

کد کنترل

338

E

نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:

 <p>«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.» امام خمینی (ره)</p> <p>جمهوری اسلامی ایران وزارت علوم، تحقیقات و فناوری سازمان سنجش آموزش کشور</p>	<p>صبح جمعه ۱۳۹۶/۱۲/۴</p> <p>دفترچه شماره (۱)</p>			
<p><b>آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۳۹۷</b></p>				
<p><b>رشته فناوری نانو - نانومواد (کد ۲۳۶۳)</b></p>				
<p>مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه</p>	<p>تعداد سؤال: ۴۵</p>			
<p>عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات</p>				
ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی: ریاضی و فیزیک (ریاضی عمومی (۲و۱)، ریاضی فیزیک (۲و۱)، فیزیک پایه (۲و۱)) - مبانی نانو تکنولوژی - نانومواد	۴۵	۱	۴۵
<p>این آزمون نمره منفی دارد.</p>		<p>استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.</p>		
<p>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 منتقلین برابر مقررات رفتار می‌شود.</p>				

\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول ذیل، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... در جلسه این آزمون شرکت می‌نمایم.

امضا:

۱- فرض کنید  $f(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1+x^{2n+1}}{1-x^{2n}}$ ، مقدار  $f'(2)$  کدام است؟

- (۱) ۰  
(۲) -۱  
(۳) ۱  
(۴)  $\infty$

۲- مقدار  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\left(1 + \frac{\sqrt{3}}{1}\right)^1 + \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 + \dots + \left(1 + \frac{\sqrt{3}}{n}\right)^n}{n}$ ، کدام است؟

- (۱)  $e$   
(۲)  $e^{\sqrt{3}}$   
(۳)  $e^{\sqrt{3}}$   
(۴)  $e^{-1}$

۳- فرض کنید  $\omega_0 = 1$  و  $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_q$  ریشه‌های دهم واحد باشند. مقدار عبارت  $(1-\omega_1)(1-\omega_2)\dots(1-\omega_q)$ ، کدام است؟

- (۱) ۸  
(۲) ۹  
(۳) ۱۰  
(۴) ۱۱

۴- فرض کنید  $\vec{r}(t) = t^2 \hat{i} + (\sin t - t \cos t) \hat{j} + (\cos t + t \sin t) \hat{k}$ ، به ازای  $t \geq 0$  یک منحنی در فضا باشد. انحنای منحنی در لحظه  $t = \pi$ ، کدام است؟

- (۱)  $\pi$   
(۲)  $\frac{\pi}{5}$   
(۳)  $\frac{1}{\pi}$   
(۴)  $\frac{1}{5\pi}$

۵- فرض کنید  $f = f(x, y)$  یک تابع دیفرانسیل پذیر و  $\vec{v}_1, \vec{v}_2, \vec{v}_3$  بردارهایی در صفحه مختصات باشند که نقطه  $(1, 2)$  را به ترتیب به نقطه  $(2, 2), (1, 1)$  و  $(4, 6)$  متصل می کنند. اگر مشتق سوئی  $f$  در نقطه  $(1, 2)$  در جهت های  $\vec{v}_1$  و  $\vec{v}_2$  به ترتیب ۲ و -۲ باشد، مشتق سوئی  $f$  در نقطه  $(1, 2)$  در جهت  $\vec{v}_3$  کدام است؟

$$-\frac{14}{5} \quad (1)$$

$$-\frac{12}{5} \quad (2)$$

$$\frac{14}{5} \quad (3)$$

$$\frac{12}{5} \quad (4)$$

۶- معادله خط مماس بر فصل مشترک رویه  $x^2 + y^2 + z^2 = 9$  با صفحه  $y = 2$  در نقطه  $(1, 2, 2)$  کدام است؟

