آزمون مرحله اول

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

A

دوازدهمین المپیاد دانش آموزی علوم و فناوری نانو

نام و نام‌خانوادگی:

شماره داوطلب:

تعداد سوال‌های تستی:۲۵ تعداد سوال‌های تشریحی:-

تعداد کل سوال‌ها:۲۵

مدت پاسخگویی: ۵۰ دقیقه

سوالات تستی

۱. درون دو ظرف هم اندازه را با کلوییدی کاملا همگن از نانوذرات مکعبی شکل (نانو ذرات معلق در یک مایع) پر کرده‌ایم. وزن و جنس نانوذرات در دو ظرف، یکسان است. ولی در ظرف اول اندازه نانوذرات نصف اندازه نانوذرات در ظرف دوم است، فاصله متوسط بین نانوذرات در ظرف اول چند برابر نانوذرات ظرف دوم است؟

توضیحات:

- همه ذرات در ظرف اول با یکدیگر هم اندازه‌اند.

- همه ذرات در ظرف دوم با یکدیگر هم اندازه‌اند.

- فاصله بین ذرات بصورت فاصله بین مراکز دو ذره مجاور هم تعریف می‌شود.

الف- $\frac{۱}{۲}$

ب- $\frac{۱}{۸}$

ج- ۲

د- ۸

۲. نانولوله کربنی زیگزاگ را در نظر بگیرید. در صورتی که تعداد شش ضلعی‌ها در لبه (طول محیط) این نانولوله برابر ۴۰۰ باشد، قطر نانولوله کربنی را بدست آورید؟

(طول پیوند کربن- کربن را برابر ۱.۴ آنگستروم و $\pi=۳$ در نظر بگیرید.)

زیگزاگ

الف- ۱۲ نانومتر

ب- ۲۰ نانومتر

ج- ۲۴ نانومتر

د- ۳۲ نانومتر

۳. در کدام یک از فولرین‌های زیر، فاصله دو پنج ضلعی مجاور، نسبت به هم بیشتر است؟

توضیح :**فاصله پنج ضلعی‌ها را روی سطح فولرین درنظربگیرید.**

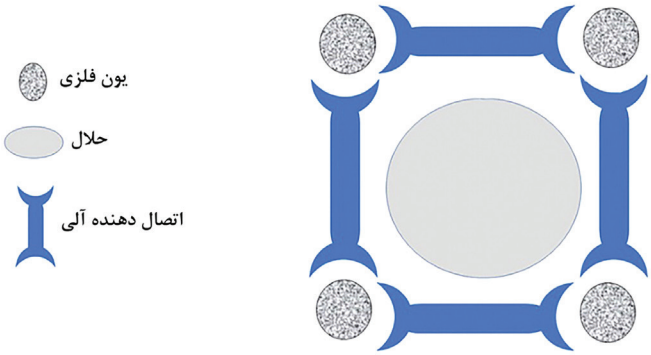
الف- C_{70}

ب- C_{82}

ج- C_{60}

د- C_{90}

۴. چارچوب‌های فلز - آلی، یکی از انواع نانومواد دارای حفرات با ابعاد نانومتری هستند. حفرات موجود در این ساختارها از اتصال مولکول‌های آلی و یون‌های فلزی طی فرایند خودآرایی تشکیل می‌شوند و معمولا در فرآیند تهیه آن‌ها، مولکول‌های حلال در درون حفرات چارچوب‌های فلز- آلی به دام می‌افتند. طرح این ساختار به صورت شماتیک در شکل زیر نشان داده شده است. کدامیک از برهمکنش‌های درون این ساختار می‌تواند از نوع کووالانسی باشد؟



الف- برهمکنش بین مولکول حلال و مولکول اتصال‌دهنده آلی

ب- برهمکنش بین یون فلزی و مولکول اتصال‌دهنده آلی

ج- برهمکنش بین عناصر تشکیل‌دهنده مولکول آلی

د- تمامی برهمکنش‌ها غیر کووالانسی می‌باشند

۵. شعاع اتمی اتم A برابر با ۰/۱ نانومتر است، اگر در یک سانتی‌متر مکعب تعداد $۱/۷\times۱۰^{۲۳}$اتم وجود داشته باشد، ضریب تراکم اتم‌ها چقدر است؟$(\pi \approx ۳)$

الف- ۰/۳۲

ب- ۰/۶۸

ج- ۰/۷۴

د- ۰/۲۸

۶. با کاهش اندازه نانوذرات نیمه‌رسانای گالیوم آرسنایید (GaAs) از ۹۰ نانومتر به ۳۰ نانومتر، کدام یک از تغییرات زیر در طیف جذب و نشر نوری آن اتفاق می‌افتد؟

الف- طول موج جذب نوری کاهش و طول‌موج نشر نوری افزایش می‌یابد.

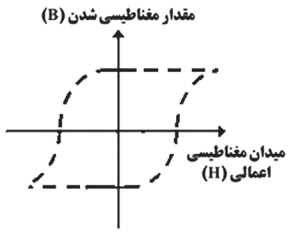
ب- طول‌موج جذب نوری کاهش و طول‌موج نشر نوری کاهش می‌یابد.

ج- طول‌موج جذب نوری افزایش و طول‌موج نشر نوری افزایش می‌یابد.

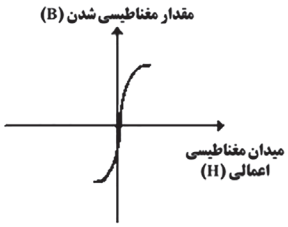
د- طول‌موج جذب نوری افزایش و طول‌موج نشر نوری کاهش می‌یابد.

