



298

F

نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:

صباح جمعہ ۹۳/۱۲/۱۵ دفترچه شماره ۱ از ۲	 <p>جمهوری اسلامی ایران وزارت علوم، تحقیقات و فناوری سازمان سنجش آموزش کشور</p>	اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود. امام خمینی (ره)		
آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه متمرکز) داخل - سال ۱۳۹۴				
فناوری نانو - نانومواد (کد ۲۳۶۳)				
مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه		تعداد سؤال: ۴۵		
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 نانو تکنولوژی، نانومواد	۴۵	۱	۴۵
این آزمون نمره منفی دارد. استفاده از ماشین حساب مجاز نیست. اسفند ماه - سال ۱۳۹۳				
حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و ...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مفران رفتار می‌شود.				

۱- اگر $z = 3e^{\frac{i\pi}{3}}$ باشد، آنگاه کدام گزینه در مورد عدد مختلط $\frac{iz + 2 \operatorname{Im} z}{\bar{z}}$ ، صحیح است؟

(۱) بر دایره‌ای به شعاع ۳ قرار دارد.

(۲) روی محور Xها قرار دارد.

(۳) بر دایره واحد قرار دارد.

(۴) روی نیمساز ربع اول و سوم قرار دارد.

۲- سری‌های $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(\sin n)^2 + n}{n}$ و $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 + \sin n}{2n^2 + \cos n + 1}$ به ترتیب می‌باشند.

(۱) همگرا و واگرا

(۲) همگرا و همگرا

(۳) واگرا و واگرا

(۴) واگرا و همگرا

۳- معادله زیر معرف چه شکلی در دستگاه مختصات استوانه‌ای است؟

$$r = 2 \sin\left(\theta + \frac{\pi}{4}\right)$$

(۱) مخروط

(۲) خط

(۳) صفحه

(۴) استوانه

۴- فرض کنید $\vec{F}(x, y, z) = (3z - \sin x)\vec{i} + (x^2 + e^y)\vec{j} + (y^3 - \cos z)\vec{k}$ و C منحنی

$r(t) = (\cos t, \sin t, 1)$ ، $0 \leq t \leq 2\pi$ باشد، مقدار $\oint_C \vec{F} \cdot d\vec{r}$ ، کدام است؟

(۱) $\frac{1}{2}$

(۲) ۰

(۳) $\frac{2}{3}$

(۴) ۱

۵- اگر $f(x) = x \int_0^1 \sin(t^2 x^2) dt$ ، در این صورت مقدار $f'\left(\frac{\sqrt{\pi}}{2}\right)$ ، کدام است؟

(۱) $\frac{\pi}{4}$

(۲) ۱

(۳) ۰

(۴) $\frac{\pi}{2}$

۶- مقدار $\lim_{x \rightarrow +\infty} x \left(\left(1 + \frac{1}{x}\right)^x - e \right)$ ، کدام است؟

(۱) $+\infty$

(۲) $\frac{e}{2}$

(۳) $-\frac{e}{2}$

(۴) 0

۷- اگر $f(x,y) = \begin{cases} \frac{\tan(x^2 y^2)}{x^5 + y^4} & (x,y) \neq (0,0) \\ 0 & (x,y) = (0,0) \end{cases}$ باشد، مشتق سوئی $f(x,y)$ در جهت بردار یکه

$\vec{u} = a\vec{i} + b\vec{j}$ در نقطه $(0,0)$ ، کدام است؟ ($b \neq 0$)

(۱) $\frac{a^2}{b^2}$

(۲) $\frac{a}{b}$

(۳) صفر

(۴) $\frac{a^2}{b^2}$

۸- اگر A ماتریسی پادمتقارن و S ماتریسی متقارن باشند، کدام رابطه نادرست است؟

(۱) $\text{tr}(SA) = 0$

(۲) $\text{tr}A = 0$

(۳) $\det(SA) = 0$

(۴) ماتریس SA ماتریسی پادمتقارن است اگر $[A, S] = 0$

۹- اگر $U = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix}$ باشد، $\ln U$ کدام است؟