$$x = 1 - 8t, y = 2, z = 2 + 4t \quad (1)$$

$$x = 1 - 4t, y = 2, z = 2 + 2t \quad (2)$$

$$x = 1 + 8t, y = 2, z = 2 + 4t \quad (3)$$

$$x = 1 + 4t, y = 2, z = 2 - 2t \quad (4)$$

۷- فرض کنید  $s_1$  مخروط حاصل از دوران خط  $\sqrt{3}y = x$  حول محور  $y$  ها و  $s_2$  نیمکره راست  $x^2 + y^2 + z^2 = 4$  (با فرض  $y \geq 0$ ) باشد. حجم ناحیه ای از  $s_2$  که درون  $s_1$  قرار دارد، کدام است؟

$$\frac{8\pi}{3} \quad (1)$$

$$\frac{4\pi}{3} \quad (2)$$

$$\frac{8(2 - \sqrt{3})\pi}{3} \quad (3)$$

$$\frac{4(2 - \sqrt{3})\pi}{3} \quad (4)$$

۸- مساحت جانبی سطح استوانه ای شکل  $r = 2(1 + \cos \theta)$  محدود به صفحات  $z = 1$  و  $z = 2$ ، کدام است؟

$$8 \quad (1)$$

$$16 \quad (2)$$

$$8\pi \quad (3)$$

$$16\pi \quad (4)$$

۹- فرض کنید  $\vec{F}(x, y, z) = (x + y, z^2, x^2)$  و  $S$  رویه نیمکره بالایی  $x^2 + y^2 + z^2 = 1$  به ازای  $z > 0$  باشد. اگر  $\vec{n}$  بردار قائم یکه برون سوی رویه  $S$  باشد، شار گذرا از رویه  $S$  توسط میدان نیروی  $\vec{F}$ ، کدام است؟

$$\frac{2\pi}{3} \quad (1)$$

$$\frac{5\pi}{12} \quad (2)$$

$$\frac{5\pi}{6} \quad (3)$$

$$\frac{11\pi}{12} \quad (4)$$

۱۰- اگر  $\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}, \vec{D}$  چهار بردار دلخواه باشند، حاصل عبارت  $(\vec{A} \times \vec{B}) \cdot (\vec{C} \times \vec{D})$  همواره کدام است؟

$$(\vec{A} \cdot \vec{C})(\vec{B} \cdot \vec{D}) - (\vec{A} \cdot \vec{D})(\vec{B} \cdot \vec{C}) \quad (1)$$

$$(\vec{A} \cdot \vec{D})(\vec{B} \cdot \vec{C}) - (\vec{A} \cdot \vec{C})(\vec{B} \cdot \vec{D}) \quad (2)$$

$$\vec{A} \cdot (\vec{C} \times (\vec{B} \times \vec{D})) - \vec{B} \cdot (\vec{D} \times (\vec{A} \times \vec{C})) \quad (3)$$

$$\vec{D} \cdot (\vec{C} \times (\vec{D} \times \vec{B})) - \vec{B} \cdot (\vec{D} \times (\vec{C} \times \vec{A})) \quad (4)$$

۱۱- در مختصات کروی، کدام بردار در رابطه  $\vec{\nabla} \times \vec{A} = \frac{\hat{r}}{r}$  صدق می‌کند؟  $(\hat{r}, \hat{\theta}, \hat{\phi})$  بردارهای یکه در مختصات کروی هستند.

$$\vec{A} = \hat{\phi} \frac{\sin \theta}{r} \quad (1)$$

$$\vec{A} = \hat{\theta} \frac{\theta \cos \phi}{r} \quad (2)$$

$$\vec{A} = -\hat{\theta} \frac{\phi \sin \theta}{r} \quad (3)$$

$$\vec{A} = -\hat{\phi} \frac{\tan \phi}{r} \quad (4)$$

۱۲- اگر بردار  $\vec{B}$  به صورت  $\vec{B} = \vec{\nabla} u \times \vec{\nabla} v$  تعریف شود، که در آن  $u$  و  $v$  توابع اسکالرنند، کدام رابطه درست است؟

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0 \quad (1)$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0 \quad (2)$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = 0 \quad (3)$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = uv \quad (4)$$

۱۳- اگر  $S$  ماتریسی غیرصفر باشد، کدام رابطه‌ها همواره درست است؟

(۱)  $\det(SS^+) > 0$  و  $\text{Tr}(SS^+) > 0$  هر مقدار غیرصفری را می‌توانند داشته باشند.

