

376

F

نام

نام خانوادگی

محل امضاء



376F

صیح جمعه  
۹۱/۱۲/۱۸  
دفترچه شماره ۱

اگر دانشگاه اصلاح شده مملکت اصلاح می شود.  
امام خمینی (ره)

جمهوری اسلامی ایران  
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
سازمان سنجش آموزش کشور

**آزمون ورودی**  
**دوره های دکتری (نیمه متمرکز) داخل**  
**در سال ۱۳۹۲**

**رشته های**  
**مهندسی فناوری نانو - نانومواد (کد ۲۳۶۳)**

تعداد سؤال: ۴۵  
مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

| ردیف | مواد امتحانی   | تعداد سؤال | از شماره | تا شماره |
|------|--|------------|----------|----------|
| ۱    | مجموعه دروس تخصصی (ریاضی و فیزیک (ریاضی عمومی ۱ و ۲، ریاضی فیزیک ۱ و ۲، فیزیک پایه ۱ و ۲)، مبانی نانوتکنولوژی، نانومواد) | ۴۵         | ۱        | ۴۵       |

این آزمون نمره منفی دارد

**اسفندماه سال ۱۳۹۱**

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی باشد.

حق چاپ و تکثیر سؤالات پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می باشد و یا متعلقین برابر مقررات رفتار می شود.

# پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

- ۱- اگر  $f''(x)$  روی بازه  $[a, b]$  پیوسته باشد، آنگاه  $\int_a^b x f''(x) dx$  برابر کدام است؟
- (۱)  $bf'(b) - af'(a) - f(b) + f(a)$   
 (۲)  $af'(b) - bf'(a) + f(b) - f(a)$   
 (۳)  $bf'(b) - af'(a) + f(b) - f(a)$   
 (۴)  $af'(b) - bf'(a) - f(b) + f(a)$
- ۲- فرض کنید برای  $n \in \mathbb{N}$  تعریف کنیم  $I_n = \int_0^\pi (\cos x)^n dx$ ، در این صورت مقدار  $\frac{I_{100}}{I_{98}}$ ، کدام است؟
- (۱)  $\frac{98}{100}$   
 (۲)  $\frac{99}{100}$   
 (۳)  $\frac{100}{99}$   
 (۴)  $\frac{100}{98}$
- ۳- کدام یک از بازه‌های زیر دارای این خاصیت است که برای هر  $x$  در آن بازه  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(2x+\Delta)^n}{\sqrt{n} \sqrt{n+1}}$  همگراست؟
- (۱)  $(-6, 1)$   
 (۲)  $(-\Delta, \frac{1}{\sqrt{e}})$   
 (۳)  $(-6, 1)$   
 (۴)  $(-\Delta, \frac{1}{\sqrt{e}})$
- ۴- انحناى منحنی  $y = \cosh x$  در  $x = 1$ ، کدام است؟
- (۱)  $\frac{2e^2}{(e^2+1)^2}$   
 (۲)  $\frac{2e^2}{(e^2-1)^2}$   
 (۳)  $\frac{2e^2}{(e^2+1)^2}$   
 (۴)  $\frac{2e^2}{(e^2-1)^2}$
- ۵- صفحه مماس و خط قائم بر رویه  $z+1 = xe^y \cos z$  در نقطه  $(1, 0, 0)$  کدام است؟
- (۱)  $x+y-z=1$  و  $x-1=y=-z$   
 (۲)  $x-y+z=1$  و  $x-1=-y=Z$   
 (۳)  $-x+y+z=1$  و  $-x+1=y=Z$   
 (۴)  $x+y+z=1$  و  $x-1=y=Z$
- ۶- مقدار انتگرال  $\int_0^2 \int_0^{\sqrt{2x-x^2}} \int_0^{\sqrt{x^2+y^2}} dz dy dx$ ، کدام است؟
- (۱)  $\frac{2}{3}$   
 (۲)  $\frac{4}{3}$   
 (۳)  $\frac{8}{3}$   
 (۴)  $\frac{16}{3}$
- ۷- فرض کنید  $\vec{F} = (2x, 3y, 4z)$  و  $M$  سطح بسته استوانه توپر  $R$  باشد؛ که  $4 \leq x^2 + y^2 \leq 5$  و  $0 \leq z \leq 5$ ، آنگاه  $\iint_M \vec{F} \cdot \vec{N} ds$  کدام است؟ ( $N$  بردار یکه عمود بر سطح بسته در هر نقطه است).
- (۱)  $360\pi$   
 (۲)  $180\pi$   
 (۳)  $90\pi$   
 (۴)  $45\pi$

# پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

۸- انتگرال ناسره  $\int_2^{+\infty} \frac{dx}{\sqrt{x^2}}$  و  $\int_2^{+\infty} \frac{|\sin(\cos x)|}{3+x^5}$  به ترتیب ..... و ..... می باشد.

