



باسمه تعالی
جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش



مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت هاست. «الم نین (و)»

دفترچه سؤالات مرحله اول سال ۱۴۰۲

پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو

کد دفترچه: ۱

تعداد سؤالات	مدت آزمون
۲۵ سؤال	۱۲۰ دقیقه

نام:

نام خانوادگی:

شماره سندلی:

استفاده از ماشین حساب مجاز است.

توضیحات مهم

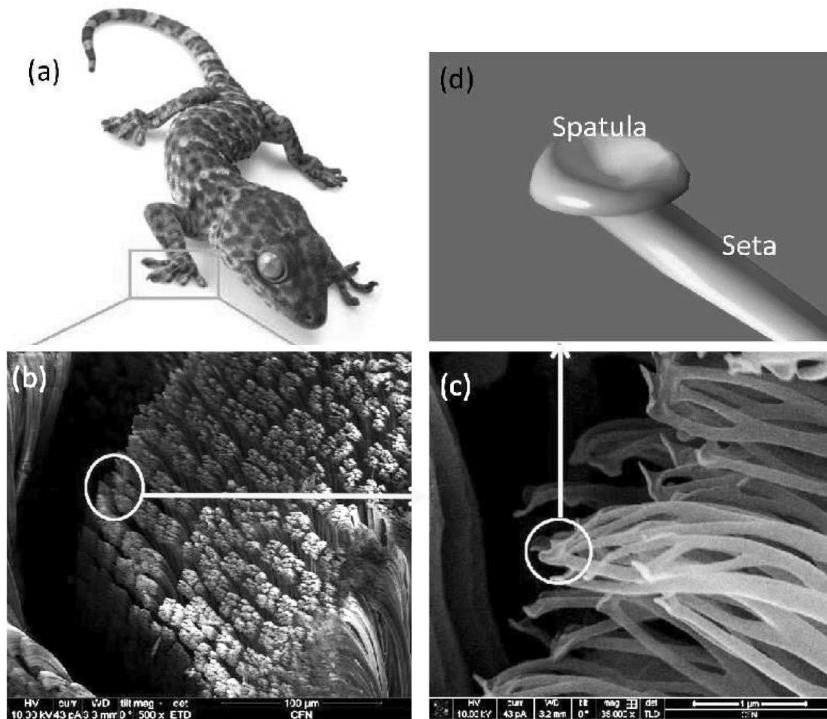
- ۱- کد دفترچه سؤالات شما یک است. این کد را در محل مربوط روی پاسخنامه با مداد پر کنید، در غیر این صورت پاسخنامه شما تصحیح نخواهد شد.
- ۲- بلافاصله پس از آغاز آزمون، تعداد سؤالات داخل دفترچه و همه برگه‌های دفترچه سؤالات را بررسی نمایید، در صورت هرگونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسؤول جلسه را مطلع کنید.
- ۳- یک برگ پاسخنامه در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است، در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسؤول جلسه را مطلع کنید. ضمناً مشخصات خواسته شده در پایین پاسخنامه را با مداد مشکی بنویسید.
- ۴- برگه پاسخنامه را دستگاه تصحیح می‌کند، پس آن را تا نکید و تمیز نگه دارید و به علاوه، پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه مورد نظر را کاملاً سیاه کنید.
- ۵- دفترچه باید همراه پاسخنامه تحویل داده شود.
- ۶- پاسخ درست به هر سوال ۳ نمره مثبت و پاسخ نادرست ۱ نمره منفی دارد.
- ۷- شرکت کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش‌آموزان پایه دهم، یازدهم و دوازدهم انتخاب می‌شوند.