(۲)  $\det(SS^+) > 0$  ،  $\text{Tr}(SS^+) > 0$

(۳)  $\det(SS^+) \geq 0$  ،  $\text{Tr}(SS^+) \geq 0$

(۴)  $\det(SS^+) \geq 0$  ،  $\text{Tr}(SS^+) > 0$

۱۴- تانسور مرتبه چهارم  $R_{ijkl}$  که در آن  $i, j, k, l = 1, 2, 3, 4$  هستند، تانسوری کاملاً متقارن است. تعداد

مؤلفه‌های مستقل تانسور  $R$ ، کدام است؟

(۱) ۲۱

(۲) ۵۵

(۳) ۱۲۰

(۴) ۱۳۶

۱۵- اگر  $z$  عدد مختلطی به شکل  $z = x + iy$  باشد که در آن  $x$  و  $y$  دو عدد حقیقی هستند، کدام رابطه نادرست است؟

(۱)  $|\sin z|^2 = \sin^2 x + \cosh^2 y$

(۲)  $|\cosh z|^2 = \sinh^2 x + \cos^2 y$

(۳)  $\cosh\left(\frac{z}{\sqrt{2}}\right) = \frac{\sinh x - i \sin y}{\cosh x - \cos y}$

(۴)  $\sinh z = \sinh x \cos y + i \cosh x \sin y$

۱۶- با توجه به رابطه تابع مولد توابع لژاندار  $\frac{1}{1-2xt+t^2} = \sum_{n=0}^{\infty} P_n(x)t^n$  کدام رابطه برای توابع لژاندر نادرست است؟

(پرایم نماد مشتق‌گیری نسبت به متغیر  $x$  است)

(۱)  $P(n) = 1$

(۲)  $P_n(-x) = (-1)^n P_n(x)$

(۳)  $P'_{n+1}(x) + P'_{n-1}(x) = 2xP'_n(x) + P_n(x)$

(۴)  $P'_{n+1}(x) - P'_n(x) = 2P'_n(x) + xP_n(x)$

۱۷- تابع پریودیکی با پریود  $2\pi$  به شکل  $f(x) = x^2$  در بازه  $-\pi < x < \pi$  را در نظر بگیرید. بسط فوریه این تابع، کدام است؟

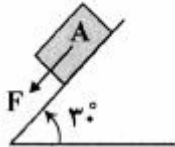
$$x^2 = \frac{\pi^2}{3} + 4 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{\cos(n\pi)}{n^2} \quad (1)$$

$$x^2 = \frac{\pi^2}{3} + 4 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{\cos(n\pi)}{n^2} \quad (2)$$

$$x^2 = \frac{2\pi^2}{3} + 4 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{\cos(n\pi)}{n^2} \quad (3)$$

$$x^2 = \frac{2\pi^2}{3} + 4 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n \frac{\cos(n\pi)}{n} \quad (4)$$

۱۸- جسم A به جرم  $500 \text{ kg}$  روی سطح شیبداری با زاویه شیب  $30^\circ$  به حالت سکون قرار دارد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی جسم با سطح شیبدار به ترتیب  $0.8$  و  $0.7$  باشد، حداقل نیروی  $F$  که موازی سطح شیبدار باید به جسم A وارد شود تا جسم به حرکت درآید، تقریباً چند نیوتن است؟  $(g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$



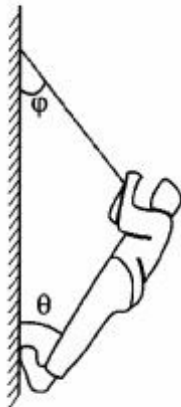
۹۰۰ (۱)

۵۰۰ (۲)

۲۲۵ (۳)

صفر (۴)

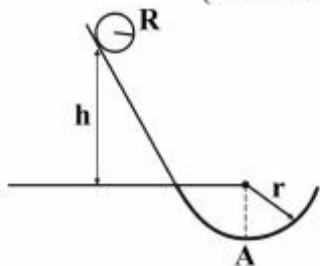
۱۹- یک کوهنورد به وزن  $600 \text{ N}$  توسط طناب از صخره قائمی مطابق شکل زیر بالا می‌رود. در حالتی که  $\theta = 60^\circ$  و  $\varphi = 30^\circ$  است، در صورتی که پای کوهنورد در آستانه سرخوردن از دیوار باشد، ضریب اصطکاک ایستایی میان کفش‌های کوهنورد و صخره کدام است؟