(۱) $\begin{pmatrix} 1 & -\theta \\ \theta & 1 \end{pmatrix}$

(۲) $\begin{pmatrix} 0 & -\theta \\ \theta & 0 \end{pmatrix}$

(۳) $\begin{pmatrix} 1+\theta^2 & -\theta \\ \theta & 1+\theta^2 \end{pmatrix}$

(۴) $\begin{pmatrix} \ln(\cos \theta) & -\ln(\sin \theta) \\ \ln(\sin \theta) & \ln(\cos \theta) \end{pmatrix}$

۱۰- حاصل انتگرال $\int_{-\infty}^{\infty} (3x^2 + 7x + 1) \delta(x^2 + x - 6) dx$ کدام است؟

(۱) ۴

(۲) ۲۰

(۳) ۳۴

(۴) ۶/۸

۱۱- در معادله دیفرانسیل مرتبه دو (معروف به معادله لاگر) $xy''(x) + (1-x)y'(x) + ny(x) = 0$ کدام عبارت درست است؟ تکین منظم (Regular Singularity) و تکین نامنظم (Irregular Singularity)

(۱) نقطه $x = 0$ تکین منظم و $x = \infty$ تکین نامنظم است.

(۲) نقاط $x = 0$ و $x = \infty$ تکین منظم هستند.

(۳) نقاط $x = 0$ و $x = 1$ تکین نامنظم هستند.

(۴) نقطه $x = 1$ تکین منظم و نقاط $x = 0$ و $x = \infty$ تکین نامنظم هستند.

۱۲- با توجه به تابع مولد توابع بسل: $e^{(x/2)(t-1/t)} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} J_n(x) t^n$ کدام رابطه نادرست است؟

(۱) $J_{n-1}(x) + J_{n+1}(x) = \frac{1}{x} J_n(x)$

(۲) $J_{n-1}(x) - J_{n+1}(x) = 2 J_n'(x)$

(۳) $J_n(x) = (-1)^n J_n(-x)$

(۴) $x^2 J_n''(x) + x J_n'(x) + (x^2 - n^2) J_n(x) = 0$

۱۳- تابع تحلیلی $f(x, y) = u(x, y) + iv(x, y)$ که در آن $v(x, y) = x + y - 3$ است، کدام است؟

$z = x + iy$ و y عددهای حقیقی هستند.

(۱) $f(z) = (1-i)z - 3i$

(۲) $f(z) = (1+i)z^2 - 3$

(۳) $f(z) = (1-i)z^2 - 3i$

(۴) $f(z) = (1+i)z - 3i$

۱۴- حاصل انتگرال $\oint_C \frac{3z^2 + 2}{z(z+1)} dz$ کدام است؟ انتگرال در صفحه مختلط z روی دایره‌ای به شعاع ۳ و به

مرکز مبدا مختصات در جهت مثلثاتی گرفته می‌شود.

(۱) $14\pi i$

(۲) $8\pi i$

(۳) $-6\pi i$

(۴) $-4\pi i$

۱۵- تابع $x(t)$ در معادله دیفرانسیل $\frac{d^2x(t)}{dt^2} + 2\gamma \frac{dx(t)}{dt} + \omega_0^2 x(t) = F(t)$ صدق می‌کند که در آن γ و

ω_0 ضریب‌هایی ثابت و $F(t)$ تابع معین داده شده‌ای است. $\tilde{x}(\omega)$ (تبدیل فوری $x(t)$) بر حسب

$\tilde{F}(\omega)$ (تبدیل فوری $F(t)$) کدام است؟

(۱) $\tilde{x}(\omega) = \frac{\tilde{F}(\omega)}{\omega^2 - 2i\gamma\omega + \omega_0^2}$

(۲) $\tilde{x}(\omega) = \frac{\tilde{F}(\omega)}{-\omega^2 - 2i\gamma\omega + \omega_0^2}$

(۳) $\tilde{x}(\omega) = \frac{\tilde{F}(\omega)}{-\omega^2 - 2\gamma\omega + \omega_0^2}$

(۴) $\tilde{x}(\omega) = \frac{\tilde{F}(\omega)}{\omega^2 - 2\gamma\omega - \omega_0^2}$

۱۶- ذره‌ای به جرم m روی محور x تحت تاثیر نیرویی با پتانسیل $U(x) = k(2x^3 - 5x^2 + 4x)$ در حرکت

