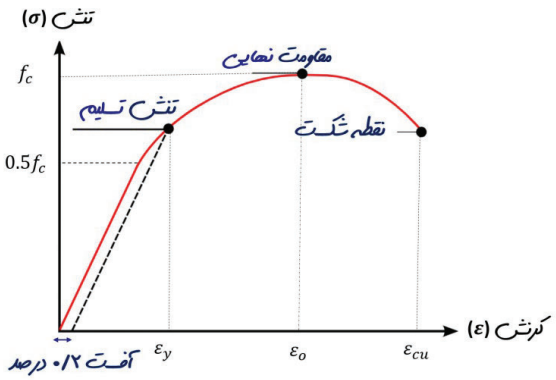


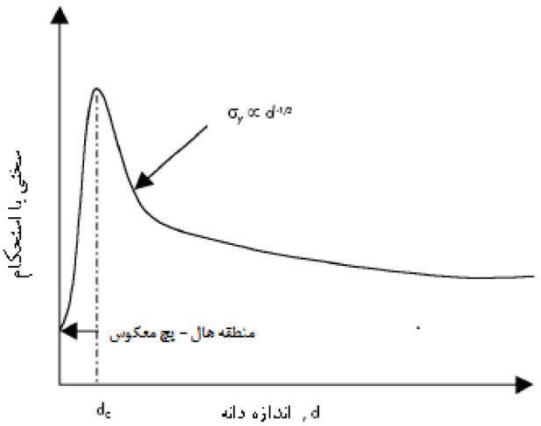
با توجه به اینکه مبدل B تغییرات مکانیکی (تغییرات ابعادی) را به پاسخ الکتریکی تبدیل کرده است، پیزوالکتریک است.

با توجه به تصویر بدیهی است که به ازای تغییرات دمایی یکسان، تغییرات ابعادی نمونه ۱ بیشتر بوده و در نتیجه تشخیص دهندگی محسوس‌تری دارد.

۹ – گزینه ۲

استحکام تسلیم: تنشی است که مقدار تغییر شکل دائم در آن بسیار کم و برابر با کرنشی به مقدار ۰/۰۰۲ است.





۱۰ – گزینه ۳

با توجه به توضیحات منبع، برای هر ذره با مورفولوژی مکعبی شکل، یک ذره کروی معادل که حجم برابر با ذره مکعبی دارد، در نظر گرفته می‌شود. بر اساس تعریف، فاکتور شکل بدین صورت محاسبه می‌شود:

$$\alpha = \frac{\text{مساحت ذره مکعبی شکل}}{\text{مساحت ذره کروی شکل معادل}} = \frac{12\sqrt[3]{2}R^2}{4\pi R^2} = \sqrt[3]{2} \approx 1.25$$

$$\text{مساحت ذره مکعبی شکل} = 6 \times \left[\sqrt[3]{\frac{4}{3}\pi R^3}\right]^2 = 6 \times \left[R\sqrt[3]{4}\right]^2 = 12\sqrt[3]{2}R^2$$

در نتیجه چنانچه دمای ذوب ذره کروی شکل معادل، به اندازه $\left[\frac{1}{D}\right]$۶rT$_{mb}$ کاهش یابد، ذره مکعبی شکل کاهش دمایی به میزان $\left[\frac{\sqrt[3]{2}}{D}\right]$۶rT$_{mb}$ خواهد داشت. با توجه به اینکه طی فرایند مهندسی شده تعداد ذرات ثابت مانده است، می‌توان نتیجه گرفت که حجم هر ذره کروی و ذره مکعبی ایجاد شده با هم برابر است و در نتیجه در شرایط فوق صدق می‌کند.