۷. پژوهشگری از طریق تغییر پارامترهای سنتز شیمیایی و عملیات حرارتی، سه نمونه از نانوذرات مغناطیسی آهن- پلاتین (Fe-Pt) را در آزمایشگاه سنتز کرده است (نمونه‌های ۱و ۲ و ۳) نمودار پسماند مغناطیسی (هیسترزیس) نمونه‌های ۱و ۲ و ۳ به‌ترتیب در شکل نشان داده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، هر دسته از ذرات برای کدام کاربرد مناسب است؟

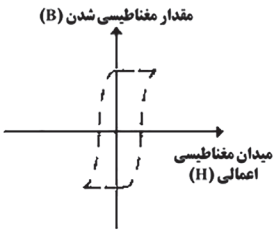
(۱)



(۲)



(۳)



الف- **نمونه (۱)** برای داروررسانی هدفمند، **نمونه (۳)** برای بکارگیری در ساخت آهنرباهای غیر دائمی

ب- **نمونه (۲)** برای داروررسانی هدفمند، **نمونه (۳)** برای بکارگیری در ساخت آهنرباهای دائمی

ج- **نمونه (۳)** برای داروررسانی هدفمند، **نمونه (۱)** برای بکارگیری در ساخت آهنرباهای غیر دائمی

د- **نمونه (۲)** برای داروررسانی هدفمند، **نمونه (۱)** برای بکارگیری در ساخت آهنرباهای دائمی

۸. رخداد کدام یک از اتفاقات زیر موجب کاهش انرژی سطحی نانوذرات طی مراحل و فرآیندهای سنتزی نمی‌شود؟

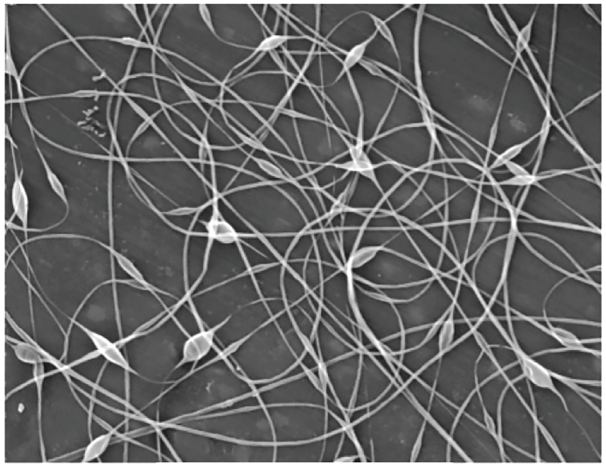
الف- زینترینگ

ب- آگلومره شدن در اثر افزایش غلظت نانوذرات در کلوئیدها

ج- افزودن سورفکتانت با بار همنام با سطح ذره طی فرآیند سنتز

د- رشد استوالد

۹. پژوهشگری برای تولید نانوالیاف پلیمری PEG، سه گرم PEG را در مخلوط ۹۴ گرم آب و ۳ گرم اتانول حل کرده و در ولتاژ ۱۰ کیلوولت آن را الکتروریسی می‌کند، بعد از تصویربرداری از الیاف تولیدی متوجه می‌شود که این الیاف دارای نقاط گلوله مانندی مطابق شکل زیر هستند، برای حل این مشکل و تولید نانوالیاف بدون این نقاط گلوله‌ای کدام گزینه را به‌عنوان راهکار به او پیشنهاد می‌دهید؟



الف- افزایش سرعت چرخش جمع کننده الیاف _ کاهش قطر سوزن سرنگ

ب- کاهش سرعت چرخش جمع کننده الیاف _ افزایش قطر سوزن سرنگ

ج- افزودن نمک (NaCl) به محلول _ افزایش نسبت پلیمر به مخلوط آب و اتانول

د- افزودن نمک (NaCl) به محلول _ کاهش نسبت پلیمر به مخلوط آب و اتانول

۱۰. پژوهشگری می‌خواهد به کمک روش لایه‌نشانی یک لنز اپتیکی ضدبازتاب بسازد، برای اینکار باید روی یک لنز شیشه‌ای محدب مطابق شکل زیر چندین لایه‌نازک با جنس‌های متفاوت، لایه‌نشانی کند. در این روش، یکنواختی و کنترل ضخامت لایه‌ها (درحد چندآنگستروم)، از پارامترهای مهم محسوب می‌شوند. کدام روش زیر را برای اینکار به او پیشنهاد می‌دهید؟

الف- رسوب شیمیایی بخار (CVD)

ب- کندوپاش مگنترون (مگنترون اسپاترینگ)

ج- تبخیر با باریکه الکترونی

د- رسوب‌دهی لایه اتمی (ALD)

۱۱ . در میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) با کاهش فاصله بین سوزن (پروب) با سطح نمونه از ۱۰ نانومتر تا یک انگستروم، نیروی بین سوزن و سطح نمونه چگونه تغییر می‌کند؟

الف- ابتدا نیروی جاذبه افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

ب- ابتدا نیروی دافعه افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

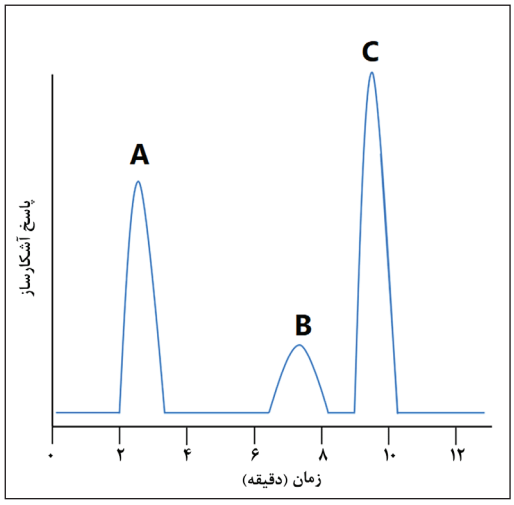
ج- نیروی جاذبه همواره افزایش می‌یابد.

د- نیروی دافعه همواره کاهش می‌یابد.

