



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت آموزش و پرورش  
سازمان ملی پرورش استعداد های درخشان



مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت هاست. «امام خمینی (ره)»

اینجانب ..... (شرکت کننده) این دفترچه را به صورت کامل (۸ برگه با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

اینجانب ..... (منشی حوزه) تعداد ..... برگه (با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

### دفترچه سوالات تشریحی چهاردهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو تاریخ: ۱۴۰۲/۰۲/۱۰

تعداد سوالات	ساعت شروع	مدت آزمون (دقیقه)
۶	۱۴:۰۰	۷۵



شماره صندلی

.....

#### تایید کمیته علمی

شماره پرونده: .....  
کد ملی: .....  
نام پدر: .....  
نام مدرسه: .....



حوزه: .....

#### توضیحات مهم

##### استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است

۱. پاسخنامه به صورت نیمه کامپیوتری تصحیح می شود، بنابراین از مجاله و کثیف کردن آن جداً خودداری نمایید.

۲. مشخصات خود را با اطلاعات بالای هر صفحه پاسخنامه تطبیق دهید. در صورتی که حتی یکی از صفحات با مشخصات شما هم خوانی ندارد، بلافاصله مراقبین را مطلع کنید.

۳. پاسخ هر سوال تشریحی را در محل تعیین شده خود در پاسخ برگ بنویسید. چنانچه همه یا قسمتی از جواب سوال را در محل پاسخ سوال دیگری بنویسید، به شما نمره ای تعلق نمی گیرد.

۴. پاسخ های غلط در سوالات تشریحی، نمره منفی ندارد و هر سوال تشریحی ۱۰ نمره دارد.

۵. با توجه به این که برگه های پاسخنامه به نام شما صادر شده است، امکان ارائه هیچ گونه برگه اضافه وجود نخواهد داشت. لذا توصیه می شود ابتدا سوالات را در برگه چک نویسی، حل کرده و آن گاه در پاسخنامه پاک نویس نمایید.

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

۷. از مخدوش کردن بارکدها و دایره های چهار گوشه پاسخنامه خودداری کنید، در غیر این صورت برگه شما تصحیح نخواهد شد.

۸. همراه داشتن هر گونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه، ساعت هوشمند، دستبند هوشمند و لپ تاب ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکند یا خاموش باشد تقلب محسوب خواهد شد.

۹. شرکت کنندگان در دوره تابستان از بین دانش آموزان پایه دهم و یازدهم و دوازدهم انتخاب می شوند.

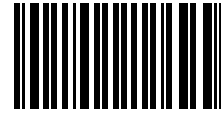
۱۰. دفترچه ها باید همراه پاسخنامه تحویل داده شوند.

۱۱. پاسخ نهایی سوالات تشریحی تنها بخشی از نمره کامل را شامل می شود، لذا روند نوشتن پاسخ تشریحی و درج تمام فرضیات، پیش نیازهای لازم و صحیح برای رسیدن به پاسخ نهایی ضروری است.

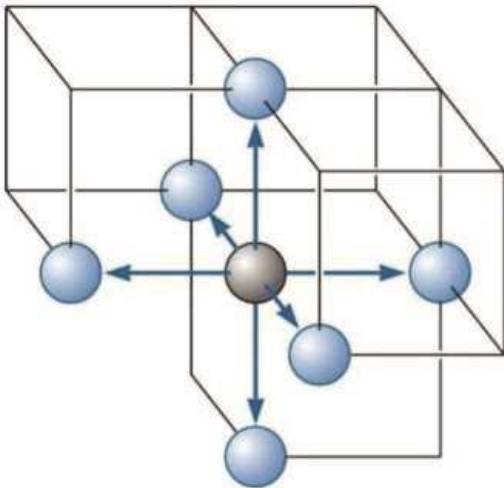
۱۲. برای پاسخ به سوالات تشریحی، به موارد خواسته شده دقت نمایید. هر کدام از موارد، نمره مختص به خود را دارد و در صورت عدم پاسخ دهی به موارد خواسته شده، امتیاز آن بخش کسر خواهد شد.



نام : ---  
 نام خانوادگی : ---  
 کد ملی : ---



۱- پودر نانوذرات فلزی با شبکه بلوری مکعبی ساده معیوب (حاوی نقص جای خالی) و عدد همسایگی ۵ موجود است.



همسایگی اتمها در شبکه بلوری مکعبی ساده ایده آل

الف) در شبکه بلوری مکعبی ساده، تعداد اتمهایی که می توانند در کنار هم حجمی را تشکیل دهند که با حذف یک اتم، عدد همسایگی ۵ محقق شود را بدست آورید؟

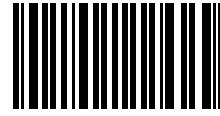
ب) درصد جاهای خالی در این ساختار را محاسبه کنید؟

ج) چنانچه طی یک فرایند مهندسی شده، شبکه بلوری ذرات به شبکه ایده آل FCC (بدون نقص) تبدیل شود، چگالی پودر جدید را بر حسب پودر اولیه بدست آورید؟

د) چنانچه قطر متوسط این ذرات ۲۰ نانومتر باشد، اندازه متوسط ذرات با شبکه بلوری جدید را بدست آورید؟