است. k ضریب ثابت مثبتی است. این ذره در چه نقطه‌ای تعادل پایدار دارد؟

(۱) $x = 0$

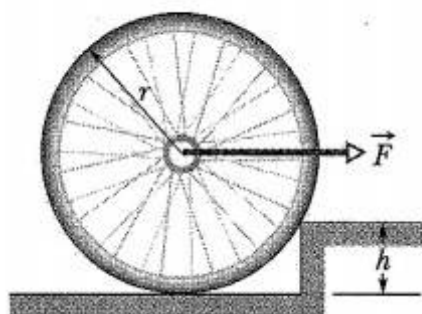
(۲) $x = 1$

(۳) $x = \frac{2}{3}$

(۴) $x = \frac{4}{3}$

۱۷- در شکل زیر نیروی ثابت افقی \vec{F} به محور چرخ به شعاع r و جرم 6 kg وارد می‌شود. حداقل مقدار

نیروی \vec{F} چند نیوتن باشد تا بتواند چرخ را از مانع به ارتفاع $h = \frac{r}{5}$ عبور دهد؟ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$



(۱) $35/28$

(۲) $78/4$

(۳) $11/76$

(۴) $44/1$

۱۸- سیم یکنواختی را به شکل کمانی به شعاع R در نظر بگیرید. زاویه مرکزی این کمان $\frac{\pi}{3}$ است. فاصله

مرکز جرم این سیم تا مرکز کمان (مرکز دایره) کدام است؟

(۱) $\frac{3R}{\pi}$

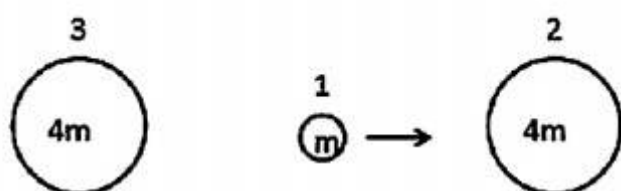
(۲) $\frac{3R}{2\pi}$

(۳) $\frac{2R}{3\pi}$

(۴) $\frac{R}{3\pi}$

۱۹- دو کره یکسان به جرم $4m$ در حال سکون هستند. کره دیگری به جرم m مطابق شکل زیر به سمت کره سمت راست در امتداد خط واصل دو کره ساکن در حرکت است. اگر برخوردها کاملاً کشسان باشد،

چند برخورد رخ می‌دهد؟



(۱) ۴

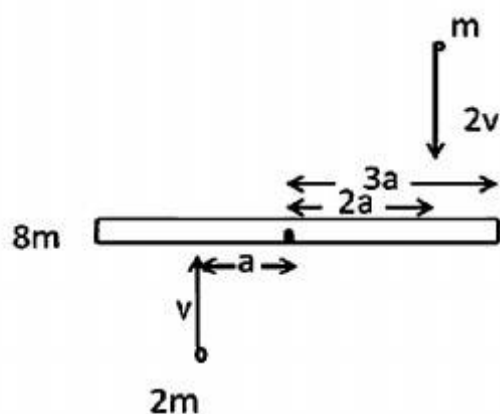
(۲) ۲

(۳) ۶

(۴) ۸

۲۰- میله یکنواختی به طول $6a$ و جرم $8m$ روی سطح افقی بدون اصطکاکی در حال سکون است. دو جرم نقطه‌ای m و $2m$ در همان صفحه افقی به ترتیب با تندی‌های $2v$ و v مطابق شکل زیر در حرکتند و