- (۱) همگرا - واگرا  
(۲) همگرا - همگرا  
(۳) واگرا - واگرا  
(۴) واگرا - همگرا

۹- کدام ماتریس در فضای  $C^2$  پایه های استاندارد  $|1\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ ،  $|2\rangle = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$  را به پایه های

$|a_1\rangle = \begin{pmatrix} -1 \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$ ،  $|a_2\rangle = \begin{pmatrix} 1 \\ \sqrt{2} \end{pmatrix}$  تبدیل می کند؟

(۱)  $\begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} \\ -\frac{i}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{pmatrix}$

(۲)  $\begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} \\ \frac{i}{\sqrt{2}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} \end{pmatrix}$

۱۰- اگر  $\vec{w}$  بردار ثابتی باشد و  $\vec{v} = \vec{w} \times \vec{r}$ ، در آن صورت  $\vec{v} \times \vec{v}$  کدام است؟

- (۱)  $-\vec{w}$   
(۲)  $-2\vec{w}$   
(۳)  $\vec{w}$   
(۴)  $2\vec{w}$

۱۱- اگر  $S$  ماتریس متقارن،  $A$  ماتریس پادمتقارن و  $M$  ماتریس دلخواه باشد، کدام عبارت نادرست است؟  $M^T$  ترانزاده  $M$  است.

(۱)  $\text{Tr}(SA) = 0$   
(۲)  $\text{Tr}M = \text{Tr}M^T$

(۳) ماتریس  $MSM^T$  متقارن است.  
(۴) ماتریس  $(SA)$  همواره پادمتقارن است.

۱۲- شرط لازم و کافی برای آنکه در سه بعد ما بین دو تابع اسکالر  $u(x, y, z)$ ،  $v(x, y, t)$ ، رابطه  $f(u, v) = 0$  برقرار باشد، چیست؟

(۱)  $(\vec{\nabla}u) \times (\vec{\nabla}v) = 0$   
(۲)  $(\vec{\nabla}u) \cdot (\vec{\nabla}v) = 0$   
(۳)  $(\vec{\nabla}^T u) = (\vec{\nabla}^T v)$   
(۴)  $\vec{\nabla}(uv) = 0$

۱۳- تبدیل فوریه تابع گاوسین  $g(x) = ae^{-bx^2}$  که در آن  $a, b > 0$  هستند، کدام است؟

(۱)  $\frac{a}{\sqrt{2b}} e^{-\frac{k^2}{4b}}$   
(۲)  $\sqrt{\frac{a}{b}} e^{-\frac{k^2}{4b}}$

(۳)  $\frac{a}{\sqrt{2b}} e^{-\frac{k^2}{4b}}$   
(۴)  $\sqrt{\frac{a}{b}} e^{-\frac{k^2}{4b}}$

۱۴- با استفاده از روش حساب مانده‌ها، حاصل انتگرال  $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{x^2 dx}{(x^2+1)(x^2+4)^2}$  کدام است؟

(۱)  $\frac{7\pi}{24}$

(۲)  $-\frac{\pi}{24}$

(۳)  $\frac{\pi}{24}$

(۴)  $-\frac{\pi}{24}$

۱۵- کدام یک از معادلات دیفرانسیل زیر، غیر خطی است؟

(۱)  $e^x y'''(x) - (x-2)y'(x) = 0$

(۲)  $\delta y''(x) - x(y'(x))^2 + x^2 y(x) = 0$

(۳)  $y''(x) + \cos x y'(x) - y(x) = 0$

(۴)  $x^2 y''(x) + \frac{3}{x-y} y'(x) + 2y(x) = 0$

۱۶- با توجه به تابع مولد چند جمله‌ایهای هرمیت  $e^{-t^2+2tx} = \sum_{n=0}^{\infty} H_n(x) \frac{t^n}{n!}$  کدام رابطه نادرست است؟