۱۲. واکنش تبدیل گاز کربن دی اکسید به فرمیک اسید درحضور نانوکاتالیست‌ها یکی از مهمترین موضوعات تحقیق در حوزه حفظ محیط زیست در دهه اخیر است. واکنش این تبدیل بصورت زیر است:

$$H_2\,(g) + CO_2\,(g) \rightarrow H_2C{=}O$$

مواد واکنش فوق پس از جداسازی کاتالیست به دستگاه کروماتوگرافی گازی(GC) که به یک ستون قطبی مویینه مجهز است، تزریق می‌شود. کروماتوگرام نشان داده شده در شکل زیر مربوط به تزریق نمونه، اندکی پس از شروع واکنش است. کدام پیک مربوط به محصول واکنش است؟



الف- پیک A

ب- پیک B

ج- پیک C

د- نمی‌توان تنها از روی کروماتوگرام پیک‌ها را به ماده نسبت داد

۱۳. درطیف حاصل از طیف‌سنجی تفکیک انرژی (EDS)، از یک نمونه لایه‌نازک اکسیدروی به ضخامت ۳۵ نانومتر با زیرلایه سیلیکونی، پیک‌های مربوط به کدام موارد زیر قابل مشاهده خواهد بود؟

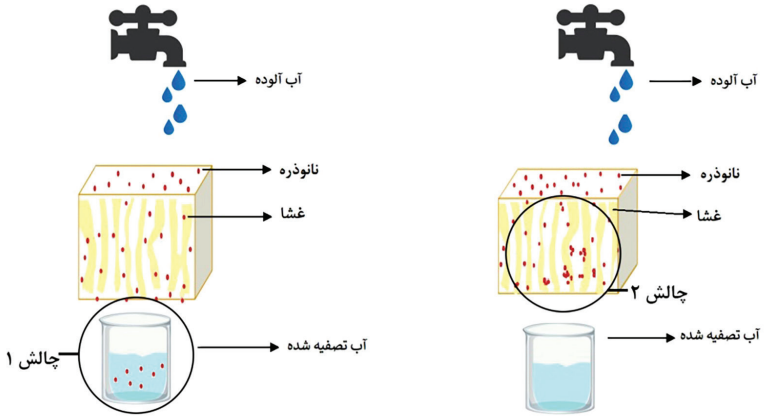
الف- Si ، ZnO

ب- Zn،O

ج- ZnO

د- Zn، O، Si

۱۴- یکی از روش‌های تصفیه آب‌های آلوده استفاده از غشاهای پلیمری اصلاح شده با نانوذرات است، در این روش همواره چالش‌هایی پیش روی پژوهشگران قراردارد، در شکل زیر، دو چالشی که در تصفیه آب به کمک غشاهای پلیمری اصلاح شده با نانو مواد پیش می‌آید، بصورت شماتیک نشان داده شده است. برای حل هریک از این چالش‌ها کدام راه حل مناسب می‌باشد؟



الف- راه حل چالش (۱) استفاده از نانومواد با قدرت آب‌دوستی بالاتر، راه حل چالش (۲) اصلاح سطحی نانومواد جهت بهبود پخش‌شوندگی آن‌ها

ب- راه حل چالش (۱) استفاده از نانومواد با قدرت آب‌دوستی بالاتر، راه حل چالش (۲) ایجاد پیوند کوالانسی بین پلیمر و نانومواد

ج- راه حل چالش (۱) ایجاد پیوند کوالانسی بین پلیمر و نانومواد، راه حل چالش (۲) اصلاح سطحی نانومواد جهت بهبود پخش‌شوندگی آن‌ها

د- راه حل چالش (۱) ایجاد پیوند کوالانسی بین پلیمر و نانومواد، راه حل چالش (۲) استفاده از نانومواد با قدرت آب‌دوستی بالاتر

۱۵. برای سنجش سطح گلوکز خون از حسگرهای آنزیمی و غیر آنزیمی استفاده می‌شود. در حسگرهای آنزیمی از گلوکز اکسیداز به‌عنوان شناساگر و گیرنده استفاده می‌شود. در حسگرهای غیر آنزیمی تشخیص سطح گلوکز خون از طریق فرآیندهای کاتالیستی روی سطح نانومواد انجام می‌شود. با توجه به این توضیحات، به ترتیب از نظر پایداری (حرارتی و مکانیکی)، حدتشخیص و انتخاب‌گری کدام نوع حسگر نسبت به دیگری برتری دارد؟

الف- آنزیمی –آنزیمی – آنزیمی

ب- غیرآنزیمی – غیرآنزیمی – آنزیمی

ج- غیرآنزیمی – آنزیمی – آنزیمی

د- آنزیمی – غیر آنزیمی – آنزیمی

۱۶. کدام گزینه در مورد دارورسانی با کمک فناوری نانو صحیح است؟

الف- به دلیل ساختار نامتقارن و غیرسمی نسبی فولرین(C_{60}) ، این ماده قابلیت بالایی برای استفاده به‌عنوان حامل دارویی دارد.

ب- به دلیل امکان عامل‌دار کردن سطح نانولوله‌های کربنی و همچنین امکان بارگذاری زیاد دارو در آن‌ها، نانولوله‌های کربنی درداروسانی کاربرد فراوانی دارند .

ج- وجود دو فضای آبدوست و آبگریز، دندریمرها را برای کاربردهای دارورسانی و بیولوژیکی جذاب کرده است.

د- هر سه گزینه صحیح است.

۱۷. در ساخت خازن‌ها، فناوری نانو چگونه می‌تواند باعث ساخت ابرخازن‌ها با ظرفیت بالا شود؟

الف- افزایش سطح الکترود- افزایش فاصله بین صفحات خازن

ب- افزایش سطح الکترود- کاهش فاصله بین صفحات خازن

ج- کاهش سطح الکترود- کاهش فاصله بین صفحات خازن

د- کاهش سطح الکترود- افزایش فاصله بین صفحات خازن

۱۸. دانش‌آموزی در حین انجام پژوهش خود در یک آزمایشگاه تحقیقاتی فناوری نانو مقدار کمی از نانوذرات سنتز شده را ناخواسته روی سطح میزی که از سنگ صیقلی غیرمتخلخل ساخته شده است، می‌ریزد. بهترین راه برای پاکسازی این آلودگی چیست؟