پس از برخورد با میله به آن می‌چسبند. سرعت زاویه‌ای نهایی میله کدام است؟



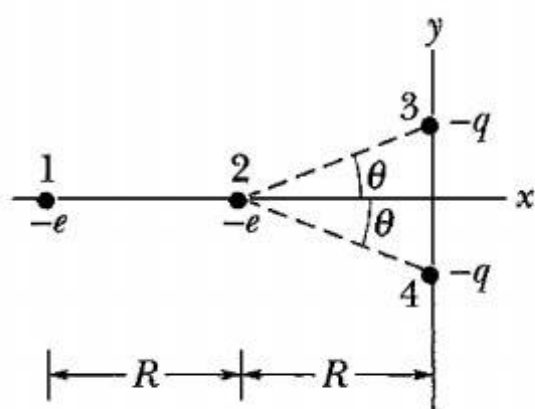
(۱) $\frac{1}{4} \frac{v}{a}$

(۲) $\frac{2}{3} \frac{v}{a}$

(۳) $\frac{1}{5} \frac{v}{a}$

(۴) $\frac{1}{15} \frac{v}{a}$

۲۱- در شکل زیر الکترون‌های شماره ۱ و ۲ روی محور x و دو بار یکسان $-q$ روی محور y قرار دارند. الکترون شماره ۱ ثابت و فاصله آن از مبدا مختصات $2R$ و دو بار منفی $-q$ نیز ثابت هستند و فاصله هر یک از آنها تا مبدا مختصات d است. الکترون شماره ۲ می‌تواند آزادانه حرکت کند. زوایایی که در آن الکترون شماره ۲ بدون حرکت در جای خود قرار دارد، از چه رابطه‌ای به دست می‌آید؟ بار الکترون $-e$ است.



$$\cos 2\theta - \frac{2R}{d} \sin 2\theta + \left(\frac{e}{q} + 1\right) = 0 \quad (1)$$

$$\cos 2\theta - \frac{R}{d} \sin 2\theta + \left(\frac{2e}{q} + 1\right) = 0 \quad (2)$$

$$\cos^2 \theta - \frac{d}{2R} \sin \theta + \frac{e}{q} = 0 \quad (3)$$

$$\cos^2 \theta + \frac{2R}{d} \sin \theta - \frac{e}{q} = 0 \quad (4)$$

۲۲- درون کره توپری به شعاع R بار الکتریکی با چگالی حجمی غیریکنواخت $\rho(\vec{r}) = \left(15 \frac{\text{pC}}{\text{m}^3}\right) \frac{r^2}{R^2}$ توزیع شده است که r فاصله یک نقطه از مرکز کره است. میدان الکتریکی در نقطه‌ای به فاصله $\frac{R}{2}$ از مرکز

کره چند برابر میدان الکتریکی در نقطه‌ای واقع بر سطح کره است؟

(۱) ۲

(۲) $\frac{1}{2}$

(۳) $\frac{1}{4}$

(۴) $\frac{1}{8}$

۲۳- درون یک خازن تخت مسطح که مساحت هر یک از دو صفحه آن A و فاصله دو صفحه از هم d است با دی الکتریکی غیر یکنواخت با ثابت دی الکتریک $K(x) = ax + b$ پر شده است، که در آن x فاصله یک نقطه داخل خازن از یکی از دو صفحه خازن و a و b ضرایب ثابتی هستند. ظرفیت این خازن کدام است؟

$$\frac{\epsilon_0 a A}{\left(1 + \frac{ad}{b}\right)} \quad (1)$$

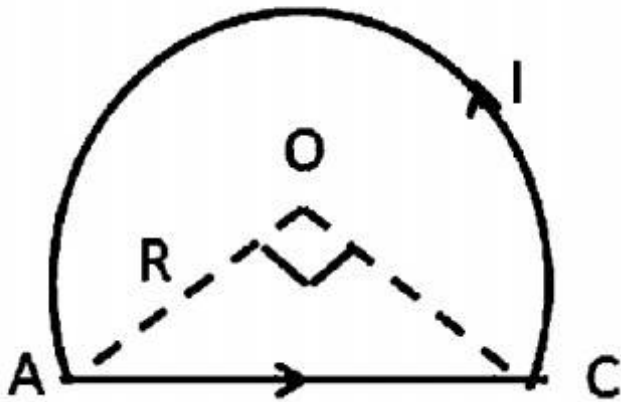
$$\frac{\epsilon_0 a A}{\left(1 + \frac{ad}{b}\right)^2} \quad (2)$$

$$\frac{\epsilon_0 a A}{\ln\left(1 + \frac{ad}{b}\right)} \quad (3)$$

$$\frac{\epsilon_0 a A}{2 \ln\left(1 + \frac{ad}{b}\right)} \quad (4)$$

۲۴- حلقه سیم نازکی مطابق شکل زیر از کمان \widehat{AC} از دایره‌ای به شعاع R و یک قسمت مستقیم AD تشکیل یافته است. جریانی به شدت I در سیم وجود دارد. اندازه میدان مغناطیسی در نقطه O مرکز