(۱)  $H_1(x) = 2x$

(۲)  $\frac{dH_n(x)}{dx} = 2nH_{n-1}(x)$

(۳)  $H_{2n}(0) = (-1)^n \frac{(2n)!}{n!}$

(۴)  $H_{n+1}(x) = xH_n(x) - 2nH_{n-1}(x)$

۱۷- دو سورتیه هر کدام به جرم  $40 \text{ kg}$  روی یک خط مستقیم در امتداد هم روی سطح یخی ابتدا در حال سکون قرار دارند. یک سنگ به جرم  $15 \text{ kg}$  که ابتدا روی سورتیه A قرار دارد به روی سورتیه B می‌چهد و سپس به روی سورتیه A برمی‌گردد. هر دو پرش با تندی  $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  نسبت به سطح یخ انجام می‌شود.  $V'_A$  سرعت نهایی سورتیه A و  $V'_B$  سرعت نهایی سورتیه B بر حسب متر بر ثانیه کدام است؟



بر حسب متر بر ثانیه کدام است؟

(۱)  $V'_B = 0, V'_A = 0$

(۲)  $V'_B = \frac{15}{4}, V'_A = -\frac{20}{11}$

(۳)  $V'_B = \frac{285}{88}, V'_A = -\frac{15}{4}$

(۴)  $V'_B = \frac{15}{11}, V'_A = -\frac{15}{4}$

۱۸- نیروی  $\vec{F} = 4\hat{i} + 6\hat{j}$  به ذره‌ای وارد می‌شود و آن را به اندازه بردار  $\vec{d} = 3\hat{i} - 2\hat{j}$  جابه‌جا می‌کند. (نیروهای دیگری نیز به ذره وارد می‌شوند). اگر کار انجام شده توسط نیروی  $\vec{F}$  مقدار ۱۷ ژول باشد، مقدار c کدام است؟ F بر حسب نیوتن و d بر حسب متر داده شده است.

(۲)  $-2,5$

(۱)  $-\sqrt{\frac{116}{13}}$

(۴)  $\sqrt{\frac{116}{13}}$

(۳)  $2,5$

# پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

۱۹- یک نیروی پایستار به ذره‌ای به جرم  $1 \text{ kg}$  که در روی محور  $x$  حرکت دارد، اثر می‌کند. انرژی پتانسیل وابسته به این نیرو

برای  $x \geq 0$ ،  $U(x) = -4xe^{-\frac{x}{4}}$  (بر حسب متر و  $U$  بر حسب ژول) است. در  $x=0$  ذره دارای انرژی جنبشی  $1 \text{ J}$  می‌باشد. در کدام نقطه یا نقاط، سرعت ذره صفر است؟

(۱)  $x = \infty$

(۲)  $x = 4$

(۳)  $x = 4$ ،  $x = \infty$

(۴) در بازه  $x=0$  تا  $x=\infty$ ، در هیچ نقطه سرعت ذره صفر نمی‌شود.

۲۰- برج استوانه‌ای یکنواختی به شعاع  $5 \text{ m}$  و ارتفاع  $30 \text{ m}$  به طور قائم روی سطح افقی زمین نصب شده است. به مرور زمان

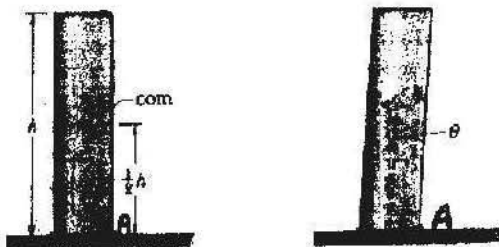
این برج به اندازه  $\theta = 5^\circ$  نسبت به امتداد قائم منحرف می‌شود. نیروی عمودی وارد بر برج در نقطه  $A$  نسبت به حالت اولیه برج تقریباً چند درصد افزایش یافته است؟

(۱) ۱۶

(۲) ۲۶

(۳) ۳۳

(۴) ۵۲



۲۱- در ناحیه‌ای از فضا میدان الکتریکی یکنواختی با شدت  $5 \frac{\text{N}}{\text{C}}$  وجود دارد. الکترونی با سرعت اولیه  $v = \frac{\text{km}}{\text{s}}$  موازی و هم