از آنجایی که میزان افت دمای ذوب برای ذره کروی شکل ۱۰۰ درجه بوده است، داریم:

$$\left[\frac{1}{D}\right]۶rT_{mb} = 100$$

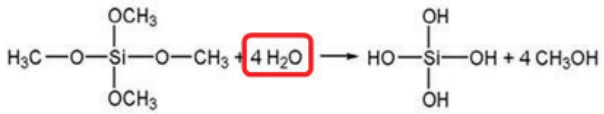
در نتیجه میزان افت دمای ذوب برای ذره مکعبی شکل برابر است با:

$$\left[\frac{\sqrt[3]{2}}{D}\right]۶rT_{mb} = \sqrt[3]{2} \times \left[\frac{1}{D}\right]۶rT_{mb} = 100\sqrt[3]{2} \approx 125$$

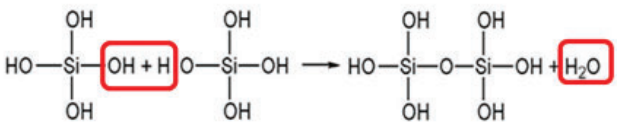
پس می‌توان گفت، دمای ذوب پودر مکعبی شکل ۲۵ درجه کلوین از پودر کروی شکل کمتر است.

۱۱ – گزینه ۱

واکنش آب کافت



واکنش تراکم



۱۲ – گزینه ۲

در شرایطی که عامل پایدارکننده‌ای به محلول اضافه نشود، لایه‌ای از یون‌ها اطراف ذرات کلوییدی را احاطه می‌کنند. از آنجایی‌که این لایه از دو بخش لایه یون‌های اولیه و لایه یون‌های متقابل تشکیل شده‌است، لایه دوگانه نامیده می‌شود. برای سنتز نانوذرات ریزتر (مقدار کلوخه‌های کم‌تر) باید از محلول‌های با قدرت یونی کم‌تر استفاده کرد. ضخامت لایه دوگانه را می‌توان با تغییر مقدار pH محلول کنترل کرد. لایه دوگانه ضخیم در pHهای خنثی به‌دست می‌آید. در چنین شرایطی، یون‌های هیدروکسیل و هیدروژن کم‌تری در محلول حضور داشته و در نتیجه، قدرت یونی محلول کم است.

با توجه به اینکه، نمک BA نمک بازی است، برای خنثی شدن pH محلول داریم:

$$HA \rightarrow H^+ + A^- \qquad K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} = 10^{-7} \qquad \frac{10^{-7}[A^-]}{[HA]} = 10^{-7}$$

برای برقراری تساوی باید غلظت HA و A^- برابر باشد. در نتیجه میزان باز قوی BOH به مقداری است که با نیمی از اسید HA واکنش داده و BA تولید کند.

$$200 \times 1 \times 0.5 = V_{BOH} \times 2 \qquad V_{BOH} = 50\, ml$$

۱۳ – گزینه ۴

حلال یکی از اجزاء داخلی ژل محسوب می‌شود (شبکه را پابرجا نگه می‌دارد). حفظ ثبات ساختار حفره‌ها با برداشتن حلال بسیار دشوار است. معمولاً باید اجازه داد ساختار ژل قبل از خشک کردن، رسیده شود (کمی بماند) تا پیوندهای بین ذرات استوارتر گردد. این مرحله بین چند ساعت تا چند روز طول می‌کشد. به این فرآیند در اصطلاح پیرسازی گفته می‌شود. طی فرآیند پیرسازی، ژل به تغییرات خود ادامه می‌دهد تا پیوندهای جدید شکل گرفته و استحکام اسکلت ژل بیش از پیش گردد.

۱۴ – گزینه ۱

می‌توان با استفاده از پروتکل عملیاتی زیر، لایه‌های نازکی از مواد اکسید فلزی را به کمک فرآیند هیدروترمال تولید کرد. در این روش، زیرلایه مورد نظر در داخل محلول غوطه‌ور شده و در شرایط هیدروترمال قرار می‌گیرد تا واکنش‌های مربوطه در سطح زیرلایه انجام شوند. این فرآیند شامل دو مرحله اصلی است: ابتدا آرایه‌ای از نانومیله‌های یک بعدی آمورف از ترکیب مورد نظر در یک دما و فشار کنترل شده ایجاد می‌شود و برای ایجاد ساختار کریستالی لازم است این لایه نازک آمورف تحت فرآیند تکلیس قرار گیرد تا ساختار به حالت بلوری تبدیل شود. لازم به تاکید است که حضور پلاتین در سطح شیشه، چسبندگی را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهد. در

صورت سوال تاکید شده است که مطالعات مشخصه یابی قبل از تکلیس انجام شده است. این بدین معنی است که نانومیله‌ها ساختار آمورف دارند و هنوز کریستالی نشده‌اند زیرا دلیل اصلی فرآیند تکلیس، کریستالیزاسیون فازی است.