دایره کدام است؟ $\widehat{AOC} = 90^\circ$



$$\frac{\mu_0 I}{\pi R} \left(1 + \frac{3\pi}{4}\right) \quad (1)$$

$$\frac{\mu_0 I}{2\pi R} \left(1 + \frac{3\pi}{4}\right) \quad (2)$$

$$\frac{\mu_0 I}{2\pi R} \left(2\sqrt{2} + \frac{3\pi}{4}\right) \quad (3)$$

$$\frac{\mu_0 I}{\pi R} \left(\sqrt{2} + \frac{3\pi}{8}\right) \quad (4)$$

۲۵- در یک مدار، ولتاژ دو سر یک خازن با زمان به شکل $V(t) = V_0 e^{-\frac{t}{RC}}$ تغییر می‌کند. اگر $R = 50 \text{ k}\Omega \pm 5\%$ و $C = 0.2 \mu\text{F} \pm 10\%$ باشد، در لحظه $t = 80 \mu\text{s}$ خطای نسبی در اندازه‌گیری

ولتاژ دو سر خازن چند درصد است؟

$$0.4 \quad (1)$$

$$0.12 \quad (2)$$

$$1.2 \quad (3)$$

$$4 \quad (4)$$

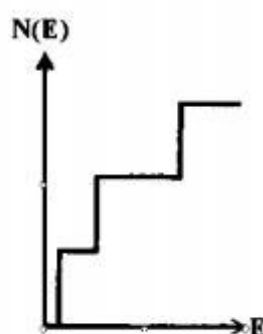
۲۶- در روش شیمیایی تولید نانو ذرات فلزی، برای پایداری و جلوگیری از پیوستن نانو ذرات تولید شده به یکدیگر و تشکیل ذرات بزرگتر از چه موادی استفاده می‌شود؟

- (۱) سورفکتانت‌ها
- (۲) حلال‌های معدنی
- (۳) پلیمرهای ستاره‌ای
- (۴) کاتالیست‌های غیرفلزی

۲۷- پراکندگی بریلوئن نوعی پراکندگی ناکشسان امواج الکترومغناطیسی از نانو ذرات است که در آن تفاوت بسامد فرودی و نور پراکنده شده در حدود بسامد ارتعاش‌های فونون‌های ... در محدوده ... قرار دارد. هر چه اندازه نانوذره کوچکتر شود قله طیف به سمت مدهای با بسامد ... انتقال می‌یابد.

- (۱) اکوستیکی، 10^8 Hz، کمتر
- (۲) اکوستیکی، 10^8 Hz، بیشتر
- (۳) اپتیکی، 10^{12} Hz، کمتر
- (۴) اپتیکی، 10^{12} Hz، بیشتر

۲۸- در نمودار زیر تعداد الکترون‌ها $N(E)$ بر حسب انرژی E برای یک سیستم فیزیکی رسم شده است. این سیستم کدام است؟



- (۱) جسم حجیم سه بعدی
- (۲) چاه کوانتومی
- (۳) سیم کوانتومی
- (۴) نقطه کوانتومی

۲۹- کدام عبارت در مورد تک لایه‌های خود آرا (Self-Assembled Monolayer) نادرست است؟

- (۱) برای ساخت این لایه‌ها به خلا بسیار بالا (UHV) نیاز است.
- (۲) برای عامل دار کردن نانوذرات مغناطیسی مانند FePt از این نوع لایه‌ها استفاده می‌شود.
- (۳) این لایه‌ها از مواد آلی مانند تیول و نوعا دارای ضخامتی حدود ۱ تا ۳ نانومتر هستند.
- (۴) یکی از لایه‌های خودآرا که بسیار مورد بررسی قرار گرفته از مواد آلی سولفوردار (organosulfur) ساخته شده که روی زیر لایه‌های فلزات نجیب تشکیل شده است.