نام : ---  
 نام خانوادگی : ---  
 کد ملی : ---



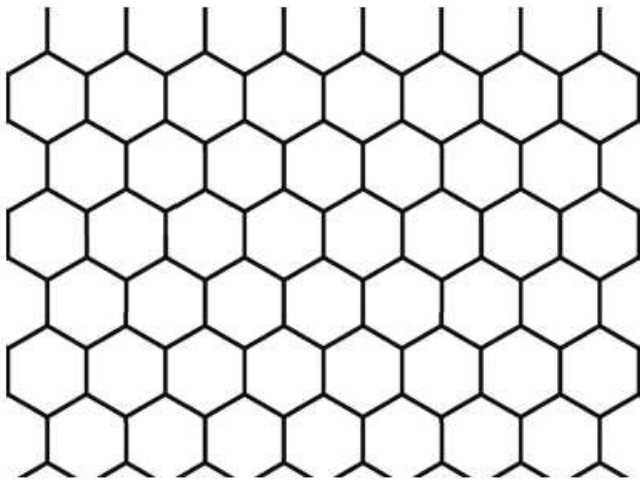
۲- همان طور که می دانید، دو قطر از قطرهای ترسیم شده از یک راس شش ضلعی منتظم، هم اندازه بوده و با هم زاویه ۶۰ درجه می سازند. در صفحه گرافن (آرایش منظمی از شش ضلعی های منتظم)، قطرهای متناظر ترسیم شده از راس های متناظر، با هم موازی بوده و در نتیجه هر کدام از این دو قطر به عنوان یکی از بردارهای نرمال در مختصات کایرال در نظر گرفته می شوند. برای انتقال از یک راس شش ضلعی به راسی در شش ضلعی دیگر، می توان از این مختصات استفاده کرد.

برای انجام محاسبات مربوط به نانولوله های کربنی، لازم است تا از مختصات کایرال استفاده شود. برای محاسبه قطر نانولوله کربنی تک جداره با بردار کایرال (m,n)، می توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$d = Aa_0(m^2 + mn + n^2)^B$$

d قطر نانولوله کربنی است. A و B اعداد ثابت بوده و  $a_0$  طول متوسط پیوند کربن است.

الف) اعداد ثابت A و B را بدست آورید.



فرض کنید برای دیواره های یک نانولوله کربنی دودیواره رابطه زیر موجود است:

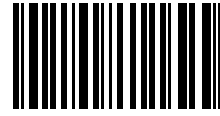
$$d = \frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{(m^2 + mn + n^2)}$$

ب) در صورتیکه قطر یکی از دیواره ها ۲۰ آنگستروم باشد؛ نوع این نانولوله (دسته صندلی یا زیگزاگ) و بردار کایرال آن را مشخص کنید؟

ج) مشاهدات تجربی و شبیه سازی های رایانه ای حکایت از آن دارند که فاصله بین دو دیواره نانولوله مقداری بین ۳/۳۵۴ تا ۳/۶۱ آنگستروم است. با توجه به توضیحات بخش ب، بردار کایرال نانولوله مجاور را بدست آورید؟

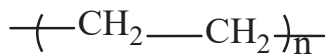


نام : ---  
 نام خانوادگی : ---  
 کد ملی : ---

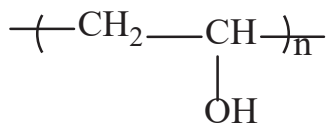


۳- پژوهشگری قصد ساخت نانوکامپوزیت با فاز تقویت کننده نانولوله‌های کربنی (فاقد هر گونه گروه عاملی) در زمینه‌های پلیمری زیر را دارد.

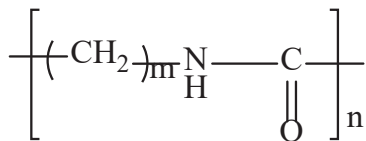
الف) پلی اتیلن (PE) با ساختار شیمیایی مقابل



ب) پلی وینیل الکل (PVA) با ساختار شیمیایی مقابل



ج) پلی آمید (PA) با ساختار شیمیایی مقابل



چنانچه پارامترهای روش ساخت و نانولوله‌ی کربنی مصرف شده در تولید هر سه نانوکامپوزیت یکسان بوده و با فرض توزیع یکنواخت نانولوله‌ی کربنی در این زمینه‌های پلیمری:

الف) در صورت افزودن ۱٪ وزنی نانولوله کربنی به هر کدام از زمینه‌ها، نسبت  $\frac{\text{استحکام مکانیکی نانوکامپوزیت}}{\text{استحکام مکانیکی زمینه}}$  را برای نانوکامپوزیت‌ها مورد مقایسه قرار دهید (با بیان دلیل).

$$\left[ \frac{\text{استحکام مکانیکی نانوکامپوزیت}}{\text{استحکام مکانیکی زمینه}} \right]_{\text{زمینه پلی اتیلن}} \square \left[ \frac{\text{استحکام مکانیکی نانوکامپوزیت}}{\text{استحکام مکانیکی زمینه}} \right]_{\text{زمینه پلی وینیل الکل}} \square \left[ \frac{\text{استحکام مکانیکی نانوکامپوزیت}}{\text{استحکام مکانیکی زمینه}} \right]_{\text{زمینه پلی آمید}}$$

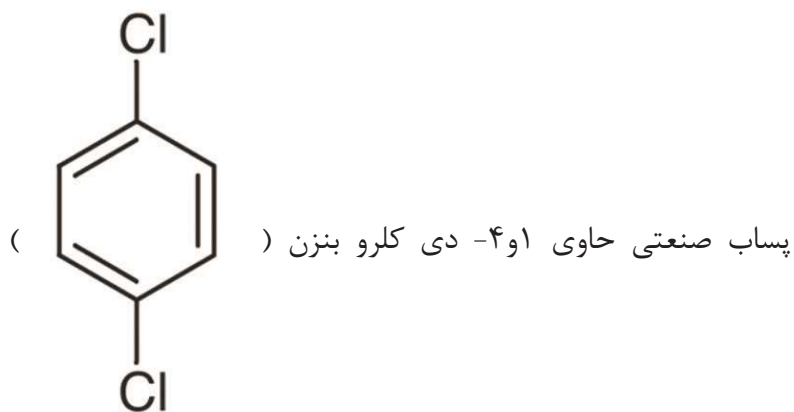
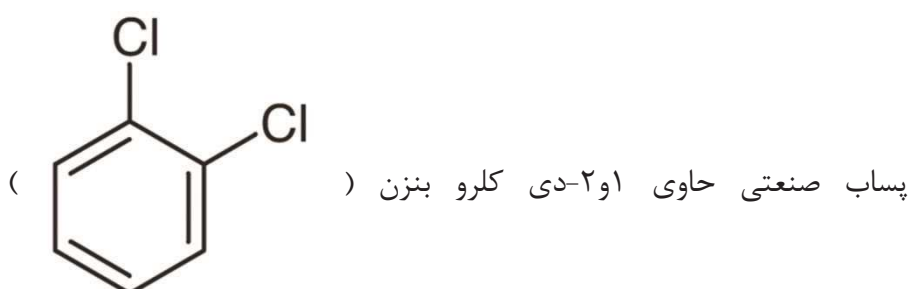