جهت با میدان الکتریکی وارد این ناحیه می‌شود. سرعت الکترون پس از  $t = 1 \text{ ns}$ ، تقریباً چند  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$  است؟

(۲) ۵۷/۵

(۱) ۲۲/۵

(۴) ۱۳۵

(۳) ۱۲۰

۲۲- پتانسیل الکتریکی یک توزیع بار در نقطه‌ای از فضا با مختصات کروی  $(r, \theta, \phi)$  به شکل  $V = \frac{Ze}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r} - \frac{\gamma}{2R} + \frac{r^2}{R^2} \right)$  است. میدان الکتریکی در این نقطه کدام است؟  $Z$  و  $R$  اعداد ثابتی هستند.

(۲)  $\frac{Ze}{4\pi\epsilon_0} \left( -\frac{\gamma}{r^2} - \frac{r}{2R^2} \right)$

(۱)  $\frac{Ze}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r^2} - \frac{r}{2R^2} \right)$

(۴)  $\frac{Ze}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r^2} - \frac{r}{2R^2} + \frac{\gamma}{2R^2} \right)$

(۳)  $\frac{Ze}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{\gamma r}{2R} - \ln r - \frac{r^3}{6R^3} \right)$

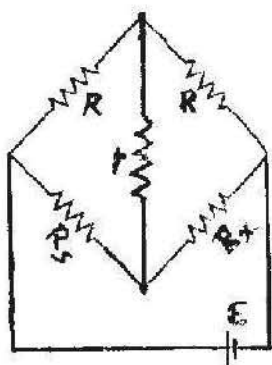
۲۳- در مدار زیر، مقدار شدت جریان در مقاومت  $r$  کدام است؟

(۱)  $\frac{\epsilon(R_S - R_X)}{(R - \gamma r)(R_S + R_X) + 2R_S R_X}$

(۲)  $\frac{\epsilon(R_S + R_X)}{(R + \gamma r)(R_S - R_X) + 2R_S R_X}$

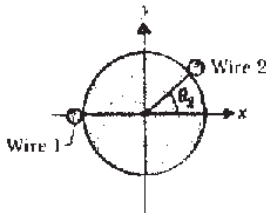
(۳)  $\frac{\epsilon(R_S - R_X)}{(R + \gamma r)(R_S + R_X) + 2R_S R_X}$

(۴)  $\frac{\epsilon(R_S + R_X - \gamma r)}{(R - \gamma r)(R_S - R_X) - 2R_S R_X}$



## پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

۲۴- در شکل زیر سطح مقطع دو سیم بسیار طولی که بر روی یک استوانه پلاستیکی به شعاع  $3 \text{ cm}$  قرار دارند، نشان داده شده است. سیم اول حامل جریانی به شدت  $5 \text{ mA}$  و در جهت خارج از صفحه کاغذ و در مکان خود ثابت است. سیم دوم حامل جریانی به شدت  $2 \text{ mA}$  و در جهت داخل صفحه کاغذ است. سیم دوم را می توان روی استوانه تغییر مکان داد. در کدام زاویه  $\theta$ ، مقدار میدان مغناطیسی در مرکز استوانه (نقطه O) برابر  $4 \text{ nT}$  می شود؟



(۱)  $\sin^{-1}\left(\frac{Y}{Y_0}\right)$

(۲)  $\sin^{-1}\left(\frac{3}{4}\right)$

(۳)  $\cos^{-1}\left(\frac{Y}{Y_0}\right)$

(۴)  $\cos^{-1}\left(\frac{Y}{Y_0}\right)$

۲۵- برای اندازه گیری میدان های مغناطیسی مغز انسان، از چه ابزاری استفاده می شود؟

(۱) FTM (۲) VSM

(۳) SQUID (۴) Gaussmeter

۲۶- در خوشه های گازهای نادر مانند آرگون اعداد جادویی وجود دارند. یعنی خوشه های دارای تعداد معینی اتم از دیگر خوشه ها پایدارترند. این اعداد جادویی از نوع ..... هستند این اعداد جادویی ..... ساختار الکترونی اتم های تشکیل دهنده خوشه هستند.

