

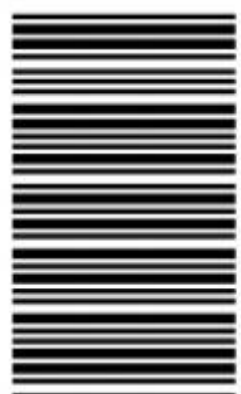
298

F

نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:



298F

صبح جمعه

۹۳/۱۲/۱۵

دفترچه شماره ۱ از ۲



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

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 مقرران رفتار می‌شود.

۱- اگر  $z = 3e^{i\pi/3}$  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  $f(x,y) = \begin{cases} \frac{\tan(x^3 y^2)}{x^5 + y^4} & (x,y) \neq (0,0) \\ 0 & (x,y) = (0,0) \end{cases}$  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)  $\frac{a^3}{b^2}$

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  $\gamma$  و

$\omega_0$  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)  $x = 0$

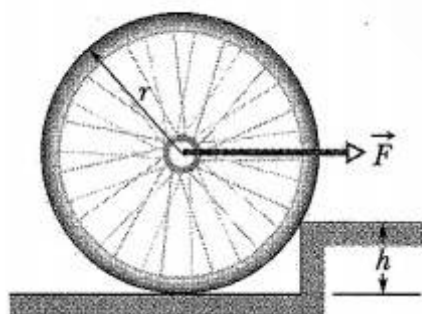
(۲)  $x = 1$

(۳)  $x = \frac{2}{3}$

(۴)  $x = \frac{4}{3}$

۱۷- در شکل زیر نیروی ثابت افقی  $\vec{F}$  به محور چرخ‌ی به شعاع  $r$  و جرم  $6 \text{ kg}$  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؟

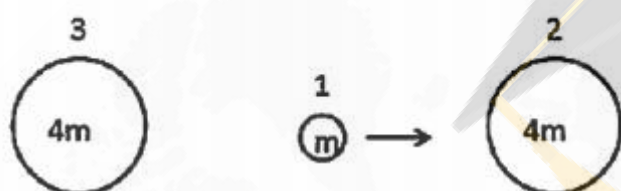
$$\frac{2R}{\pi} \quad (1)$$

$$\frac{2R}{2\pi} \quad (2)$$

$$\frac{2R}{3\pi} \quad (3)$$

$$\frac{R}{3\pi} \quad (4)$$

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؟



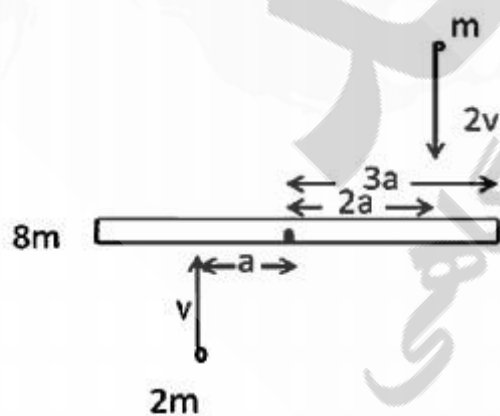
$$4 \quad (1)$$

$$2 \quad (2)$$

$$6 \quad (3)$$

$$8 \quad (4)$$

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  $v$  و  $2v$  مطابق شکل زیر در حرکتند و پس از برخورد با میله به آن می‌چسبند. سرعت زاویه‌ای نهایی میله کدام است؟



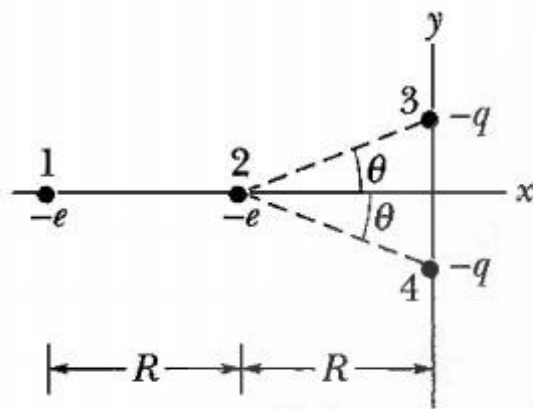
$$\frac{1}{4} \frac{v}{a} \quad (1)$$

$$\frac{2}{3} \frac{v}{a} \quad (2)$$

$$\frac{1}{5} \frac{v}{a} \quad (3)$$

$$\frac{1}{15} \frac{v}{a} \quad (4)$$

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؟

$$(1) \quad 2$$

$$(2) \quad \frac{1}{2}$$

$$(3) \quad \frac{1}{4}$$

$$(4) \quad \frac{1}{8}$$

۲۳- درون یک خازن تخت مسطح که مساحت هر یک از دو صفحه آن  $A$  و فاصله دو صفحه از هم  $d$  است با دی‌الکتریکی غیر یکنواخت با ثابت دی‌الکتریک  $K(x) = ax + b$  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؟

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

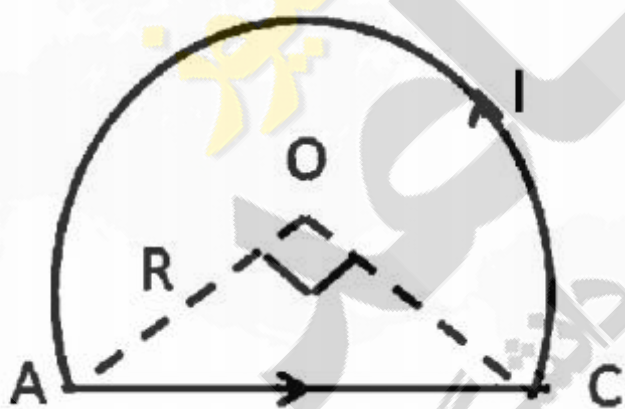
$$\frac{\epsilon_0 a A}{\left(1 + \frac{ad}{b}\right)^2} \quad (2)$$

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

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

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؟  $\angle AOC = 90^\circ$



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

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

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

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

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  $C = 0.702 \mu\text{F} \pm 10\%$  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 نانو ذرات هم محور (equi-axed) در ترموپلاستیک‌های نیمه بلوری چه مشخصه‌هایی را نسبت به

پلیمر خالص افزایش می‌دهد؟

- (۱) استحکام کششی
- (۲) مدول ینگ
- (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 نانو 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