۱۵ – گزینه ۴

به طور کلی؛

در مرحله اول، دو ماده از فاز محلولی روی یکدیگر قرار گرفته و ساختار هسته – پوسته شکل می‌گیرد. لذا رویکرد پایین به بالا برای این فناوری مورد استفاده قرار گرفته است.

در مرحله دوم، ذرات باردار شده و داخل حفرات یک ساختار فیلم‌مانند متخلخل جاگذاری شده‌اند تا یک فیلم متراکم و یکنواخت و بزرگتر تشکیل شود. این فناوری نیز در دسته فناوری‌های پایین به بالا جای می‌گیرد.

در مرحله سوم، خردایش ماده در اثر لایه برداری مکانیکی اتفاق می‌افتد که یک رویکرد بالا به پایین محسوب می‌شود.

در مرحله چهارم، فیلم‌های سنتز شده روی یکدیگر قرار گرفته و به یکدیگر جوش داده می‌شوند تا یک فیلم میکرومتری بزرگتر نیز شکل بگیرد. این فناوری نیز جز فناوری‌های پایین به بالا محسوب می‌شود.

۱۶ – گزینه ۱

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_A + m_B}{V} = \frac{\rho_A V_A + \rho_B V_B}{V}$$

با توجه به آرایه منظم مشاهده شده در تصویر، می‌توان نوشت:

$$\rho = \frac{\rho_A S_A + \rho_B S_B}{S} = \rho_A(\frac{S_A}{S}) + \rho_B(\frac{S_B}{S})$$

S بیانگر سطح است. با توجه به اینکه در صورت سوال ذکر شده که از روش BSE برای تصویربرداری استفاده شده، در نتیجه سطح سفید بیانگر فلز با جرم مولی سنگین‌تر و سطح تیره بیانگر فلز با جرم مولی سبک‌تر است.

$$\rho = \rho_A\left(\frac{S_A}{S}\right) + \rho_B\left(\frac{S_B}{S}\right) = \rho_A\left(\frac{4R^2 - \pi R^2}{4R^2}\right) + \rho_B\left(\frac{\pi R^2}{4R^2}\right) = \rho_A\left(1 - \frac{\pi}{4}\right) + \rho_B\left(\frac{\pi}{4}\right)$$

$$\rho = \rho_A\left(1-\frac{\pi}{4}\right)+\rho_B\left(\frac{\pi}{4}\right)=\frac{4}{\pi}\left(1-\frac{\pi}{4}\right)+\frac{8}{\pi}\left(\frac{\pi}{4}\right)=\frac{4}{\pi}-1+2=\frac{4}{\pi}+1=\rho_A+1$$

۱۷ – گزینه ۳

آزمون پراش اشعه ایکس کوچک‌زاویه (SAXS) جزو آزمون‌های مشخصه‌یابی سطحی در نانومواد هستند و می‌تواند ترکیب شیمیایی و فازی مناطق سطحی ماده را شناسایی کنند. زمانی که این آزمون حضور فقط دو عنصر روی و گوگرد را شناسایی می‌کنند بدین معنی است که فیلم نازک ساختار کامپوزیتی ندارد و ترکیب دیگری در داخل آن وجود ندارد. به طور همزمان، آنالیز EDS در میکروسکوپ الکترونی روبشی، حضور کلسیم و سیلیس را به ثبت رسانده است. در نتیجه دو امکان زیر وجود دارد:

- ضخامت پایین پوشش راسب شده و درنتیجه عناصر غیر از روی و گوگرد مربوط به زیر لایه است.
- ناخالصی‌ها از آلودگی‌های محیط روی زیرلایه نشسته است و در آنالیز EDS خود را نشان داده‌اند.