الف- استفاده از هوای فشرده

ب- شستشوی یکباره با آب فراوان

ج- پاک کردن با فرچه

د- استفاده از پارچه مرطوب با آب یا حلال مناسب

۱۹. کدام گزینه سطح ویژه یک نانوالیاف توخالی به طول ۲۰ میکرومتر، شعاع داخلی ۲۰ نانومتر و شعاع خارجی ۳۰ نانومتر را بر حسب μm^{-1} به درستی بیان می‌کند؟

الف- ۲۰۰/۱

ب- ۰/۳

ج- ۱۰۰/۲

د- ۲۰۰۰

۲۰. در یک ساختار هندسی نسبت طول بُعد بزرگتر به طول بُعد کوچکتر را نسبت ابعادی (aspect ratio) می‌گویند. کدامیک از ساختارهای زیر نسبت ابعادی بزرگتری دارد؟

الف- نانو لوله

ب- نانو میله

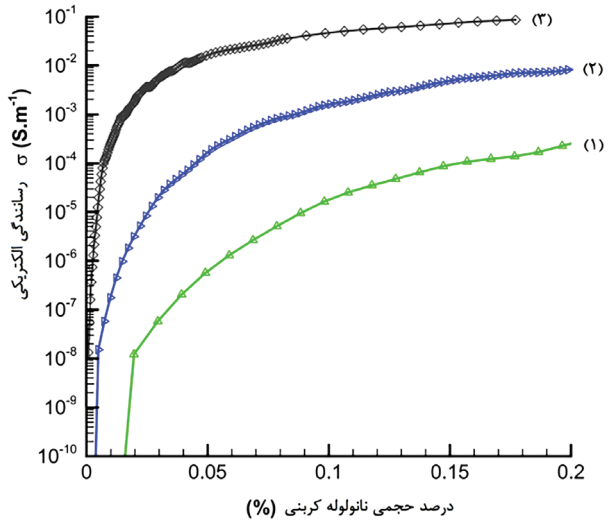
ج- نانوذره کروی

د- نانو الیاف

۲۱. یکی از مفاهیم حائز اهمیت در ساخت نانوکامپوزیت‌ها، مفهوم آستانه تراوش برای یک خاصیت است. در واقع برای ایجاد خواصی مانند رسانایی حرارتی یا الکتریکی در یک زمینه عایق، نیاز به مقادیر بحرانی از نانوساختار رسانا به منظور ایجاد یک شبکه سه‌بعدی برای عبور الکتریسیته یا حرارت است. به مقدار درصد وزنی مورد نیاز از نانوساختار برای شکل‌گیری این شبکه سه‌بعدی در زمینه، آستانه تراوش گفته می‌شود.

پژوهشگری برای ساخت نانو کامپوزیت‌رسانا، از سه نوع نانولوله کربن A ،B و C با مولفه‌های کایرال متفاوت استفاده نموده است. نمودار مربوط به تغییرات رسانندگی الکتریکی هر یک از سه نوع نانولوله کربنی برحسب درصد وزنی آن‌ها در شکل زیر نشان داده شده است. با فرض اینکه در هر سه نمونه، نانولوله‌های کربنی بطور یکنواخت در زمینه خود پخش شده باشند، هر یک از نمودارهای (۱) و (۲) و (۳) مربوط به کدام نمونه نانولوله کربنی است؟

نام نمونه	مولفه کایرال نانولوله
A	(7،4)
B	(5،3)
C	(10،6)



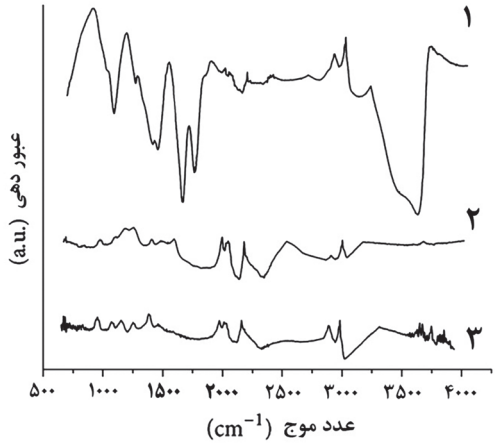
الف- نمودار (۱): نمونه A - نمودار (۲): نمونه B - نمودار (۳): نمونه C

ب- نمودار (۱): نمونه B - نمودار (۲): نمونه C - نمودار (۳): نمونه A

ج- نمودار (۱): نمونه B - نمودار (۲): نمونه A - نمودار (۳): نمونه C

د- نمودار (۱): نمونه A - نمودار (۲): نمونه C - نمودار (۳): نمونه B

۲۲. در یک فرایند شیمیایی گرافن را ابتدا اکسید و سپس احیا کردیم. با توجه به نمودارهای طیف‌سنج مادون قرمز (FTIR) که در شکل نشان داده شده است. کدام گزینه نمودارهای گرافن، اکسید گرافن و اکسید گرافن احیاشده را به ترتیب، به درستی نشان می‌دهد؟



الف- طیف شماره ۱، طیف شماره ۲، طیف شماره ۳.

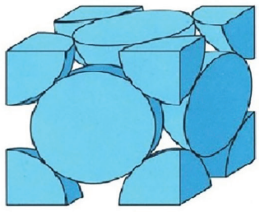
ب- طیف شماره ۲، طیف شماره ۳، طیف شماره ۱.

ج- طیف شماره ۳، طیف شماره ۲، طیف شماره ۱.

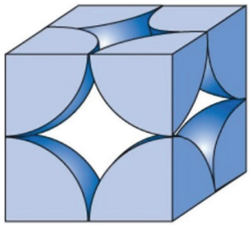
د- طیف شماره ۲، طیف شماره ۱، طیف شماره ۳.

