



باسمه تعالی
جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
باشگاه دانش‌پژوهان جوان

علم برای یک ملت مهم‌ترین ابزار آبرو، پیشرفت و اقتدار است. «امام خاندانی (ره)»

دفترچه سؤالات مرحله دوم سال تحصیلی ۱۴۰۴-۱۴۰۵

هفدهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو

نوع آزمون: تشریحی	مدت پاسخگویی: ۱۳۰ دقیقه
تعداد سؤالات: ۵	

استفاده از ماشین حساب مجاز است.

توضیحات مهم

- ۱- سؤالات این مرحله به دو شکل تشریحی و تستی و در دو دفترچه جداگانه طراحی شده‌اند. ابتدا دفترچه سؤالات چهارگزینه‌ای توزیع می‌شود.
- ۲- مشخصات خود را با اطلاعات بالای هر صفحه پاسخ‌نامه تطبیق دهید. در صورتی که حتی یکی از صفحات با مشخصات شما هم‌خوانی ندارد، بلافاصله مراقبین را مطلع نمایید.
- ۳- پاسخ هر سوال تشریحی را در صفحه و محل تعیین شده در پاسخ‌برگ بنویسید. اگر همه یا قسمتی از پاسخ سوال را در محل پاسخ سوال دیگر یا خارج از محل تعیین شده بنویسید، نمره‌ای به آن پاسخ تعلق نمی‌گیرد.
- ۴- پاسخ‌های غلط در سؤالات تشریحی، نمره منفی ندارد.
- ۵- 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 می‌شود و در هر مرحله‌ای که باشید از ادامه حضور در المپیاد محروم خواهید شد.
- ۶- از مخدوش کردن بارکدها و دایره‌های چهارگوشه پاسخ‌برگ خودداری کنید، در غیر این صورت برگه شما تصحیح نخواهد شد.
- ۷- 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.
- ۸- شرکت‌کنندگان در دوره تابستان از بین دانش‌آموزان پایه دهم و یازدهم و دوازدهم انتخاب می‌شوند.
- ۹- پاسخ نهایی سؤالات تشریحی تنها بخشی از نمره کامل را شامل می‌شود، لذا روند نوشتن پاسخ تشریحی و درج تمام فرآیند و جزئیات پاسخ در محل‌های تعیین شده برای رسیدن به پاسخ نهایی ضروری است و در صورت اشتباه بودن توضیحات، پاسخ نهایی پذیرفته نخواهد شد.
- ۱۰- 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 در هر بخش، نمره مربوط به آن کسر خواهد شد.
- ۱۱- دفترچه سؤالات باید همراه پاسخ‌نامه تحویل داده شوند.
- ۱۲- این دفترچه شامل ۵ سوال و با احتساب جلد، ۴ برگ است.

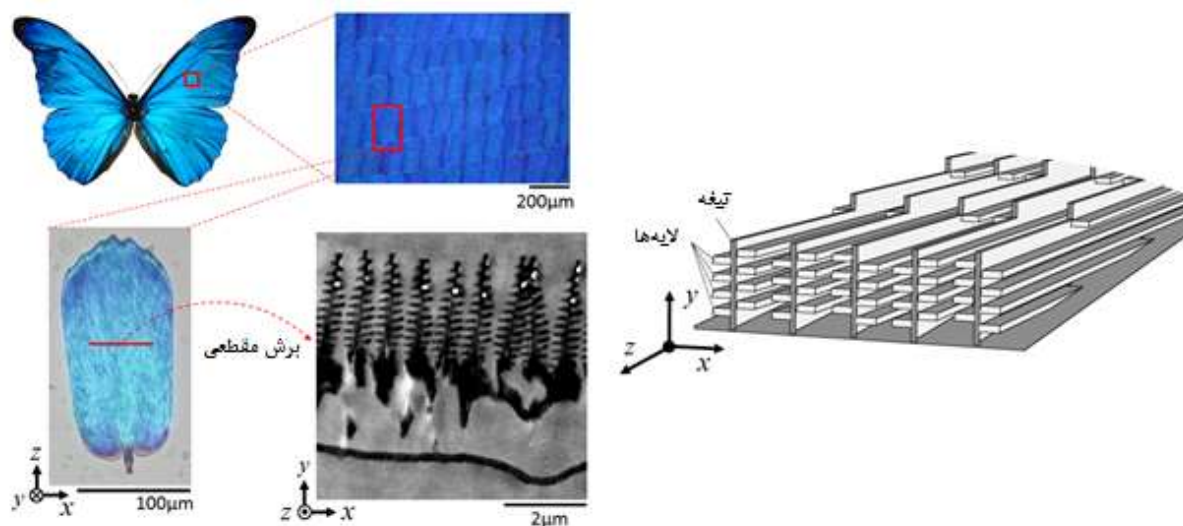
کلیه حقوق این سؤالات برای باشگاه دانش‌پژوهان جوان محفوظ است.