۱۸ – گزینه ۴

با توجه به اطلاعات سوال، قطر حفره اشغال شده بدست می‌آید:

$$BCC \quad \rightarrow \quad 4R_A=\sqrt{3}a \quad \rightarrow a=\frac{4R_A}{\sqrt{3}} \quad \rightarrow \text{قطر حفره}=\sqrt{2}a-2R_A=\frac{8R_A}{\sqrt{6}}-2R_A=320\left(\frac{4-\sqrt{6}}{\sqrt{6}}\right)\cong 202$$

حال باید ببینیم که قطر اتم ناخالصی B از قطر حفره بیشتر است یا کمتر. با توجه به تساوی زیر بدیهی است که قطر اتم ناخالصی از قطر حفره اشغال شده بیشتر است:

$$202 < 290$$

از آنجایی که قطر اتم ناخالصی از قطر حفره اشغال شده بیشتر است؛ این شبکه از هم باز شده و در واقع فاصله برخی صفحات کریستالی افزایش می‌یابد و با توجه به قانون براگ، با افزایش d بایستی از مقدار $sin\theta$ و در نتیجه مقدار θ کاسته شود. پس می‌توان انتظار انتقال برخی از پیک‌ها به سمت چپ را داشت.

۱۹ – گزینه ۲

روش هامرز در مقایسه با روش رسوب‌دهی شیمیایی از فاز بخار بسیار ارزان‌تر بوده و قابلیت تولید انبوه دارد. عیب اصلی این روش، وجود نقایص بیش‌تر روی گرافن سنتز شده است که باعث کاهش رسانایی الکتریکی آن می‌شود. در نتیجه محصول با خواص الکتریکی مطلوب به روش رسوب‌دهی شیمیایی از فاز بخار تولید شده است. از طرفی با توجه به آنالیز XRD محصول ۲ علاوه بر پیک مشخصه گرافن، پیک دیگری که مشخصه GO است نیز دارد (θ کمتر نسبت به پیک مشخصه گرافن). در نتیجه محصول ۲ به روش هامرز تولید شده است.

۲۰ – گزینه ۱

محاسبات جذب یا عبور نور از قانون بیر–لامبرت پیروی می‌کند. از نظر ریاضی اگر I_0 مقدار نوری باشد که از محیطی با طول X و غلظت C می‌گذرد، شدت نور باقیمانده I پس از گذشت از محیط عبارتست از:

$$I=I_0e^{-\alpha CX}$$

در این رابطه α ثابت نسبی (ضریب جذب) خواهد بود. لذا جذب محیط یا همان A اینگونه حاصل می‌شود:

$$A=\log (I_0/I) =\alpha CX$$

در نتیجه داریم:

$$\frac{A_2}{A_1}=\frac{\alpha C_2X}{\alpha C_1X}=\frac{C_2}{C_1}=\frac{N_2V_2\rho}{N_1V_1\rho}=\frac{N_2V_2}{N_1V_1}=\frac{1000}{2000}\times(\frac{R_2}{R_1})^3=\frac{1}{2}\times(2)^3=4$$

در رابطه فوق N تعداد ذره، V حجم ذره، R شعاع ذره و ρ چگالی طلاست.

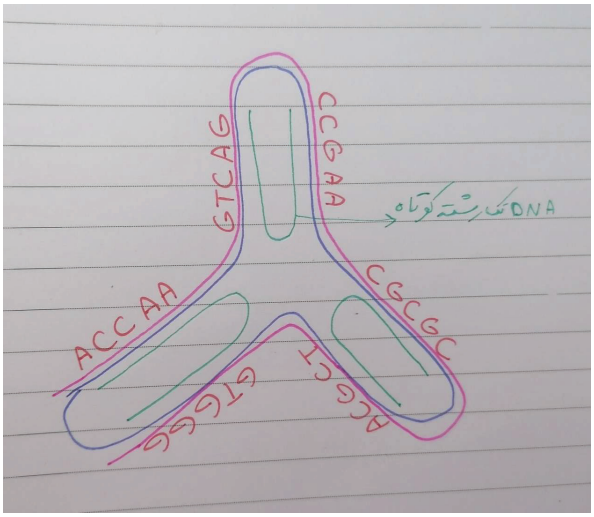
$$\frac{A_2}{A_1}=\frac{\log\frac{I_0}{I_2}}{\log\frac{I_0}{I_1}}=4 \quad \rightarrow \quad \frac{I_0}{I_2}=(\frac{I_0}{I_1})^4=(2)^4=16$$