۲۳. اتم‌های یک نانوذره چیدمانی همانند شکل ۱ دارند. طی فرآیندی چیدمان اتم‌های آن به صورت شکل۲ تغییر می‌یابد. با فرض ثابت بودن جرم نانوذره، حجم آن چند برابر خواهد شد؟

شکل (۱)



شکل (۲)



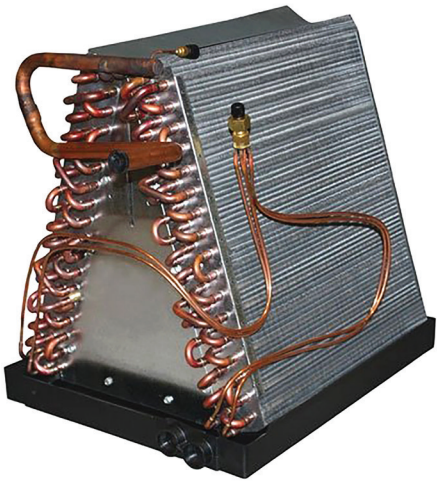
الف- ۱/۳

ب- ۱/۷

ج- ۰/۷

د- ۱/۴

۲۴. در ساخت کولرهای گازی از یک شبکه مسی و آلومینیومی، از دمش هوا برای خنک کردن گاز درون آن‌ها استفاده می‌شود. برای محافظت از این شبکه مسی و آلومینیومی در برابر خوردگی، از پوشش‌هایی استفاده می‌شود که دارای سه ویژگی باشند؛ ۱- مقاومت در برابر خوردگی، ۲- چسبندگی کافی، ۳- انتقال حرارت مناسب. در صورتی که بخواهیم سطح شبکه مسی و آلومینیومی مذکور را رنگ‌آمیزی کنیم، از کدام نانوماده زیر برای ساخت رنگ جهت پوشش‌دهی استفاده نماییم؟ چرا؟



الف- استفاده از نانورس به منظور افزایش انتقال حرارت

ب- استفاده از نانوذرات اکسیدتیتانیوم به منظور بهبود مقاومت به خوردگی

ج- استفاده از نانولوله‌های کربنی به منظور بهبود انتقال حرارت

د- استفاده از گرافن به منظور بهبود چسبندگی رنگ به بدنه مسی و آلومینیومی

۲۵. با استفاده از روش کندوپاش یونی (اسپاترینگ) روی یک زیرلایه نارسانا پوشش رسانا ایجاد شده است. به منظور بررسی خاصیت ابررسانایی پوشش ایجادشده، از کدامیک از میکروسکوپ‌های زیر می‌توان استفاده کرد؟

الف- میکروسکوپ تونلی روبشی(STM)

ب- میکروسکوپ نیروی اتمی(AFM)

ج- میکروسکوپ الکترونی روبشی الکترون ثانویه (SE-SEM)

د- میکروسکوپ الکترونی عبوری(TEM)

سوال (۱)

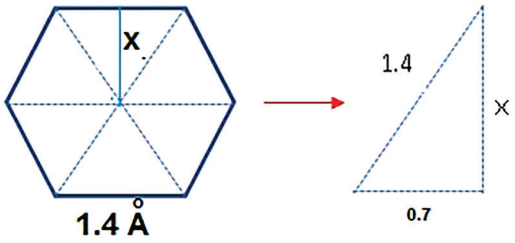
پاسخ: گزینه الف

با توجه به فرضیات صورت سوال، با نصف شدن اندازه ذرات، تعداد نانو ذرات ۸ برابر می‌شود. در این حالت تعداد نانو ذرات در هرکدام از راستاها x،y و z دو برابر می‌شود در این حالت فاصله بین دو ذره (مثلاa) نصف می‌شود (a/۲) لذا نسبت فاصله نانوذرات در ظرف اول نصف فاصله نانوذرات در ظرف دوم خواهد بود.

سوال (۲)

پاسخ: گزینه د

با در نظر گرفتن مثلث قائم الزاویه شکل زیر و با استفاده از رابطه فیثاغورث مقدار x را به دست می‌آوریم.



$$(۱/۴)^۲ = (۰/۷)^۲ + (x)^۲ \rightarrow x = ۱/۲\ \text{Å}$$

برای محاسبه قطر نانولوله کربنی، می‌توان یک دایره محیطی برای این چند ضلعی منتظم درنظر گرفت، در این صورت قطر این دایره تقریبا با قطر نانولوله کربنی برابر است. برای محاسبه محیط این دایره محیطی، کافی است دو برابر عدد حاصل (x) را در تعداد شش ضلعی‌ها ضرب کنیم:

$$۲x = ۰/۲۴\ nm$$

$$۴۰۰ \times ۰/۲۴ = ۹۶\ nm$$

با در نظر گرفتن رابطه محیط دایره و برابر قرار دادن آن با عدد به دست آمده، می‌توان شعاع دایره و از روی آن قطر دایره و سطح مقطع نانولوله کربنی را بدست آورد.

$$۲\pi r = ۹۶ \rightarrow r = ۱۶\ nm \rightarrow \varphi = ۳۲\ nm$$

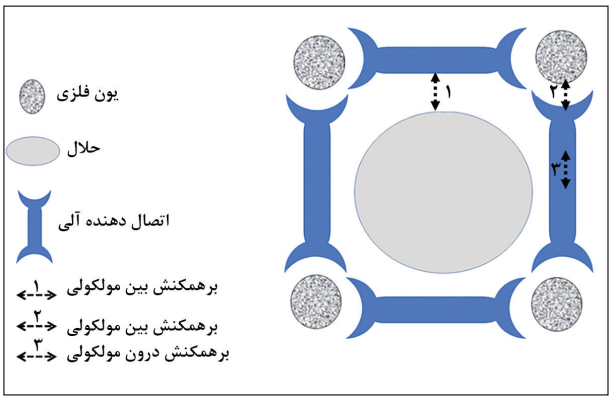
سوال (۳)

پاسخ: گزینه د

هدف این سوال فاصله بین پنج ضلعی‌های مولکول فولرین است. هرچه مولکول فولرین بزرگتر شود به دلیل ثابت بودن تعداد پنج ضلعی‌ها فاصله بین آن‌ها بیشتر می‌شود. بنابراین هرچه تعداد اتم‌های کربن فولرین بیشتر باشد این فاصله هم بیشتر می‌شود.

سوال (۴)

پاسخ: گزینه ج



چون سنتز ماده چارچوب فلز- آلی به روش خودآرایی صورت می‌پذیرد پیوند بین خوشه فلزی و مولکول اتصال‌دهنده آلی (برهمکنش ۲ در شکل زیر) و نیز بین اتصال‌دهنده آلی و حلال (برهمکنش ۱ در شکل زیر) برگشت‌پذیر و غیرکووالانسی است.