نام : ---  
 نام خانوادگی : ---  
 کد ملی : ---



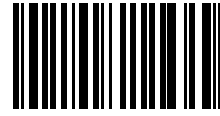
ب) در صورتی که بخواهید خواص مکانیکی نانوکامپوزیتی که کمترین افزایش استحکام در اثر افزودن نانولوله کربنی را تجربه کرده، بهبود بخشید، چه راه حل مناسبی را پیش از ساخت پیشنهاد می کنید.

ج) در صورتی که بخواهید از این نانوکامپوزیتها به عنوان غشاهای تصفیه پساب استفاده کنید، کدام زمینه پلیمری را برای پسابهای صنعتی زیر پیشنهاد می کنید (با بیان دلیل).





نام : ---  
 نام خانوادگی : ---  
 کد ملی : ---



۴- اندازه ذرات از پارامترهای تاثیرگذار بر مقدار گاف انرژی نانوذرات نیمه‌رسانا است. گاف انرژی نانوذرات (E) از رابطه زیر بدست می‌آید که  $E_g$  گاف انرژی میکروذرات، A ثابت عددی (بدون واحد)، h ثابت پلانک،  $\mu$  جرم موثر الکترون و r شعاع نانوذره است.

$$E = E_g + A(h)^{\alpha}(\mu)^{\beta}(r)^{\gamma}$$

مقدار SI	واحد	نماد	پارامتر
$1/6 \times 10^{-19} \text{ J}$	eV	$E_g$	گاف انرژی میکروذرات
$1/6 \times 10^{-19} \text{ J}$	eV	E	گاف انرژی نانوذرات
$1/8 \times 10^{-36} \text{ Kg}$	$\frac{\text{eV}}{c^2}$	$\mu$	جرم موثر الکترون
$2 \times 10^{-7} \text{ m}$	$\frac{hc}{\text{eV}}$	R	شعاع نانوذره

الف) با توجه به اطلاعات داده شده، ثابت‌های  $\alpha$ ،  $\beta$  و  $\gamma$  را بدست آورید.

ب) در صورت سنتز ذرات با اندازه 4 nm، تغییرات مقدار گاف انرژی نسبت به پودر میکروذرات 0.35 الکترون ولت است. چنانچه مقدار  $\mu$ ،  $2/5 \times 10^{-31} \text{ Kg}$  باشد، مقدار ثابت عددی A را بدست آورید.

ج) فرض کنید با توجه به تجهیزات موجود قابلیت اندازه‌گیری گاف انرژی تا یک رقم اعشار وجود دارد. چنانچه گاف انرژی پودر میکروذرات اکسید قلع 3/9 الکترون ولت باشد، نمودار E(eV) بر حسب اندازه ذرات (nm) را رسم کنید.



نام : ---  
 نام خانوادگی : ---  
 کد ملی : ---



۵- شخصی در آزمایشگاه آنالیز مواد مشغول به کار است. این شخص برای تعیین غلظت برخی از نمونه‌های مجهول با دستگاه طیف سنج نور مرئی - فرابنفش (UV-Vis) کار می‌کند. مسئول آزمایشگاه از یک پژوهشگر نمونه‌ای دریافت کرده است. طبق ادعای پژوهشگر، این محلول حاوی مقدار نامشخصی از یک داروی ضدسرطان است و این دارو در ناحیه مرئی، جذب مناسبی از خود نشان می‌دهد. پژوهشگر ماهیت دقیق دارو و همچنین طول موج ماکزیمم جذب آن را نمی‌داند. پژوهشگر به همراه نمونه مجهول چندین نمونه دیگر که حاوی غلظت مشخصی از این دارو است را به مسئول آزمایشگاه تحویل می‌دهد. با توجه به این اطلاعات و اصول کار با دستگاه UV-Vis به سوالات زیر پاسخ مناسب دهید.

الف) طول موج ماکزیمم جذب این دارو چگونه تعیین می‌شود؟

ب) ضریب جذب مولی برای این دارو چگونه اندازه‌گیری می‌شود؟

ج) چگونه می‌توان با استفاده از دستگاه UV-Vis غلظت این نمونه مجهول را تعیین کرد؟



نام : ---  
 نام خانوادگی : ---  
 کد ملی : ---



۶- در پژوهشی نانوسیم‌های اکسید روی به روش شیمیایی بر روی یک زیر لایه رشد داده شده است. این پژوهشگران ادعا می‌کنند که نانوسیم‌های اکسید روی تهیه شده توسط آنها دارای خاصیت پیزوالکتریک است.

الف) به چه روشی می‌توان سنتز مورفولوژی نانوسیم را اثبات کرد؟

ب) به چه روشی می‌توان دارا بودن خاصیت پیزوالکتریک را اثبات کرد؟

ج) در صورتی که این نانوسیم‌ها دارای خاصیت پیزوالکتریکی باشند، در چه کاربردهایی می‌توان از آنها استفاده کرد؟

د) انتظار دارید که خاصیت پیزوالکتریکی این نانوسیم‌های اکسید روی با افزایش دما چه تغییری از خود نشان دهند؟

ه) این پژوهشگران قصد دارند تا به جای نانوسیم‌های اکسید روی، لایه‌های نازکی از اکسید روی تولید کنند، به نظر شما خاصیت پیزوالکتریکی این لایه‌های نازک در مقایسه با نانوسیم‌ها چگونه خواهد بود؟ با بیان دلیل.