۳۰- کدام عبارت در مورد میکروسکوپ نیروی اتمی (AFM) نادرست است؟

- (۱) با این دستگاه از سطح نمونه تصویری سه بعدی به دست می‌آید.
- (۲) در حالت تماس کوتاه مدت و متناوب (tapping mode) کانتیلور با فرکانسی نزدیک به فرکانس تشدید خود به نوسان واداشته می‌شود و دامنه نوسان چند ده نانومتر است.
- (۳) کانتیلور اغلب از جنس سلیکون است و شعاع نوک سوزن آن در حدود چند نانومتر است.
- (۴) در حالت تماسی (contact mode) نیروی میان سوزن و سطح نمونه از نوع جاذبه است.

۳۱- کدام عبارت در مورد میکروسکوپ روبشی تونلی (STM) نادرست است؟

- (۱) گاف نواری نیمه رساناها را می‌توان با این میکروسکوپ تعیین کرد.
- (۲) با استفاده از STM می‌توان آرایه‌های منظمی از اتم‌ها و مولکول‌ها را روی یک زیر لایه ایجاد کرد.
- (۳) در این میکروسکوپ برای ایجاد تصویر از سطح نمونه، نوک سوزن در فاصله کمتر از ده آنگستروم از نمونه قرار گرفته و باید اختلاف ولتاژی بایاسی از مرتبه ده کیلوولت میان سوزن و نمونه برقرار شود.
- (۴) سوزن (tip) بسیار نوک نیز این میکروسکوپ از جنس فلز است که در محیط خلا بسیار بالا (UHV) اغلب از جنس تنگستن است.

۳۲- کدام روش برای ساخت نانوسیم‌ها از لحاظ قیمت ارزان‌تر و برای تولید انبوه مناسب‌تر است؟

- (۱) لیتوگرافی اشعه ایکس
- (۲) چاپ نانو (nanoimprinting)
- (۳) استفاده از بستر متخلخل (Porous Matrix)
- (۴) لایه نشانی بخار شیمیایی به وسیله سوزن میکروسکوپ روشی تونلی (STM-Assisted CVD)

۳۳- کدام عبارت در مورد ساخت نانولوله‌های کربنی به روش کندوسوز لیزری (laser ablation) نادرست است؟

- (۱) معمولاً در این روش از لیزرهای پالسی استفاده می‌شود اما از لیزرهای پرتوان پیوسته هم می‌توان استفاده کرد.
- (۲) از برخورد پرتو لیزر با نمونه گرافیتی مخلوط شده با کاتالیست‌های فلزی مانند کبالت، اکثراً نانولوله‌های چند دیواره تولید می‌شوند.
- (۳) در این روش در شارش کم لیزر، ماده جامد با جذب انرژی لیزر، تبخیر یا تصعید می‌شود و توسط جریان گاز بی‌اثری مانند آرگون، نانولوله‌های تولید شده روی یک سطح سرد گردآوری می‌شوند.
- (۴) این روش از روش‌های لایه نشانی بخار شیمیایی (CVD) یا تخلیه قوس الکتریکی (Arc Discharge) گران‌تر است.

۳۴- کدام عبارت در مورد خواص و کاربرد مولکول فولرن C_{60} نادرست است؟

- (۱) در آب به راحتی حل می‌شود و خاصیت آروماتیک دارد.
- (۲) نور مرئی با شدت کم را بسیار کم جذب می‌کند، اما اگر شدت نور زیاد باشد مقدار جذب قابل توجه است.
- (۳) پذیرنده الکترون خوبی است و تا تعداد ۶ الکترون می‌تواند قبول کند.
- (۴) خواص آنتی‌اکسیدان دارد و در انتقال دارو در بدن کاربرد دارد.

۳۵- کدام عبارت در مورد شیشه‌های مرکب از نانوخوشه‌های فلزی درست است؟

- (۱) یکی از روش‌های ساخت این نوع شیشه‌ها کاشت یونی (ion implantation) است.
- (۲) این شیشه‌ها خواص اپتیکی غیرخطی دارند یعنی ضریب شکست آنها به شدت نور تابشی بستگی دارد.
- (۳) هر چه اندازه نانو ذرات داخل شیشه کوچکتر باشد قله جذب آن در طول موج کوچکتری است.
- (۴) هر سه مورد

۳۶- وجود ذرات هم محور (equi-axed) در ترموپلاستیک‌های نیمه بلوری چه مشخصه‌هایی را نسبت به

پلیمر خالص افزایش می‌دهد؟

(۱) استحکام کششی

(۲) مدول یانگ

(۳) تنش تسلیم

(۴) هر سه مورد

۳۷- زیروژل (xerogel) ... است که حجم آن ... برابر ژل اولیه ... یافته است.