آدرس سایت اینترنتی: ysc.medu.gov.ir

این صفحه جهت استفاده به عنوان چرک نویسی در نظر گرفته شده است.



سوال ۱) نانوزیست تقلیدی (Nano-bio-mimetics) رشته‌ای است که تلاش می‌کند خواص مطلوب زیستی بروز یافته در مقیاس نانو را به مقیاس صنعتی وارد نماید. پروانه Morpho از جمله موجوداتی است که محققان در تلاش هستند تا با بهره‌گیری از خواص تغییر رنگ بال آن، حسگرهای نوری بسازند. در نظر داشته باشید به هنگام تابش نور خورشید به بال این پروانه، بخشی از آن از سطح لایه اول بازتاب کرده و بخشی دیگر وارد شده و از لایه زیرین آن بازتاب می‌کند. حال اگر اختلاف مسیر طی شده مضرب صحیحی از طول موج ورودی باشد، تداخل سازنده رخ خواهد داد و در غیر این صورت به دلیل تداخل مخرب، نوری مشاهده نمی‌شود.



تصاویر و ساختار بال پروانه از مقیاس سانتیمتر به میکرومتر

چنانچه معادله طول موج بازتابی از یک چند لایه در بال پروانه به صورت زیر باشد، به پرسش‌های مطرح شده پاسخ دهید.

$$n_l d_l + n_a d_a = m \frac{\lambda}{2}$$

در این معادله، n ضریب شکست، d ضخامت لایه نازک، λ طول موج بازتاب شده و m یک عدد صحیح است. زیروندهای l و a به ترتیب نشان‌دهنده‌ی لایه (Lamella) و هوا هستند.

فرکانس (تراهرتز)	طول موج (نانومتر)	رنگ
۶۷۰-۷۹۰	۳۸۰-۴۵۰	بنفش
۶۲۰-۶۷۰	۴۵۰-۴۸۵	نیلی
۶۰۰-۶۲۰	۴۸۵-۵۰۰	آبی
۵۳۰-۶۰۰	۵۰۰-۵۶۵	سبز
۵۱۰-۵۳۰	۵۶۵-۵۹۰	زرد
۴۸۰-۵۱۰	۵۹۰-۶۲۵	نارنجی
۴۰۰-۴۸۰	۶۲۵-۷۵۰	قرمز

الف) چنانچه ضخامت هر لایه برابر با ۸۰ نانومتر بوده و لایه‌ها با یکدیگر فاصله‌ی ۱۱۵ نانومتری داشته باشند، آیا وارد کردن بال پروانه از هوا به درون ظرف حاوی اتانول، رنگ بال پروانه را تغییر می‌دهد؟ اگر تغییر می‌دهد، این تغییر را شرح دهید. (۵/۵ نمره)

$$(n_l = 1/55, n_{\text{اتانول}} = 1/36)$$

ب) اگر بخواهید ساختاری مشابه با بال پروانه طراحی کنید، چگونه می‌توانید بدون اینکه محیط نگهداری را تغییر دهید، نور خارج شده از ساختار طراحی شده را (به هنگام تابش نور مرئی) به سمت طول موج‌های کوتاه‌تر جابجا نمایید؟ (۲ نمره)

سوال ۲) در جدول زیر، حضور اتم‌های سطحی با عدد همسایگی ۱ تا ۶ برای نانوذرات فلزی یک عنصر با شبکه‌های بلوری مکعبی A و B ارائه شده است. (راهنمایی: وجوه نانوذرات، از گسترش صفحات (۱۰۰)، (۰۱۰) و (۰۰۱) درست شده‌اند).