برهمکنش درون مولکول اتصال‌دهنده (شماره ۳ در شکل زیر) که یک ماده آلی است از نوع پیوند کووالانسی است.

سوال (۵)

پاسخ: گزینه ب

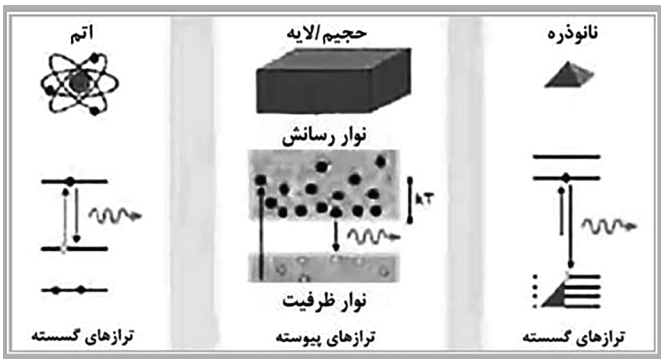
ضریب تراکم (PF) میزان انباشتگی اتم‌ها را در یک حجم معین نشان می‌دهد. براین اساس خواهیم داشت:

$$PF = \frac{\frac{۴}{۳}\pi R^{۳} N}{V} = \frac{۴}{۳}\pi R^{۳} \times \frac{N}{V} = \frac{۴}{۳}\pi \left(۰/۱ \times ۱۰^{-۹}\right)^{۳} \times \frac{۱/۷ \times ۱۰^{۲۳}}{۱۰^{-۶}} = ۴ \times ۱۰^{-۳۰} \times ۱/۷ \times ۱۰^{۲۹} = ۰/۶۸$$

سوال (۶)

پاسخ: گزینه ب

با کاهش اندازه نانوذرات، گاف انرژی افزایش یافته و درنتیجه انرژی لازم جهت تهییج الکترون‌ها (جذب) افزایش یافته و از طرفی انرژی آزاد شده نیز افزایش می‌یابد. لازم به ذکر است که طول‌موج با انرژی رابطه معکوس دارد.



سوال (۷)

پاسخ: گزینه د

شکل شماره ۱ نمودار هیسترزیس یک نمونه‌مغناطیسی سخت را نشان می‌دهد و از آنجایی که پسماند مغناطیسی بالایی دارد برای ساخت آهنربای دائمی مناسب است.

شکل شماره۲ نمودار پسماند مغناطیسی یک نمونه ابرپارامغناطیس را نشان می‌دهد که به دلیل عدم وجود پسماند مغناطیسی و کاهش تمایل به آگلومره شدن ذرات در دارورسانی هدفمند بکاربرده می‌شود.

شکل شماره ۳ نمودار هیسترزیس یک نمونه مغناطیسی نرم را نشان می‌دهد و از آنجایی که پسماند مغناطیسی کمی دارد برای ساخت آهنربای غیر دائمی مناسب است.

سوال (۸)

پاسخ: گزینه ج

رشد استوالد و زینترینگ با افزایش اندازه ذرات موجب کاهش انرژی سطحی و افزایش پایداری می‌شوند. سورفکتانت با بارهمنام با سطح ذره، از به هم چسبیدن ذرات جلوگیری کرده و لذا از کاهش انرژی سطحی جلوگیری می‌کند. با آگلومره شدن ذرات در اثر افزایش غلظت نانوذرات در کلوئیدها در حین فرایند سنتز، انرژی سطحی کاهش می‌یابد.

سوال (۹)

پاسخ: گزینه ج

با توجه به اینکه غلظت۳ % وزنی از پلیمر، غلظت کمی محسوب می‌شود. غلظت محلول در شکل الیاف بسیار تاثیر گذار است و معمولا غلظت کم در محلول باعث می‌شود مشکل نقاط گلوله‌ای (bead) در الکتروریسی به وجود بیاد، لذا با افزایش غلظت تا حد بهینه، این مشکل برطرف می‌شود. همچنین رسانایی محلول با افزودن نمک بهبود می‌یابد و باعث ریسندگی بهتر الیاف و حل مشکل نقاط گلوله‌ای می‌شود. سرعت چرخش جمع‌کننده الیاف (درام) و همچنین قطر سوزن سرنگ تاثیر قابل توجهی در شکل الیاف ندارد.

سوال (۱۰)

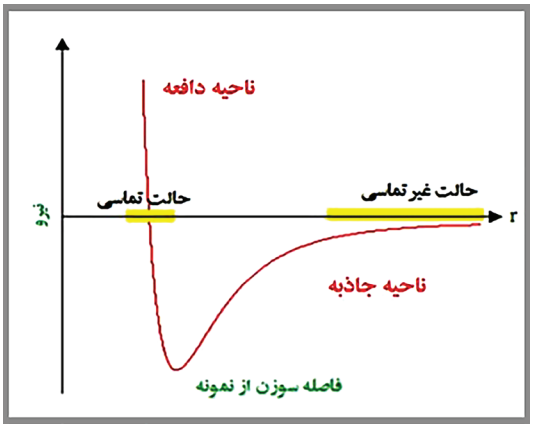
پاسخ: گزینه د

رسوب‌دهی لایه اتمی (ALD) یک روش منحصر به فرد برای رشد لایه‌های نازک به شمار می‌رود که با سایر روش‌های رایج تشکیل فیلم‌های نازک، تفاوت قابل توجهی دارد. روش رسوب‌دهی لایه اتمی ذاتا ماهیت رشد محدود کننده‌ای دارد و می‌توان در هر بار تنها یک لایه اتمی یا مولکولی روی سطح رشد یابد. بنابراین با کنترل تعداد لایه‌ها می‌توان لایه‌هایی را با دقت چند آنگستروم در ضخامت ایجاد کرد، از طرفی با توجه به محدب بودن زیر لایه امکان پوشش‌دهی یکنواخت روی سطح لنز وجود دارد، چون در روش ALD پیش ماده‌ها در فاز گاز هستند. از آنجا که زیرلایه محدب است، به کمک روش‌هایی مثل تبخیر با باریکه الکترونی و یا کندوپاش مگنترون نمی‌توان لایه‌هایی با دقت و یکنواختی بالا ایجاد کرد، با بکارگیری روش CVD نیز امکان کنترل ضخامت لایه در حد چندآنگستروم وجود ندارد. به کمک روشALD می‌توان لایه‌های نازک با دقت چند آنگستروم در ضخامت ایجاد کرد.