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

آدرس سایت اینترنتی: ysc.medu.ir

پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو

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 میلی‌متر مربع باشد و هر یک بتواند ۱ میلی‌گرم وزن را تحمل کند و با فرض اینکه مساحت کف یک پای مارمولک ۰/۵ سانتی‌متر 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

پانزدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو

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



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 40 gr/mole و 20 gr/mole 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 $\frac{14\sqrt{3}}{3}$ nm و کایرالیتته (m,n)، مقدار m+n را بدست آورید؟ (طول پیوند کربن-کربن، ۱/۴ آنگستروم است و $\pi \approx 3$)

(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 ژئولیت مورد استفاده به عنوان قالب را به ترتیب ۵ و ۰/۵ گرم بر سانتی متر مکعب در نظر بگیرید ($\pi \approx 3$).

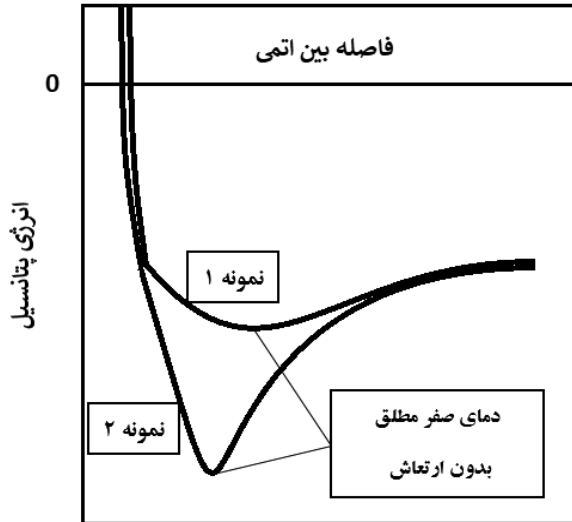
(۱) ۰/۴ گرم بر سانتی متر مکعب

(۲) ۰/۵ گرم بر سانتی متر مکعب

(۳) ۰/۶ گرم بر سانتی متر مکعب

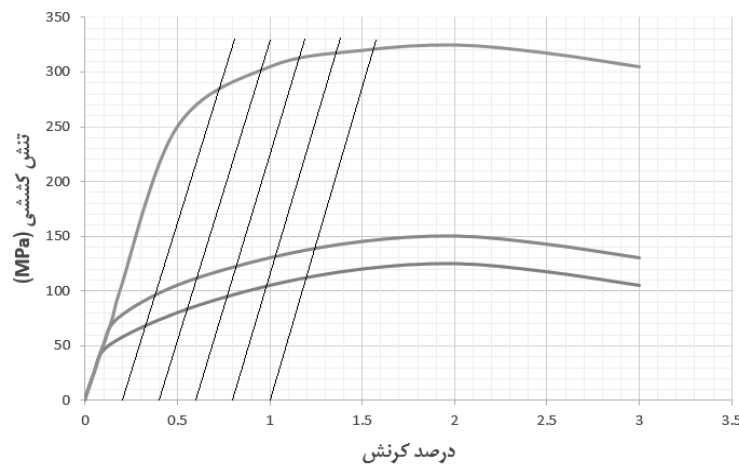
(۴) ۰/۷ گرم بر سانتی متر مکعب

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، تشخیص دهنده 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-پیچ (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:

$$T_{mn} = T_{mb} \left[1 - 6\alpha \frac{r}{D} \right]$$

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؟

($\pi \approx 3$)

- (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 پیش ماده آلکوکسیدی، کدام روش زیر را توصیه می کنید؟

- (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 ($pK_a = 7$)، 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

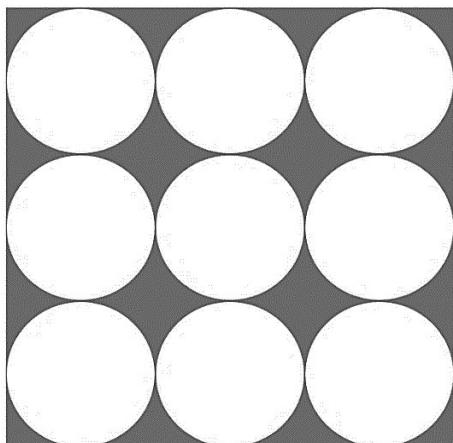
۱۴ - اگر قرار باشد یک زیرلایه شیشه‌ای اندود شده با پلاتین را داخل محفظه هیدروترمال قرار دهید و سپس پوشش ایجاد شده روی آن را قبل از عملیات تکلیس به کمک روش‌های مشخصه‌یابی متعارف مانند میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و پراش پرتوی ایکس مطالعه کنید، انتظار مشاهده کدامیک از نتایج زیر را دارید؟