 $\frac{1}{\sqrt{3}}$  (۱) $\frac{\sqrt{3}}{4}$  (۲) $\frac{\sqrt{3}}{6}$  (۳) $\frac{\sqrt{3}}{2}$  (۴)



۲۰- گلوله توپر غیریکنواختی به شعاع  $R$  و جرم  $M$  روی مسیری مطابق شکل زیر از حالت سکون به سمت پایین شروع به غلتش می‌کند، نیروی عمود بر گلوله در پایین‌ترین نقطه بخش دایروی (نقطه  $A$ ) برابر  $6mg$  است. اگر

ممان اینرسی گلوله به صورت  $I = \beta MR^2$  باشد، مقدار  $\beta$  کدام است؟ ( $R \ll h$ ,  $h = 3r$ )



(۱)  $0,2$

(۲)  $0,8$

(۳)  $\frac{1}{3}$

(۴)  $\frac{2}{3}$

۲۱- مطابق شکل، مکعبی به جرم  $2\text{kg}$  روی سطح افقی به سمت فنی با ثابت فنر  $300 \frac{\text{N}}{\text{m}}$  در حال حرکت است. پس از برخورد، مکعب فنر را به اندازه  $8\text{cm}$  فشرده کرده و به‌طور کامل متوقف می‌شود. اگر ضریب اصطکاک جنبشی

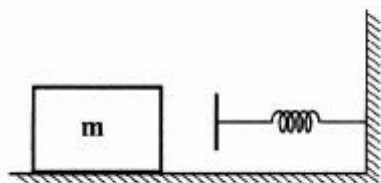
مکعب با سطح افقی  $0,4$  باشد، سرعت مکعب در لحظه برخورد با فنر تقریباً چند  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$  بوده است؟ ( $g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ )

(۱)  $0,79$

(۲)  $0,98$

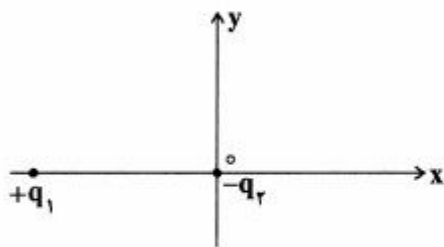
(۳)  $1,26$

(۴)  $1,6$



۲۲- دو بار الکتریکی  $+q_1$  و  $-q_2$ ، مطابق شکل زیر روی محور  $x$  به فاصله  $L$  از هم قرار دارند. میدان الکتریکی خالص

در چه نقطه‌ای روی محور  $x$ ، مقدار بیشینه خود را دارد؟ ( $\alpha = \frac{q_1}{q_2}$ )



(۱)  $x = \frac{L}{\sqrt[3]{\alpha - 1}}$  به شرط آن که  $\alpha > 1$

(۲)  $x = -\frac{L}{\sqrt[3]{\alpha - 1}}$  به شرط آن که  $\alpha > 1$

(۳)  $x = \frac{L}{1 - \sqrt[3]{\alpha}}$  به شرط آن که  $\alpha < 1$

(۴)  $x = -\frac{L}{1 - \sqrt[3]{\alpha}}$  به شرط آن که  $\alpha < 1$

۲۳- پتانسیل الکتریکی در سیستم واحدهای SI در ناحیه‌ای از فضا به شکل  $V = -3x^2 + 4xz + 6y$  است، میدان

الکتریکی در نقطه‌ای به مختصات  $(x = 2\text{m}, y = -1\text{m}, z = 3\text{m})$ ، کدام است؟