سوال (۱۱)

پاسخ: گزینه الف

تغییرات نیروی بین سوزن و سطح نمونه برحسب فاصله بین سوزن با سطح نمونه در میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) بصورت شکل زیر است.



با توجه به شکل، با کاهش فاصله بین اتمی، نیروی بین اتمی (جاذبه) افزایش یافته تا به نقطه تعادل جاذبه و دافعه می‌رسد. در ادامه با کاهش بیشتر فاصله، نیروی بین اتمی (دافعه) افزایش می‌یابد. بنابراین گزینه (الف) صحیح است.

سوال (۱۲)

پاسخ: گزینه ج

از آنجا که ستون قطبی و محصول واکنش نیز یک ماده قطبی است، محصول واکنش از دو ماده دیگر (پیش ماده‌ها) که غیر قطبی هستند دیرتر از ستون خارج می‌شود. بنابراین پیک‌های اول و دوم در کروماتوگرام مربوط به پیش ماده‌ها و پیک سوم مربوط به محصول واکنش خواهد بود.

سوال (۱۳)

پاسخ: گزینه د

روش طیف‌سنجی تفکیک انرژی (EDS)، یک روش آنالیز عنصری است که به کمک آن می‌توان عناصر موجود در نمونه را تعیین نمود. هم چنین با توجه به ضخامت کم لایه نازک، عناصر مربوط به زیرلایه سیلیکونی نیز قابل تشخیص خواهد بود. بنابراین گزینه (د) صحیح است.

سوال (۱۴)

پاسخ: گزینه ج

چالش‌های نشان داده شده به ترتیب مربوط به مشکل خروج نانومواد از سیستم غشایی حین فرآیند (چالش (۱)) و تجمع و آگلومره شدن نانومواد و انسداد حفره‌ها (چالش (۲)) است. برای حل چالش اول می‌توان با ایجاد پیوند کوالانسی بین پلیمر و نانومواد از خروج نانومواد جلوگیری کرد. چالش دوم را می‌توان با بهبود قدرت پخش‌شوندگی نانومواد در حین مرحله تولید غشاها برطرف کرد. یک روش برای این هدف، اصلاح سطحی نانومواد جهت بهبود پخش‌شوندگی آن‌ها است.

سوال (۱۵)

پاسخ: گزینه ج

الکترودهای آنزیمی از فرآیندهای داخل بدن الهام گرفته و انتخاب‌پذیری و حساسیت آن‌ها در تشخیص آنالیت بسیار بالا است. از طرفی الکترودهای آنزیمی به دلیل طبیعت خود، ناپایدار بوده و محققان در حال توسعه آن‌ها برای حل این مشکل هستند. ولی الکترودهای غیر آنزیمی که معمولا از فلزات و اکسیدهای فلزی ساخته می‌شوند، نسبت به آنزیمی‌ها، پایدارترند.

سوال (۱۶)

پاسخ: گزینه ب

گزینه الف نادرست است زیرا قابلیت بالای فولرین‌ها و مشتقات محلول آن‌ها برای استفاده به عنوان حامل دارویی به دلیل ساختار متقارن و غیرسمی بودن نسبی آن‌ها است. در این گزینه گفته شده که ساختار C_{60} نامتقارن است که صحیح نیست.

گزینه ج نادرست است زیرا وجود فضای آبدوست و آبگریز بیشتر مربوط به لیپوزوم است که قابلیت دارورسانی چشمگیری به آن داده است.

گزینه ب صحیح است زیرا به دلیل امکان عامل‌دار کردن سطح نانولوله‌های کربنی و امکان بارگذاری زیاد دارو در آن‌ها، کاربرد فراوانی در دارورسانی دارند.

سوال (۱۷)

پاسخ: گزینه ب

ظرفیت خازن از رابطه $C=k\varepsilon_0 A/d$ بدست می‌آید. در این رابطه k ثابت دی الکتریک، A مساحت صفحات خازن و d فاصله بین صفحات خازن است. ثابت دی الکتریک برای هوا برابر با یک است، و برای سایر مواد دی‌الکتریکی بزرگتر از یک است. بنابراین، مطابق با این رابطه با افزایش مساحت صفحات خازن، کاهش فاصله بین صفحات خازن و افزایش ثابت دی الکتریک، ظرفیت خازن افزایش می‌یابد.

سوال (۱۸)

پاسخ: گزینه د

درصورت نشت مقادیر کم نانوذرات بر روی سطوح غیرمتخلخل (مانند کف اتاق، کفپوش چوبی)، افراد آموزش دیده می‌توانند با استفاده از یک پارچه مرطوب با آب یا حلال مناسب، آلودگی را برطرف کنند. روش‌های پاکسازی خشک یا استفاده از هوای فشرده ممنوع است و در صورت نیاز به خلا خشک، بهتر است از جاروبرقی‌های مجهز به فیلتر HEPA استفاده شود. در روش‌های پاکسازی به کمک آب، باید توجه داشت که در این موارد، سطح آلوده به نانو مواد پودری و جامد، به آرامی باید با حداقل یک مایع سازگار (صابون / آب ،روغن تمیز کننده و غیره) مرطوب شده تا از تولید ذرات معلق در هوا جلوگیری شود. سطح مرطوب شده با یک دستمال جاذب یکبار مصرف پاک می‌شود. بهتر است تمیز کردن منطقه را چندین بار با استفاده از محلول‌های تمیز کننده و دستمال‌های مرطوب تازه تکرار کرده و دستمال‌های مرطوب استفاده شده به منظور دفع پسماند، درون کیسه‌های در بسته قرار داده شده تا از رهایش نانومواد هنگام خشک شدن در هوا جلوگیری شود.