- (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، کاملاً 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 نانو ساختار 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 40 gr/mole و 180 gr/mole را نشان می‌دهد. چنانچه $\rho_B = 2\rho_A = \frac{4}{\pi} \text{ (gr/cm}^2\text{)}$ چگالی این نانوکامپوزیت را بدست آورید؟



$$\rho_A + 1 \quad (1)$$

$$\rho_A - 1 \quad (2)$$

$$\rho_B + 1 \quad (3)$$

$$\rho_B - 1 \quad (4)$$

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)، صرفاً 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

$$4 \quad (1)$$

$$3 \quad (2)$$

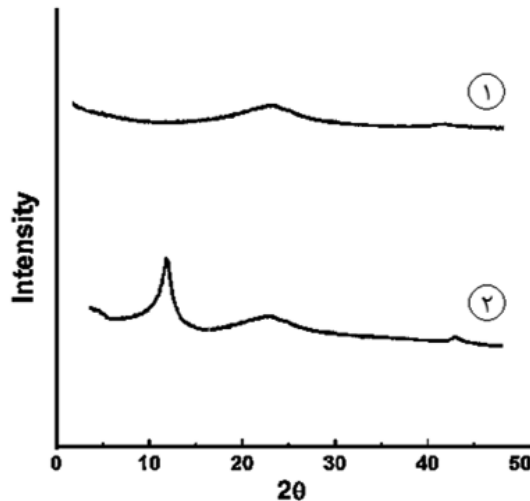
$$2 \quad (3)$$

$$1 \quad (4)$$

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؟

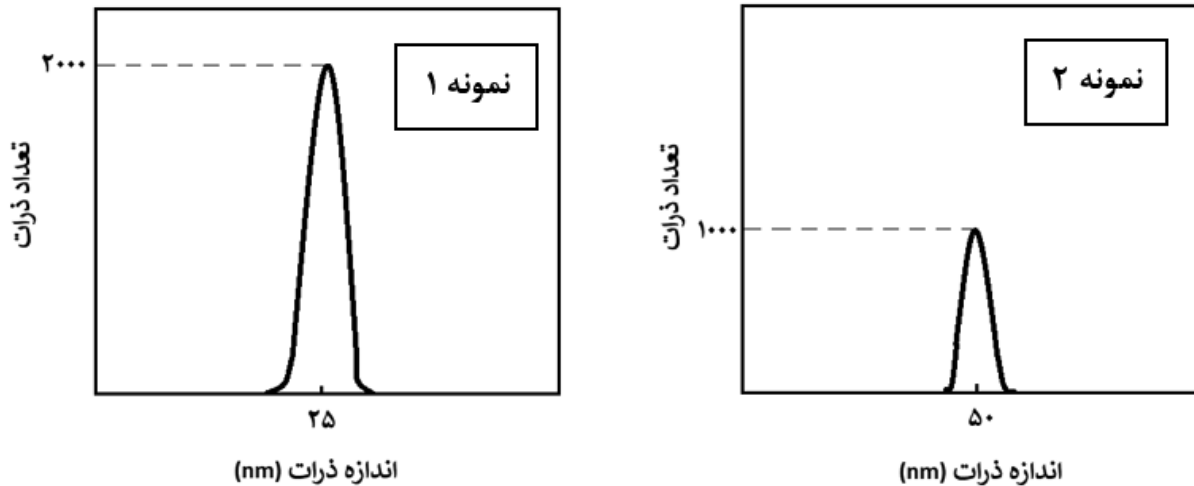
- (۱) افزایش شدت برخی پیک‌ها
- (۲) کاهش شدت برخی پیک‌ها
- (۳) انتقال برخی پیک‌ها به سمت راست
- (۴) انتقال برخی پیک‌ها به سمت چپ