جمهوری اسلامی ایران  
وزارت آموزش و پرورش  
سازمان ملی پرورش استعداد های درخشان

مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت هاست. «امام خمینی (ره)»

اینجانب ..... (شرکت کننده) این دفترچه را به صورت کامل (۵ برگه با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

اینجانب ..... (منشی حوزه) تعداد ..... برگه (با احتساب جلد) دریافت نمودم امضاء

### دفترچه سوالات چهارگزینه ای چهاردهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو تاریخ: ۱۴۰۲/۰۲/۱۰

تعداد سوالات	ساعت شروع	مدت آزمون (دقیقه)
۲۰	۱۴:۰۰	۶۰



#### تایید کمیته علمی

شماره پرونده: .  
کد ملی: .  
نام پدر: ----  
نام مدرسه: ----  
استان: ----  
منطقه: ----  
پایه تحصیلی: ----



حوزه: ----

شماره سندلی

کد دفترچه

#### توضیحات مهم

استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است

- سوالات این آزمون به دو شکل تشریحی و چهارگزینه ای و در دو دفترچه جداگانه طراحی شده‌اند، این دو دفترچه جداگانه در اختیار شرکت کنندگان قرار می‌گیرد.
- نام و نام خانوادگی خود را روی کلیه صفحات دفترچه سوال و پاسخنامه چهارگزینه ای بنویسید.
- بلافاصله پس از آغاز آزمون تعداد سوالات داخل دفترچه را بررسی نمایید و از وجود همه برگه‌های دفترچه سوالات مطمئن شوید. در صورت وجود هر گونه نقصی در دفترچه، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- یک برگه پاسخنامه چهارگزینه ای در اختیار شما قرار گرفته که مشخصات شما بر روی آن نوشته شده است. در صورت نادرست بودن آن، در اسرع وقت مسئول جلسه را مطلع کنید.
- کلیه جواب‌ها باید در پاسخ نامه وارد شود. بدیهی است موارد مندرج در دفترچه سوالات تصحیح نشده و به آن‌ها هیچ نمره‌ای تعلق نخواهد گرفت.
- برگه پاسخنامه شما را دستگاه تصحیح می‌کند. پس آن را تا نکنید و تمیز نگه دارید و بعلاوه پاسخ هر پرسش را با مداد مشکی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً خانه مورد نظر را کاملاً با مداد مشکی نرم، سیاه کنید.
- همراه داشتن لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه و لب‌تاب ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب می‌شود.
- دفترچه‌ها باید همراه با پاسخنامه‌ها به مسئولین جلسه تحویل شود.
- پاسخ درست به هر سوال چهارگزینه ای ۳ نمره مثبت و پاسخ نادرست ۱ نمره منفی دارد.
- شرکت کنندگان در دوره تابستان از بین دانش آموزان پایه دهم و یازدهم و دوازدهم انتخاب می‌شوند.

۱- استحکام فصل مشترک ذره-زمینه ( $\sigma_{interface}$ ) در یک کامپوزیت زمینه فلزی، تاثیر زیادی بر روی استحکام مکانیکی کامپوزیت نهایی ( $\sigma_c$ ) دارد. استحکام نهایی در این کامپوزیت از رابطه زیر قابل محاسبه بوده:

$$\sigma_c = 2\sigma_{mass} + \sigma_{interface}$$

که در آن،  $\sigma_{mass}$  استحکام ناشی از جرم ذرات تقویت کننده است. فرض کنید استحکام فصل مشترک ذرات تقویت کننده، با مجذور سطح ویژه ذرات ارتباط مستقیم دارد و سطح ویژه ذرات دارای واحد  $\frac{m^2}{m^3}$  است. دانش‌آموزی از نانوذرات یک ماده سرامیکی با کسر جرمی یکسان و دو مورفولوژی متفاوت برای ساخت این کامپوزیت استفاده کرده است: مورفولوژی ذرات نوع اول، مکعبی با ضلع ۵ نانومتر و مورفولوژی ذرات نوع دوم، کروی با قطر ۱۰ نانومتر است. به نظر شما،  $\sigma_{interface}$  در کامپوزیت نوع اول چند برابر  $\sigma_{interface}$  در کامپوزیت نوع دوم خواهد بود؟

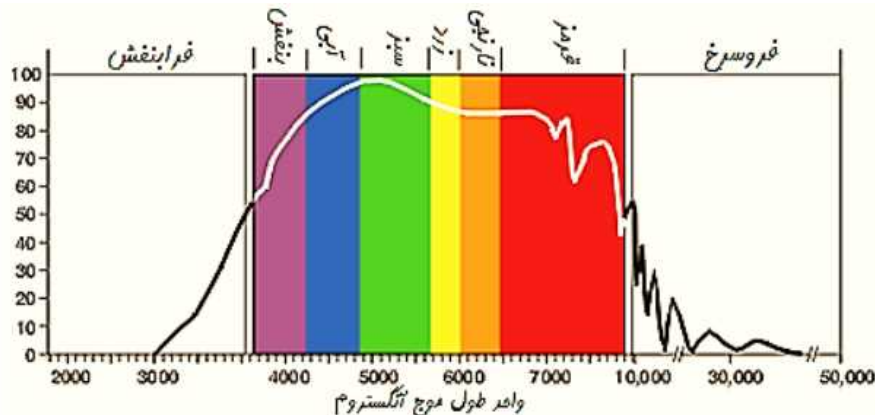
(۱) ۲ برابر

(۲) ۴ برابر

(۳) ۸/۳۸

(۴) ۷۰/۲۲ برابر

۲- در پژوهشی کلونید طلا با اندازه ذرات مختلف سنتز شده است. با افزایش اندازه ذرات طلا، تغییر رنگ کلونید از آبی کم‌رنگ به قرمز پررنگ مشاهده می‌شود. کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟ (طیف طول موج نور مرئی در شکل زیر نشان داده شده است).



(۱) کلونید آبی‌رنگ حاوی نقاط کوانتومی طلا است.