سوال (۱۹)

پاسخ: گزینه الف

مساحت سطح رویه الیاف:

$$A = 2(\pi R_2^2 - \pi R_1^2) + 2\pi R_1 L + 2\pi R_2 L$$

حجم الیاف:

$$V = (\pi R_2^2 - \pi R_1^2)L$$

با توجه به اینکه جرم نمونه داده نشده است و با توجه به یکای سطح ویژه که در گزینه‌ها بصورت μm^{-1} آورده شده است، سطح ویژه را بصورت نسبت مساحت به حجم بصورت زیر تعریف می‌کنیم:

$$\frac{A}{V} = \frac{2(\pi R_2^2 - \pi R_1^2) + 2\pi R_1 L + 2\pi R_2 L}{(\pi R_2^2 - \pi R_1^2)L} = \frac{2(R_2^2 - R_1^2) + 2R_1 L + 2R_2 L}{(R_2^2 - R_1^2)L} = \frac{2}{L} + \frac{2}{(R_2 - R_1)}$$

$$\frac{A}{V}(nanofiber) = \frac{2}{20} + \frac{2}{(30-20)\times 10^{-3}} = 0.1 + 200 = 200.1\ \mu m^{-1}$$

سوال (۲۰)

پاسخ: گزینه د

با توجه به ساختار نانوالیاف، طول الیاف در آن نسبت به قطر سطح مقطع بسیار بزرگتر است، بنابراین نانوالیاف دارای نسبت ابعادی بزرگتری نسبت به سایر ساختارها (نانومیله‌ها، نانولوله‌ها و نانوذرات) هستند.

نسبت ابعادی در نانو میله‌ها و نانو لوله‌ها کمتر از ۱۰۰، در نانوذرات کروی حدود یک ولی در نانو الیاف بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ است.

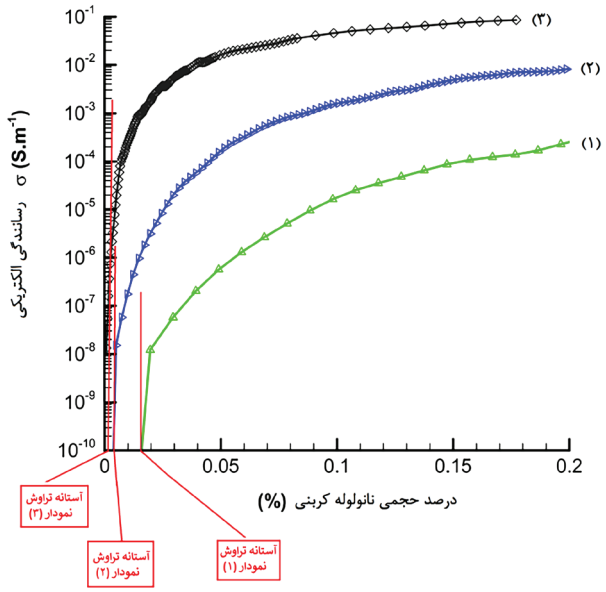
سوال (۲۱)

پاسخ: گزینه ب

شرط رسانایی نانولوله‌های کربنی این است که حاصل تفریق مولفه‌های کایرال مضربی از ۳ باشد، یعنی:

(m-n)/3=1, 2, 3…

اگر شرط بالا وجود نداشته باشد، نانولوله کربنی نیمه‌رسانا است. از طرفی با توجه به توضیحات آستانه تراوش، آستانه تراوش در نمودار (۳) کمتر از نمودار (۲) و (۱) است، از بین سه نمونه نانولوله کربنی، نمونه A رسانا و نمونه‌های B, C نیمه‌رسانا هستند. بنابراین، نمودار (۳) مربوط به نمونه A است. لذا گزینه ب صحیح است.



سوال (۲۲)

پاسخ: گزینه د

با توجه به اینکه با اکسیدشدن گرافن، گروه‌های عاملی آلی اکسیژن‌دار بر روی سطح ماده اکسید گرافن با گروه‌های عاملی مربوط به گرافن و اکسیدگرافن احیا شده متفاوت است، می‌توان گفت که نمودار (۱) مربوط به اکسیدگرافن است، و نمودارهای (۲) و (۳) به گرافن و اکسیدگرافن احیا شده مربوط هستند. در شکل زیر نیز گروه‌های عاملی این سه ماده نشان داده شده است.

لذا با توجه به توضیحات فوق، فقط گزینه (د) می‌تواند صحیح باشد و سایر گزینه‌ها غلط هستند.

سوال (۲۳)

پاسخ: گزینه د

ساختار شماره (۱) یک ساختار بلوری مکعبی مرکزوجه پر (FCC) و ساختار شماره (۲) یک ساختار بلوری ساده را نشان می‌دهد. وقتی ساختار از FCC به مکعبی ساده تبدیل می‌شود، هر ساختار FCC به چهار ساختار مکعبی ساده تبدیل می‌شود. در این تغییر ساختار، نسبت حجم‌ها برابر است با:

$$\frac{V_2}{V_1}=\frac{4V_{SC}}{V_{FCC}}=\frac{4(2R)^3}{\left(\frac{4R}{\sqrt{2}}\right)^3}=\frac{32(R)^3}{\frac{32}{\sqrt{2}}(R)^3}=\sqrt{2}=1.4$$

سوال (۲۴)

پاسخ: گزینه ج

در نانولوله‌های کربنی ترابرد الکترون در راستای طولی نانولوله بیشتر است و همین موجب افزایش رسانایی الکتریکی و رسانایی حرارتی در راستای طول نانو لوله می‌شود، و استفاده از نانولوله‌های کربنی می‌تواند موجب بهبود انتقال حرارت گردد.

سوال (۲۵)

پاسخ: گزینه الف

با استفاده از میکروسکوپ STM می‌توان برخی از خواص سطح نظیر ابررسانایی را مورد بررسی قرار داد.