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 کلئوئید 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؟



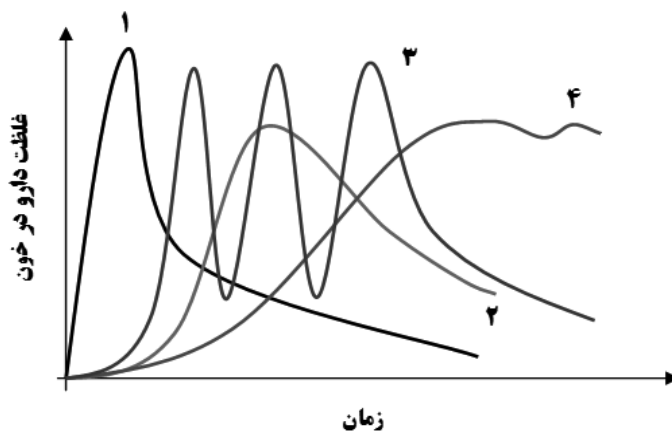
(۱) ۶/۲۵

(۲) ۱۲/۵

(۳) ۲۵

(۴) ۵۰

۲۱ - کودک ۷ ساله‌ای که در حال 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؟



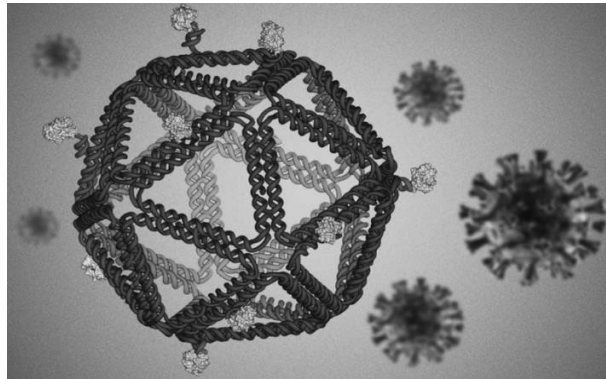
(۱) ۴

(۲) ۳

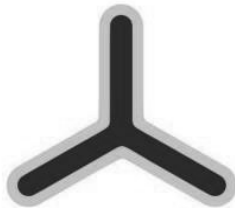
(۳) ۲

(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. اورینگامی 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. دارورسانی از مهمترین کاربردهای این فناوری است.



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



ACCAAGTCAGCCGAACGCGCACGCTGTGGG

برای ایجاد ساختار اورینگامی 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؟

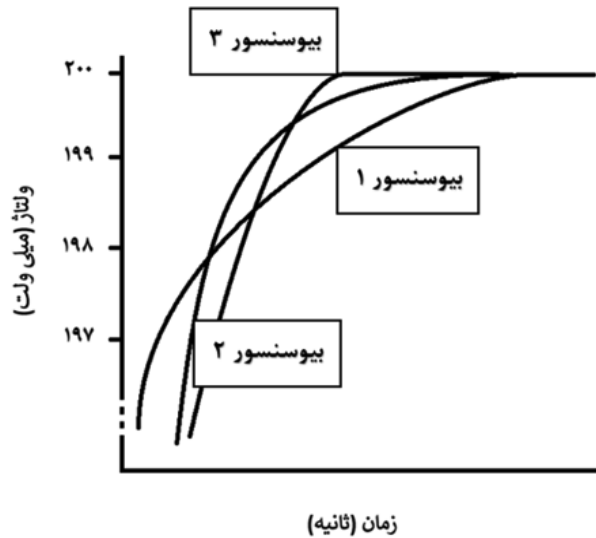
۳ (۱)

۵ (۲)

۶ (۳)

۱۰ (۴)

۲۳ - تعدادی از جنگلبانان دچار گزیدگی توسط یک حشره شده‌اند. این حشره سم مهلکی داشته و آسیب‌زندگی 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) ۱ و ۴