۲) کلئید آبی‌رنگ حاوی نانوذرات طلا است.

۳) کلئیدهای سنتز شده، همگی حاوی نانوذرات طلا با اندازه‌های مختلف هستند.

۴) کلئیدهای سنتز شده، همگی حاوی نقاط کوانتومی طلا با اندازه‌های مختلف هستند.

---

۳- کارخانه‌ای برای افزایش استحکام یکی از قطعات خود، از افزودن نانوذرات فلزی در مرحله ذوب‌ریزی در دمای  $1250^{\circ}\text{C}$  بهره می‌گیرد. هرچه پودر نانوذرات مورد استفاده ریزتر بوده و در ساختار قطعه توزیع یکنواخت‌تری داشته باشند، قطعه استحکام بیشتری خواهد داشت. چنانچه رابطه بین دمای ذوب نانوذرات (ذوب  $T$  بر حسب  $^{\circ}\text{C}$ ) و درصد اتم‌های سطحی ذره (سطحی  $\%N$ ) به صورت زیر باشد، استفاده از کدام پودر نانوذرات کروی شکل را پیشنهاد می‌کنید. (شبکه بلوری فلز FCC و شعاع اتمی فلز  $200$  پیکومتر)

$$T_{\text{ذوب}} = 1350 - 24 \times \%N_{\text{سطحی}}$$

۱) پودر نانوذرات با قطر متوسط  $20\text{ nm}$

۲) پودر نانوذرات با قطر متوسط  $40\text{ nm}$

۳) پودر نانوذرات با قطر متوسط  $60\text{ nm}$

۴) پودر نانوذرات با قطر متوسط  $100\text{ nm}$

---

۴- در روش هیدروترمال، حرارت‌دهی محفظه حاوی پیش‌ماده‌ها، پارامتر بسیار مهمی در دستیابی به نانوذرات با اندازه و کیفیت مطلوب محسوب می‌شود. استفاده از کدام منبع گرمایش برای سنتز نانوذرات تک‌سایز را پیشنهاد می‌کنید؟

۱) کوره

۲) مایکروویو

۳) حرارت‌دهی با میدان مغناطیسی

۴) گزینه‌های ۲ و ۳

---

۵- دانش‌آموزی جهت مشارکت در یک پروژه تحقیقاتی، اقدام به سنتز نانوذرات نقره با روش احیای شیمیایی کرده است. او در این روش، ابتدا نمک نیترات نقره را در آب دیونیزه حل کرده و سپس عامل احیاکننده را به آن اضافه کرده است. با این وجود، نانوذرات سنتز شده توسط او ابعادی بسیار بزرگ‌تر از  $100$  نانومتر دارند. راهکار پیشنهادی شما برای حل این چالش چیست؟

۱) استفاده از نمک نقره نیترات با ابعاد کوچک‌تر

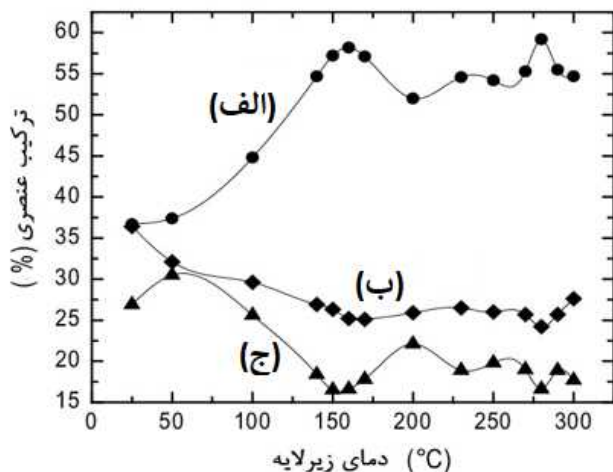
۲) کاهش غلظت عامل احیاکننده

مرحله دوم چهاردهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۱  
(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)

۳) افزودن پلی‌اتیلن‌آمین به محلول نهایی

۴) افزایش دمای واکنش به میزان ۲-۴ درجه سانتی‌گراد

۶- پژوهشگری از پیش‌ماده گازی با فرمول شیمیایی  $W(CO)_x$  در روش لیتوگرافی باریکه یونی متمرکز استفاده کرده و در فرایندهای مختلف دمای زیرلایه را تغییر داده و نمونه‌برداری کرده است. سپس به کمک آنالیز EDS، ترکیب عناصر روی سطح زیرلایه را اندازه‌گیری و نمودار زیر را ترسیم کرده است. این نمودار نشان‌دهنده درصد وزنی عناصر روی سطح زیرلایه بر حسب دمای زیرلایه است. با توجه به شکل، نمودار (الف) مربوط به کدام عنصر است؟

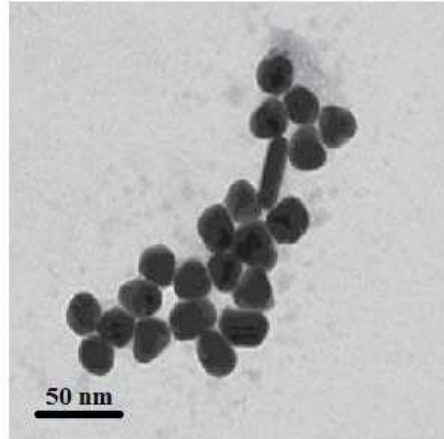


- W (۱)
- O (۲)
- C (۳)
- WC (۴)

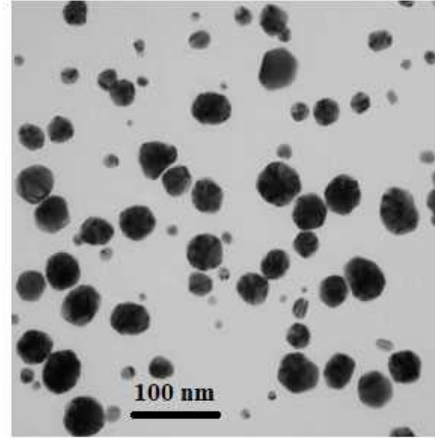
۷- فرض کنید برای ساخت یک نانوامولسیون، مقداری از یک ماده نامعلوم را به همراه چند قطره سورفکتانت در داخل روغن نارگیل می‌ریزید. برای اینکه بتوانید به یک نانوامولسیون پایدار و یکنواخت برسید، ماده نامعلوم چه ویژگی باید داشته باشد؟

- (۱) پایه آب باشد.
- (۲) نوعی روغن باشد.
- (۳) آلکوکسید فلزی باشد.
- (۴) دوگانه‌دوست باشد.