عدد همسایگی	حضور اتم‌ها در نانوذره A	حضور اتم‌ها در نانوذره B
۱	×	×
۲	×	×
۳	✓	✓
۴	✓	✓
۵	✓	✓
۶	×	✓

الف) دلیل تفاوت در عدد همسایگی اتم‌ها چیست؟ (۲/۵ نمره)

ب) ساختار بلوری A و B کدام است؟ (۴ نمره)

ج) هر نانوذره مکعبی شکل A، در حدود 151686 اتم با عدد همسایگی ۵ دارد. اندازه نانوذره را بدست آورید؟ (۵ نمره)
($200pm = \text{شعاع اتم}$)

د) چنانچه نانوذره A در بخش ج، به نانوذره با ساختار B تبدیل شود، ابعاد نانوذره B را بدست آورید؟ (۳/۵ نمره)

سوال ۳) سامان قصد دارد تاثیر شرایط سنتز بر اندازه ذرات را بررسی کند. او در روز اول، موفق به تولید کلوئیدهای طلا با رنگ‌های آبی، سبز و قرمز و در روز دوم، موفق به تولید کلوئیدهای CdSe با رنگ‌های آبی، سبز و قرمز شده است. سامان متأسفانه شیوه نام‌گذاری درستی را برای ظروف شش‌گانه در نظر نگرفته و تنها ظروف را شماره‌گذاری کرده است. او ظروف روز اول را از ۱ تا ۳ و ظروف روز دوم را از ۴ تا ۶ شماره‌گذاری کرد. فرض کنید شما از مجموع ظروف شش‌گانه، سه کلوئید با رنگ‌های متفاوت را انتخاب و به کمک یک روش آنالیز میکروسکوپی، اندازه ذرات را مشخص کرده باشید (مطابق با جدول زیر).

شماره ظرف	۳	۵	۶
اندازه نانوذرات (nm)	۶۰	۸	۲

الف) از چه روش آنالیز میکروسکوپی برای تعیین اندازه ذرات استفاده شده است؟ (۱ نمره)

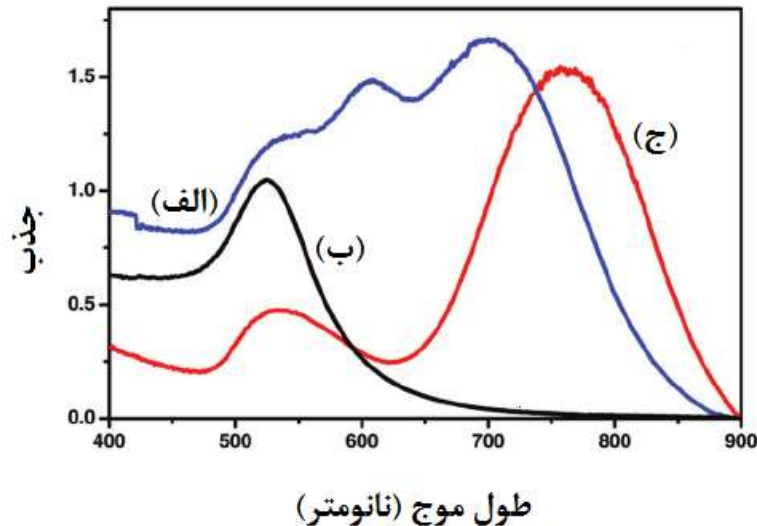
ب) اختلاف رنگ کلوئیدهای مختلف در هر دو روز، ناشی از چیست (بیان کامل دلایل)؟ (۷/۵ نمره)

ج) در رابطه با رنگ کلوئید کدام ظروف، با قطعیت می‌توان نظر داد (بیان کامل دلایل)؟ (۶ نمره)

د) ظروف شش‌گانه را بر اساس افزایش اندازه ذرات مرتب کنید (۳/۵ نمره).

.....(کوچکترین ذرات)،،،،،(بزرگترین ذرات)

سوال ۴) در مقیاس نانو، علاوه بر اندازه ذره، شکل ذره نیز به طور معناداری بر روی خواص فیزیکوشیمیایی ماده تاثیر می‌گذارد. در یک تحقیق، دانش‌آموزی قصد دارد تا با تغییر دادن نسبت ابعادی (Aspect Ratio) یک ذره، طول موج جذبی را از ناحیه مرئی (Visible) به سمت ناحیه فرورسرخ (Infrared) تغییر دهد. با در نظر گرفتن شکل زیر به سوال‌های مطرح شده پاسخ دهید.