با توجه به اینکه در نمونه اول نیمی از نور تابیده شده به کوت از آن عبور می کند، نسبت $\frac{I_0}{I_1}$ برابر با ۲ است. در نتیجه نور عبوری از کوت حاوی نمونه ۲ برابر است با $\frac{۱}{۱۶}$ نور تابیده شده به کوت. این مقدار ۶/۲۵ از نور تابیده شده اولیه را شامل می‌شود.

۲۱ – گزینه ۱

هریک از روش‌های دارورسانی باتوجه به مزایا و معایبی که دارند برای کاربردهای خاصی مناسب هستند. رهایش آهسته و پیوسته دارو در بیماری های مزمن و رهایش فوری دارو در بیماری های حاد که نیاز به برطرف کردن سریع علائم دارند کاربرد دارد. با توجه به تاخیر نسبتا زیادی که در روش ۴ نسبت به سایر روش ها در آزادسازی دارو وجود دارد برای درمان علائم حاد و فوری بیمار مطرح شده گزینه ی مناسبی نخواهد بود.

۲۲ – گزینه ۴



برای تشکیل فرم هندسی تریگونال، DNA تک رشته بلند باید مطابق شکل تا بخورد.

در نتیجه برای ایجاد ساختار اوریگامی DNA مورد نظر به ۳ مولکول DNA تک رشته کوتاه با توالی ۱۰ نوکلئوتید نیاز است.

۲۳ – گزینه ۲

زمان پاسخ: مدت زمان رسیدن سیگنال سنسور به ۹۹/۳٪ تغییرات صورت گرفته در محیط می‌باشد و هر چه این زمان کوتاهتر باشد، نشان از کارآیی بیشتر سنسور دارد.

از آنجایی که تشخیص هرچه سریعتر میزان سم و تجویز دز مناسب دارو می‌تواند از آسیب بیشتر جلوگیری کند، در نتیجه به دنبال بیوسنسوری با **زمان پاسخ کوتاهتر** خواهیم بود.

از طرفی با توجه به توضیحات مربوط به زمان پاسخ، حداکثر تغییر ولتاژ ۲۰۰ میلی ولت بوده است، در نتیجه ۹۹/۳٪ تغییرات صورت گرفته در محیط برابر با ولتاژ ۱۹۸/۶ میلی ولت است؛ که با توجه به نمودار بیوسنسور ۲ زمان پاسخ کوتاهتری داشته و در اینجا از کارایی بیشتری برخوردار است.

۲۴ – گزینه ۳

برای خاموش کردن شعله حاصل از احتراق نانوذرات نقره، نباید از کف یا آب استفاده کرد زیرا شعله را شدیدتر می‌کند. به جای آب بهتر است از پودر خشک استفاده شود.

۲۵ – گزینه ۴

با فرض اینکه مکانیزم‌های سمیت در یک ماده معین از نوع سطحی باشند، هر چه نسبت سطح به حجم ذره بیشتر باشد، سمیت بیشتری را ایجاد خواهند کرد.

$$(\frac{S}{V})_1 = \frac{4\pi r^2}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{3}{r} = \frac{3}{10}$$ کمترین سمیت

$$(\frac{S}{V})_2 = \frac{2\pi r^2 + 2\pi rh}{\pi r^2 h} = \frac{2\pi(1)^2 + 2\pi \times 1 \times 30}{\pi \times (1)^2 \times 30} = \frac{2\pi + 60\pi}{30\pi} = 2.07$$

$$(\frac{S}{V})_3 = \frac{2 \times 25 \times 25 + 4 \times 25 \times 1}{25 \times 25 \times 1} = \frac{(2 \times 625) + 100}{625} = 2.16$$

$$(\frac{S}{V})_4 = \frac{2\pi(10)^2 + 2\pi \times 10 \times 1}{\pi \times (10)^2 \times 1} = \frac{200\pi + 20\pi}{100\pi} = 2.2$$ بیشترین سمیت