۸- دانش‌آموزی با استفاده از روش احیای شیمیایی موفق به سنتز نانوذرات نقره شده است. او همزمان در دو ظرف A (حاوی نمک نقره با غلظت c به عنوان پیش‌ماده) و B (حاوی نمک نقره با غلظت ۴c به عنوان پیش‌ماده) سنتز را انجام داده است. با فرض یکسان بودن سایر شرایط سنتز، هسته‌های نقره در کدام ظرف زودتر تشکیل می‌شود و با توجه به آنالیز میکروسکوپی صورت گرفته از کلئید نقره‌ی دو ظرف A و B، کدام تصویر مربوط به ظرف A است؟ (راهنمایی: به مقیاس اندازه داده شده در دو تصویر توجه شود).



تصویر ۲



تصویر ۱

- (۱) ظرف A، تصویر ۱
- (۲) ظرف A، تصویر ۲
- (۳) ظرف B، تصویر ۱
- (۴) ظرف B، تصویر ۲

۹- دانش‌آموزی با استفاده از فرآیند هیدروترمال، دو نوع نانوذره  $\text{TiO}_2$  را سنتز کرده است. نتایج آزمون پراش اشعه ایکس (XRD) نشان می‌دهد نانوذرات نوع اول و دوم به ترتیب دارای ساختار بلوری آناتاز و روتایل هستند. این دانش‌آموز، نمونه‌های یاد شده را با میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مورد مطالعه قرار داد؛ اما کنتراست خاصی در تصاویر این دو ذره مشاهده نکرد. این تناقض را چگونه توجیه می‌کنید؟

- (۱) احتمالاً از لامپ تیتانیومی برای انجام آزمون XRD استفاده شده است.
- (۲) قطعاً پارامترهای عملیاتی میکروسکوپ SEM برای تصویربرداری به درستی انتخاب نشده است.
- (۳) نانوذرات به دلیل عدم رسانایی الکتریکی، توسط باریکه الکترونی دستگاه SEM شارژ شده‌اند.
- (۴) میکروسکوپ SEM روش مناسبی برای بررسی ساختار بلوری مواد نیست.

۱۰- پژوهشگری، ذرات میکرومتری آلومینیوم را در حضور گاز آرگون، تحت یک عملیات سری قرار داد و به منظور مطالعه تاثیر این عملیات بر روی پودر، از آزمون پراش اشعه ایکس (XRD) و آزمون BET استفاده کرد. نتایج نشان دادند که این عملیات موجب افزایش عرض پیک‌های XRD و افزایش سطح ویژه ماده شده است. او پودر به دست آمده را در یک دمای به اندازه کافی بالا تحت فرآیند تفجوشی قرار داد و متوجه زینترینگ و فشردگی آسان پودر فرآوری شده نسبت به پودر اولیه شد. اگر این پژوهشگر بتواند از روی تصاویر SEM نمونه زینتر شده، نمودار توزیع اندازه تخلخل ماده زینتر شده را رسم کند، به نظر شما، اندازه متوسط تخلخل برای این دو نمونه چگونه تغییر خواهد کرد؟ نمونه اول، با استفاده از پودر فرآوری شده و نمونه دوم با پودر فرآوری نشده ساخته شده است.

(۱) اندازه متوسط تخلخل برای نمونه اول بزرگتر از نمونه دوم خواهد بود.

(۲) اندازه متوسط تخلخل برای نمونه اول کوچکتر از نمونه دوم خواهد بود.

(۳) اندازه متوسط تخلخل برای نمونه اول و دوم برابر خواهد بود.

(۴) نمی‌توان با اطلاعات به دست آمده، نظر قطعی داد.

---

۱۱- از یک نانومیل به قطر ۱۰ نانومتر و با نسبت طول به قطر (L/D) ۱۰، توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) تصویربرداری شده است. اگر بزرگنمایی این تصویر ۲۰۰۰۰ برابر باشد، طول این نانومیل در تصویر چند سانتی‌متر است؟