طول موج جذبی از ناحیه مرئی تا فرورسرخ برای نانومواد فلزی

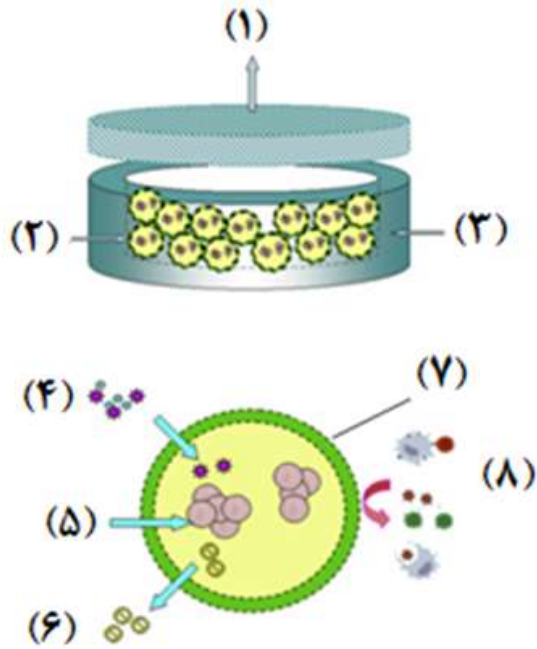
الف) سه بخش «الف»، «ب» و «ج» در نمودار فوق می‌تواند بیانگر چه نوع شکلی از یک ذره فلزی باشد؟ (سه شکل کروی، میله‌ای و مثلثی را برای پاسخ دادن به این بخش در نظر داشته باشید). (۳/۵ نمره)

ب) استفاده از مورفولوژی‌های سه‌گانه، چگونه منجر به تغییر طول موج جذبی از ناحیه مرئی به ناحیه فرورسرخ می‌شود؟ (بیان دلایل) (۴ نمره)

سوال ۵) مطابق با گزارش جدید سازمان بهداشت جهانی (WHO)، حدود ۴۲۲ میلیون نفر در سراسر جهان مبتلا به دیابت هستند که اکثریت آن‌ها در کشورهای کم درآمد و متوسط زندگی می‌کنند. دیابت وابسته به انسولین (نوع یک)، یک بیماری مزمن بوده و مرتبط با محدودیت در ترشح انسولین است. با توجه به موارد یاد شده و در نظر گرفتن این نکته که تزریق مکرر انسولین در این بیماران موجب نارضایتی شدید می‌گردد، نانوساختاری سه بعدی با قابلیت پیوند (Nanostructure Implant ۳D) به بدن انسان طراحی نمایید. در طراحی این نانوساختار به موارد زیر پاسخ دهید:

الف) تصویری شماتیک از این ایمپلنت نانوساختار ارائه شده است. از میان اسامی زیر، بخش‌های مختلف (۱ تا ۸) را نام‌گذاری نمایید.

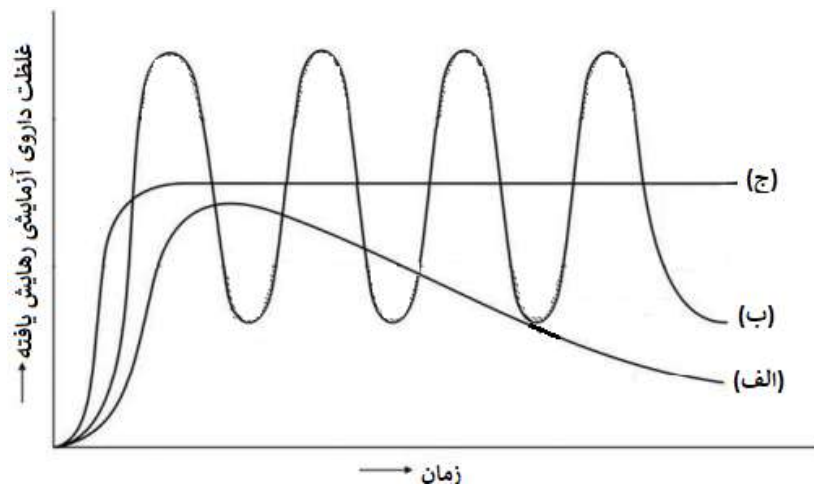
(ایمپلنت نانوساختار - غشای نانومتخلخل - سلول‌های تولید کننده انسولین کپسوله شده - میکروکپسول - اکسیژن و مواد غذایی - سلول‌های تولید کننده انسولین - انسولین - سلول‌های سیستم ایمنی) (۴ نمره)



ب) چگونه می‌توان با استفاده از این ایمپلنت، بدون نگرانی از رد پیوند به بدن فرد نیازمند، بیماری دیابت نوع اول او را بهبود بخشید؟ (۴ نمره)

ج) چگونه می‌توان مانع از بسته شدن منافذ محافظه به مرور زمان شد؟ (۵/۰ نمره)

د) کدام منحنی در شکل زیر مربوط به نوع رهایش یک داروی آزمایشی از ایمپلنت مذکور می‌باشد؟ پاسخ خود را به صورت تحلیلی ارائه نمایید. (۵/۳ نمره)



غلظت داروی آزمایشی رهایش یافته بر حسب زمان