(۱) الکترونی - وابسته به (۲) الکترونی - مستقل از

(۳) ساختاری - وابسته به (۴) ساختاری - مستقل از

۲۷- کدام روش برای آنالیز عنصری و شیمیایی لایه های سطحی اتمی تمام مواد، به کار می رود؟

(۱) Cathodoluminescence (CL)

(۲) X-ray Diffraction (XRD)

(۳) Neutron Scattering Spectroscopy (NSS)

(۴) Reflection Electron Energy Loss Spectroscopy (REELS)

۲۸- برای ساخت اتم به اتم ساختارهای نانو مقیاس روی سطح مواد از کدام ابزار استفاده می شود؟

(۱) AFM (۲) STM

(۳) FET (۴) FTIR

۲۹- کدام عبارت نادرست است؟

(۱) نانو ذرات سیلیکا ( $\text{SiO}_2$ ) هادی هستند.

(۲) نانو ذرات نقره در سنسورهای زیستی (Biosensor) به کار می روند.

(۳) نانو ذرات طلا به ابعاد حدود  $30$  نانو متر، به رنگ قرمز دیده می شوند.

(۴) نانو ذرات آلومینیوم قابلیت احتراق در هوا دارند، و موجب بروز انفجارهای احتراقی شدید می شوند.

۳۰- برای سخت کردن فولاد، نانو ذرات ..... در فولاد پخش می شوند. این نانو ذرات ..... می شوند.

(۱) مس- مانع اشاعه ترک ها (۲) مس، مانع حرکت نابه جایی ها

(۳) کربید آهن، مانع اشاعه ترک ها (۴) کربید آهن، مانع حرکت نابه جایی ها



## پی اچ دی تست ، وب سایت تخصصی آزمون دکتری

۳۱- نقطه ذوب اغلب نانو خوشه‌های فلزی نسبت به نقطه ذوب ماده حجیم آن ..... است و با کوچک‌تر شدن اندازه نانو خوشه‌ها، معمولاً نقطه ذوب ..... می‌یابد.

(۱) بالاتر - کاهش

(۲) بالاتر - افزایش

(۳) پایین‌تر - کاهش

(۴) پایین‌تر - افزایش

۳۲- در طیف‌سنجی بریلوئن نانو ذرات بلوری، وقتی اندازه ذره کاهش می‌یابد، طیف‌ها ..... و قله طیف به عدد موج‌های ..... منتقل می‌شود.

(۱) پهن‌تر - بزرگ‌تر

(۲) پهن‌تر - کوچک‌تر

(۳) نازک‌تر - بزرگ‌تر

(۴) نازک‌تر - کوچک‌تر

۳۳- کدام عبارت در مورد روش طیف‌سنجی تشدید پارامغناطیسی الکترون «EPR»، نادرست است؟

(۱) برای تعیین فلز یا نیمه رسانا بودن نانو لوله‌ها استفاده می‌شود.

(۲) برای مطالعه الکترون‌های رسانش در نانو ذرات فلزی به کار می‌رود.

(۳) به ازای یک میدان مغناطیسی معین، بسامدهای تشدید الکترون سه مرتبه‌ای اندازه، کوچکتر از NMR هستند.

(۴) برای شناسایی حفره‌های اکسیژنی به دام افتاده در نانو خوشه‌های نیمه رسانای  $TiO_2$  کلونیدی استفاده می‌شود.

۳۴- در روش تولید نانو لوله‌های کربنی به روش قوس الکتریکی، اگر از هیچ کاتالیستی استفاده نشود، نانو لوله‌های ..... و

اگر از مقداری ..... به عنوان کاتالیست استفاده شود، نانو لوله‌های ..... بر روی الکتروود منفی ایجاد می‌شود.

(۱) چند دیواره - گاز آرگون - تک دیواره

(۲) چند دیواره - کبالت یا نیکل - تک دیواره

(۳) تک دیواره - گاز آرگون - چند دیواره

(۴) تک دیواره - کبالت یا نیکل - چند دیواره

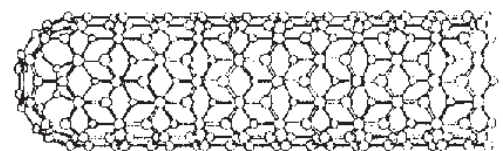
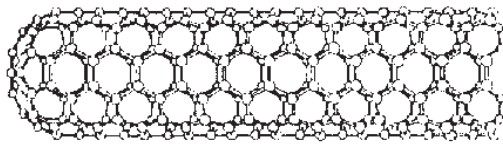
۳۵- در شکل زیر شکل (الف) مربوط به نانو لوله کربنی ..... و شکل (ب) مربوط به نانو لوله کربنی ..... است.