(۱) ۱

(۲) ۲

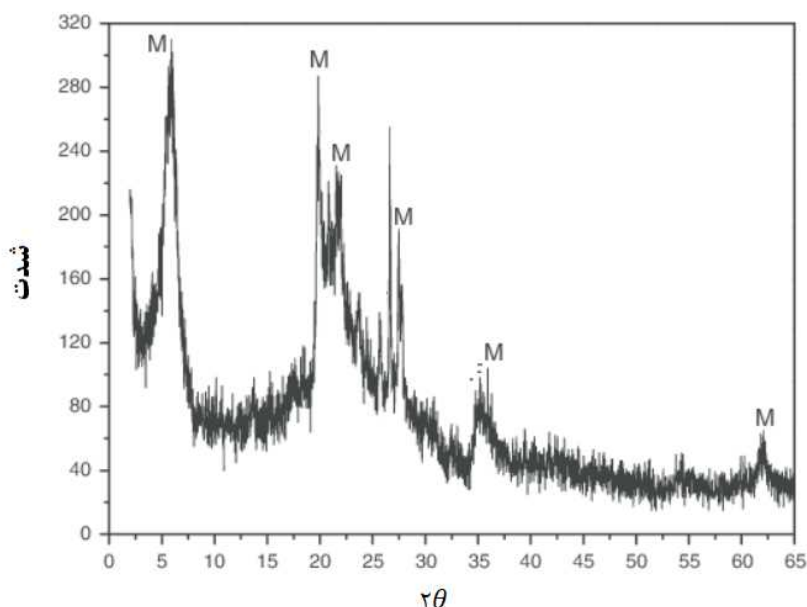
(۳) ۰/۲

(۴) ۰/۱

---

۱۲- در اثر باز شدن صفحات قاعده ساختار بلوری یک نوع خاک رس، پودر نانورس تولید می‌گردد. پژوهشگری با استفاده از فرایندهای مختلف به فرآوری این خاک رس پرداخته و چهار نوع پودر تولید کرده است. با توجه به طیف XRD خاک رس مورد استفاده و مطابق نتایج آنالیز ارائه شده در جدول برای ۴ پودر حاصل، چنانچه این پژوهشگر قصد ساخت نانوکامپوزیت زمینه پلیمری با استحکام بالا را داشته باشد، کدام پودر را توصیه می‌کنید؟

مرحله دوم چهاردهمین دوره المپیاد علوم و فناوری نانو - سال ۱۴۰۱  
(دفترچه سوالات چهارگزینه‌ای)



آنالیز XRD خاک رس مورد استفاده

زوایای مشخصه بدست آمده از آنالیز XRD پودرهای تولید شده

پودر	$2\theta_1$	$2\theta_2$	$2\theta_3$	$2\theta_4$
شماره ۱	۱۰	۲۰	۲۲	۲۷/۵
شماره ۲	۴/۵	۱۸/۵	۲۰/۵	۲۶
شماره ۳	۲/۸	۱۵	۲۸	۳۵
شماره ۴	۴	۲۰	۲۲	۲۷/۵

(۱) پودر شماره ۱      (۲) پودر شماره ۲      (۳) پودر شماره ۳      (۴) پودر شماره ۴

۱۳- شرکتی برای حذف برخی از ترکیبات آلی معلق در چند نمونه از پساب خود، از یک نانوماده فوتوکاتالیستی به همراه تابش نور فرابنفش استفاده کرده است. کلیه شرایط انجام فرآیند تصفیه، برای نمونه‌های پساب یکسان بوده است. نتایج به دست آمده از آنالیز شیمیایی و فازی پساب‌ها به شرح زیر هستند:

- در نمونه پساب اول، تغییر قابل توجهی در غلظت آلاینده‌ها ایجاد نشده است.
- در نمونه پساب دوم، به جای کاهش سمیت، افزایش سمیت گزارش شده است.
- در نمونه پساب سوم، کاهش قابل توجهی در غلظت آلاینده‌ها مشاهده شده است.

- کدامیک از احتمالات زیر در خصوص نتایج به دست آمده می‌تواند درست باشد؟
- (۱) گاف انرژی ماده فوتوکاتالیست بزرگتر از حد مجاز برای تابش نور فرابنفش است.
  - (۲) اندازه ذرات ماده فوتوکاتالیست به اندازه کافی کوچک نیست.
  - (۳) نوع آلاینده‌های آلی سه پساب با یکدیگر متفاوت بوده است.
  - (۴) طول موج نور تابشی به درستی انتخاب نشده است.

---

۱۴- یکی از چالش‌های اصلی در استفاده از ابزارهای اندازه‌گیری دقیق مانند میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM)، نویزهای مزاحم محیط است؛ که می‌تواند خوانش اطلاعات توسط دستگاه را تحت تاثیر قرار دهد. برای رفع این معضل، از یک میز میراکننده ارتعاشات محیطی استفاده می‌شود. اگر بخواهید نانوحسگری طراحی کنید که قادر به اندازه‌گیری میزان ارتعاشات وارد شده به چنین میزی باشد، از چه نوع ماده‌ای استفاده می‌کنید و چرا؟

(۱) مواد الکتروشیمیایی - زیرا وارد شدن نیروهای ارتعاشی به این مواد موجب شکستن برخی از پیوندهای شیمیایی آنها می‌شود.

(۲) مواد فوتولومینیسانس - زیرا وارد شدن نیروهای ارتعاشی به این مواد موجب تغییر خواص نوری آنها می‌شود.

(۳) مواد مکانوکرومیک - زیرا وارد شدن نیروهای ارتعاشی به این مواد موجب افزایش یا کاهش دمای آنها می‌شود.

(۴) مواد پیزوالکتریک - زیرا وارد شدن نیروهای ارتعاشی به این مواد، ولتاژ الکتریکی ایجاد می‌کند.

---

۱۵- شرکتی برای حذف فلزات سنگین و رنگ‌های آلی از پساب خود، از یک جاذب پودری استفاده می‌کند. اندازه‌گیری‌های تجربی نشان می‌دهند که جرم آلاینده‌های آلی موجود در پساب اولیه (میلی‌گرم) به طرز قابل ملاحظه‌ای بیشتر از جرم آلاینده کاملاً بازیابی شده از ذرات جاذب پس از فرآیند تصفیه پساب است. به نظر شما، چه تعداد از دلایل زیر برای این پدیده قابل قبول است؟

(الف) این ماده در عین جاذب بودن، یک ماده فوتوکاتالیست است.

(ب) اندازه‌گیری غلظت پساب اولیه و غلظت آلاینده بازیابی شده از جاذب، با خطای زیادی همراه است.

(ج) قدرت جذب این ماده به قدری بالاست که آلاینده‌ها را تا پایین‌تر از لایه سطحی خود می‌مکد.