(۱) ژل خشک شده‌ای، ۵ تا ۱۰، افزایش

(۲) ژل فشرده شده‌ای، ۵ تا ۱۰، کاهش

(۳) ژل رقیق شده‌ای، ۱۰ تا ۱۰۰، افزایش

(۴) ژل خشک شده‌ای، ۱۰ تا ۱۰۰، کاهش

۳۸- نانوکامپوزیت‌ها را به چه روشی می‌توان تولید کرد؟

(۱) آلیاژسازی مکانیکی

(۲) سل-ژل

(۳) اسپری حرارتی (thermal spray)

(۴) هر سه مورد

۳۹- کدام عبارت در مورد روش پلی یول (polyol) برای تولید نانوذرات نادرست است؟

(۱) پلی یول یک روش سنتز شیمیایی غیر آبی است.

(۲) شیوه مفیدی برای سنتز آلیاژها و خوشه‌های دو فلزی است.

(۳) در این روش، استفاده از مواد جوانه ساز برای تمام مواد ضروری است.

(۴) مشکل اکسیداسیون برای ذرات تولید شده در این روش، نسبت به دیگر روش‌ها به حداقل رسیده است.

۴۰- در روش سنتز شیمیایی نانوذرات، کدام عامل بیشترین اثر را بر شکل ذرات تولیدی دارد؟

(۱) سرعت جوانه زنی

(۲) درجه فوق اشباع (supersaturation)

(۳) پایداری کلوییدی

(۴) دمای محلول

۴۱- برای تولید مواد نانو ساختار حجمی از پودرهای نانومتری ذرات چه فرایندی انجام می‌شود؟

- (۱) آنیل کردن
- (۲) سینترینگ
- (۳) تکلیس (کلسینه کردن)
- (۴) آسیاب کاری سایشی

۴۲- یکی از حساس‌ترین آشکارسازهای گاز مونوکسید کربن (CO) در دمای اتاق که در سالهای اخیر ساخته شده کدام است؟

- (۱) نانوکریستال‌های FeTi
- (۲) مخلوط پودرهای نانومتری $\alpha, \beta, \gamma - Fe_3O_4$
- (۳) نانولوله‌ی چند دیواره که بر روی آن نانوذرات مس نشانده شده است.
- (۴) نانولوله‌ی تک دیواره نیمه‌رسانا که بر روی آن نانوذرات SnO_2 نشانده شده است.

۴۳- چگالی مواد نانو کریستال ... چگالی نمونه‌های تک کریستال آن مواد و مدول یانگ مواد نانو کریستال ... از مدول یانگ نمونه‌های تک کریستال است.

- (۱) حدود ۷۰ تا ۹۰ درصد ، کمتر
- (۲) حدود ۳۰ تا ۶۰ درصد ، بیشتر
- (۳) حدود ۲ تا ۲/۵ برابر ، بیشتر
- (۴) حدود ۱/۲ تا ۱/۵ برابر ، کمتر

۴۴- با آنالیز "نانو فروروندگی" (nanoindentation) چه کمیت‌هایی از لایه‌های نازک نانومتری اندازه‌گیری می‌شوند؟

- (۱) ساختار کریستالی و استحکام کششی
- (۲) مقاومت خزشی و ترکیب شیمیایی
- (۳) مدول یانگ و سختی
- (۴) ضخامت و اندازه نانو ذرات

۴۵- نانوسیال (nanofluid) سیالی است که در آن نانو ذراتی به صورت کلوییدی پایدار وجود دارند. نسبت به سیال خالص، ظرفیت حرارتی آن ... و ضریب هدایت حرارتی آن ... است. فروسیال (ferrofluid) نانوسیالی است که در آن نانو ذرات ... وجود دارند.

- (۱) کمتر ، کمتر ، ابررسانا
- (۲) کمتر ، بیشتر ، پارامغناطیس
- (۳) بیشتر ، بیشتر ، سوپرپارامغناطیس
- (۴) بیشتر ، کمتر ، فرومغناطیس