(۱) آرمیچر - زیگزاگ

(۲) زیگزاگ - آرمیچر

(۳) زیگزاگ - کایرال

(۴) کایرال - آرمیچر



۳۶- روش تراکم بخار در تهیه نانو ذرات از بخار ..... از ماده‌ی مذکور که توسط روش‌های تبخیر از جمله کندوپاش و روش‌های لیزری به دست آمده استفاده می‌کند؟

(۱) رقیق

(۲) بسیار داغ

(۳) تحت فشار

(۴) فوق اشباع

۳۷- در روش سل - ژل پس از تشکیل ژل اگر خشک شدن در شرایط فوق بحرانی (در فشار و دمای بالاتر از بحرانی) انجام شود،

محصول هیدروکسیدی به دست آمده با این روش خشک کردن را ..... گویند.

(۱) آپکافت

(۲) الکزول

(۳) ائروزول

(۴) ژلاتین

- ۳۸- کدام عبارت نادرست است؟
- (۱) در کاتالیزور همگن، فاز مؤثر واکنش دهنده با فاز کاتالیزور یکسان است.  
 (۲) سورفکتانت ماده‌ای است که دارای سر قطبی و دم غیر قطبی است.  
 (۳) یک روش برای تهیه‌ی نانو ذرات فلزی با توزیع اندازه باریک، روش تهیه به کمک دندریمر است.  
 (۴) برای پایداری نانو ذرات فلزی در محلول نمی‌توان از اتصال مولکول‌ها یا ماکرومولکول‌های آلی بر سطح ذرات استفاده کرد.
- ۳۹- کدام یک از مراحل نامبرده شده جزو مراحل روش تهیه نانو ذرات فلزی به روش سل - ژل نیست؟
- (۱) مرحله اول شامل ساخت محلول همگن از حل پیش ماده در حلال مناسب است.  
 (۲) مرحله دوم با فرآیندهای آبکافت و تراکم سل تشکیل می‌شود.  
 (۳) در مرحله سوم جریان‌ی از گاز حامل آرگون از میان سل تشکیل شده عبور داده می‌شود.  
 (۴) پس از تشکیل ژل با خشک کردن به وسیله تبخیر در شرایط عادی، ژل فرو ریخته (xerogel) تشکیل می‌شود.
- ۴۰- معمول ترین روش برای ساخت سیم کوانتومی یا آرایه‌ای از نقطه‌های کوانتومی کدام است؟
- (۱) هیدروترمالی (۲) لیتوگرافی باریکه‌ی الکترونی  
 (۳) انفجار الکتریکی سیم (EEW) (۴) سل - ژل احتراقی
- ۴۱- ژئولیت‌ها از جنس ..... هستند و حفره‌هایی در ابعاد ..... دارند.
- (۱) آلومینو سیلیکات - زیر نانومتر تا نانومتر (۲) آلومینو سیلیکات - نانومتر تا میکرومتر  
 (۳) آلومینو فسفات - نانومتر تا میکرومتر (۴) آلومینو فسفات - زیر نانومتر تا نانومتر
- ۴۲- در تولید کاشی‌های ضد خش از کدام نانو ذرات استفاده می‌شود؟
- (۱) آلومینا (۲) MgO  
 (۳) TiO<sub>۲</sub> (۴) ZnO
- ۴۳- کدام ویژگی مربوط به نانو ذرات TiO<sub>۲</sub> نیست؟
- (۱) ارزان قیمت بودن و در دسترس بودن آسان (۲) فعالیت فوتو کاتالیزوری بالا  
 (۳) پایداری نوری و شیمیایی (۴) سمی بودن
- ۴۴- در بازار جهانی نانو ذرات بالاترین سهم را نانو پودرهای ..... دارند.
- (۱) سریا (CeO<sub>۲</sub>) (۲) سیلیکا (SiO<sub>۲</sub>)  
 (۳) تیتانیا (TiO<sub>۲</sub>) (۴) اکسید روی (ZnO)
- ۴۵- نانو میله‌های کدام ترکیب برای مصارف ترموالکتریک مناسب‌تر است؟
- (۱) SiC (۲) ZnS  
 (۳) CoTe (۴) CdS