۳ (۱)

۲ (۲)

۱ (۳)

۰ (۴)

---

۱۶- بخش تحقیق و توسعه یک شرکت دانش‌بنیان، از یک جاذب فوتوکاتالیست برای تصفیه پساب خود استفاده می‌کند. پساب این شرکت دارای غلظت بالایی از فلزات سنگین، رنگ‌های صنعتی، و انواع میکرواورگانیسیم‌ها است. مهندس این واحد می‌خواهد تخمین بزند چه مقدار از بازده فرآیند تصفیه آب، مربوط به رفتار فوتوکاتالیستی این ماده است و چه مقدار آن، در اثر جذب سطحی آلاینده‌ها به دست آمده است. شما چه راهکاری را به او پیشنهاد می‌کنید؟

- ۱) فرآیند تصفیه آب را یک بار در حضور نور و یک بار در غیاب آن انجام داده و تفاوت غلظت را به سهم فعالیت فوتوکاتالیستی نسبت دهد.
- ۲) فرآیند تصفیه آب را یک بار در پساب غلیظ و یک بار در پساب رقیق انجام داده و تفاوت غلظت را به سهم مکانیزم جذب نسبت دهد.
- ۳) فرآیند تصفیه آب را یک بار با ماده خود و یک بار با یک جاذب صنعتی مشابه انجام داده و تفاوت غلظت را به سهم فعالیت فوتوکاتالیستی نسبت دهد.
- ۴) نمی‌توان سهم این دو مکانیزم را به درستی تخمین زد.

---

۱۷- به نظر شما، یک ماده فوتوکاتالیست با چه مکانیزم‌هایی می‌تواند بار میکروبی، غلظت فلزات سنگین، و غلظت رنگ‌های آلی معلق را در پساب‌های صنعتی کاهش دهد؟

- ۱) نانومواد فوتوکاتالیستی قادر به کاهش بار میکروبی از طریق حمله شیمیایی به رادیکال‌های آزاد و کاهش غلظت فلزات سنگین از طریق جذب سطحی است.
- ۲) نانومواد فوتوکاتالیستی قادر به کاهش بار میکروبی از طریق حمله شیمیایی به رادیکال‌های آزاد و کاهش غلظت رنگ‌های آلی از طریق فعالیت فوتوکاتالیستی است.
- ۳) نانومواد فوتوکاتالیستی قادر به کاهش غلظت فلزات سنگین از طریق جذب سطحی و کاهش غلظت رنگ‌های آلی از طریق فعالیت فوتوکاتالیستی است.
- ۴) نانومواد فوتوکاتالیستی قادر به کاهش بار میکروبی از طریق حمله شیمیایی به رادیکال‌های آزاد، کاهش غلظت فلزات سنگین از طریق جذب سطحی و کاهش غلظت رنگ‌های آلی از طریق فعالیت فوتوکاتالیستی است.

۱۸- در کدام گزینه، به ترتیب از راست به چپ، احتمال جذب سطحی نانوذرات از طریق پوست افزایش پیدا می‌کند؟

- ۱) نانوذره اکسید تیتانیوم با اندازه ۵۰ نانومتر، نانوذره پلی‌ساکاریدی، نقاط کوانتومی، نانوذره نقره با اندازه ۵۰ نانومتر
- ۲) نانوذره اکسید تیتانیوم با اندازه ۵۰ نانومتر، نانوذره پلی‌ساکاریدی، نانوذره نقره با اندازه ۵۰ نانومتر، نقاط کوانتومی
- ۳) نانوذره نقره با اندازه ۵۰ نانومتر، نانوذره اکسید تیتانیوم با اندازه ۵۰ نانومتر، نقاط کوانتومی، نانوذره پلی‌ساکاریدی
- ۴) نانوذره نقره با اندازه ۵۰ نانومتر، نانوذره اکسید تیتانیوم با اندازه ۵۰ نانومتر، نانوذره پلی‌ساکاریدی، نقاط کوانتومی

---

۱۹- فرض کنید شما یکی از کارشناسان بررسی ایمنی محصولات نانویی هستید. چنانچه در فرایند تولید محصولات زیر، تغییرات ذکر شده صورت گرفته باشد، ایمنی محصولات به ترتیب از سمت راست به چپ چه تغییری کرده است؟

- الف) برای ساخت کفپوش پلاستیکی ضد گرد و غبار، به جای استفاده از نانوذرات فلزی ۵۰ تا ۱۰۰ نانومتری از نانولوله کربنی استفاده شده است.
- ب) در بسته‌بندی مواد غذایی به جای استفاده از نانوذرات نقره از نانوذرات نقره پوشش داده شده با کیتوسان استفاده شده است.
- ج) در ساخت نوعی از داروی ضدسرطان، از فناوری کپسوله کردن بر پایه نانولیپوزوم استفاده شده است.

- ۱) افزایش، کاهش، کاهش
- ۲) کاهش، افزایش، افزایش
- ۳) افزایش، افزایش، کاهش
- ۴) کاهش، کاهش، افزایش

---

۲۰- دانش‌آموزی با استفاده از روش رسوب‌گذاری فاز بخار توانسته است سه نوع نانوذره با مورفولوژی‌های کروی، میله‌ای و صفحه‌ای از یک فلز فعال را سنتز کند. به نظر شما، کدامیک از این سه نوع نانوذره، برای کاربردهای تشخیص طبی مناسب‌تر است؟

- ۱) نانوذرات کروی با قطر متوسط ۲۰ نانومتر
- ۲) نانومیله‌هایی با قطر ۳ نانومتر
- ۳) نانوصفحه‌هایی با عرض ۳ نانومتر
- ۴) نانوذرات سوزنی با قطر ۲۰ نانومتر

لطفا در این کادر چیزی ننویسید.

کلید نهایی سوالات چهارگزینه‌ای مرحله دوم  
چهاردهمین المپیاد علوم و فناوری نانو



لطفاً

صحیح

لطفاً گزینه را به صورت کامل و فقط با مقدار مشخصی نرم بر کنید.

۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۲۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۳۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۴۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۱۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۱۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۲۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۳۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۳۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۴۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۵۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۵۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۶۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

۷۱	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۲	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۳	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۴	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۵	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۶	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۷	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۸	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۷۹	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
۸۰	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

نام دانش آموز

فرزند \_\_\_\_\_ یا کد ملی \_\_\_\_\_

اینجانب \_\_\_\_\_

مطالعات اطلاعات منتشر در پاسخ برگ را با مشخصات خود تأیید می‌نمایم.