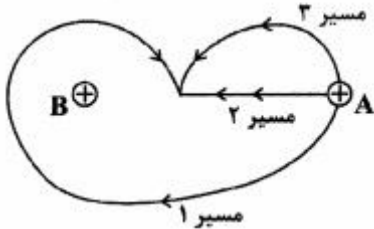
(۱)  $-\hat{j} - \hat{k}$

(۲)  $\hat{j} - \hat{k}$

(۳)  $\hat{i} - \hat{j} - \hat{k}$

(۴)  $\hat{i} + \hat{j} - \hat{k}$

۲۴- کره باردار مثبت A مطابق شکل توسط عامل خارجی در امتداد سه مسیر به کره باردار مثبت B که در جای خود ثابت شده، نزدیک می‌شود. اگر کار انجام شده توسط عامل خارجی در مسیر i ام باشد، کدام رابطه درست است؟



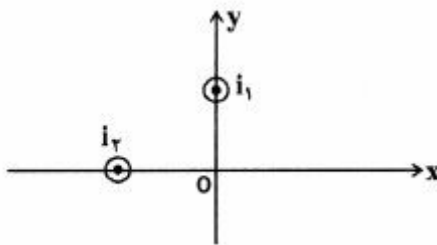
$$W_1 = W_2 > W_3 \quad (1)$$

$$W_1 > W_2 = W_3 \quad (2)$$

$$W_1 > W_2 > W_3 \quad (3)$$

$$W_1 = W_2 = W_3 \quad (4)$$

۲۵- مطابق شکل دو سیم مستقیم بسیار بلند که راستای آن‌ها بر صفحه کاغذ عمود است، حامل جریان  $i_1 = 3 \text{ mA}$  و  $i_2 = 4 \text{ mA}$  هستند که جهت آن‌ها به سمت خارج از صفحه است. فاصله دو سیم از مبدأ مختصات یکسان است و یک میدان مغناطیسی  $\vec{B}$  را در مبدأ مختصات ایجاد می‌کنند. اندازه  $i_1$  باید تقریباً چند میلی‌آمپر شود تا راستای میدان مغناطیسی در مبدأ مختصات به اندازه  $30^\circ$  درجه در جهت ساعت‌گرد بچرخد؟



$$14.5 \quad (1)$$

$$66.7 \quad (2)$$

$$20.9 \quad (3)$$

$$281 \quad (4)$$

۲۶- زمانی که دو ذره با شعاع متفاوت (یکی بسیار بزرگتر از دیگری) داخل حلال قرار دارند، حلالیت ذره کوچکتر بیشتر از دیگری بوده و در نتیجه به‌طور مداوم ذره کوچکتر، کاهش اندازه داشته و ذره دیگری بزرگتر می‌گردد. این پدیده چه نام دارد؟

(۲) آگلومراسیون

(۴) رشد استوالد

(۱) تراکم

(۳) رشد کلونیدی

۲۷- کدام مورد، علت مشاهده پدیده فلورسانس از نانوخوشه‌های فلزی نظیر طلا است؟

(۲) گسسته شدن ترازهای انرژی

(۴) بارهای سطحی

(۱) وجود پلاسمون‌های سطحی و حجمی

(۳) وجود الکترون‌های آزاد

۲۸- کدام مورد، سبب کاهش انرژی سطحی مواد نانوساختار نمی‌شود؟

(۲) جذب سطحی اتم توسط ماده نانوساختار

(۴) حرکت اتم‌های ماده نانوساختار به درون

(۱) شکستن پیوندهای اتم‌های سطحی ماده نانوساختار

(۳) آرایش مجدد اتم‌های سطحی ماده نانوساختار



۲۹- برای پایداری نانوذرات اکسیدی در یک حلال قطبی در دمای  $27^{\circ}\text{C}$  مقدار  $0.002$  گرم اسید کلریدریک با خلوص  $37$  درصد به  $200$  سی سی حلال افزوده شد. در صورتی که مقدار نقطه بار صفر (PZC) نانوذرات برابر  $6$  باشد، مقدار بار سطحی نانوذرات بر حسب ولت کدام است؟

$$\left( R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mole.K}} \text{ در نظر بگیرید و } \frac{\text{g}}{\text{mole}} \right)$$

(۱)  $0.3$ (۲)  $0.2$ (۳)  $0.1$ (۴)  $0.05$ 

۳۰- کدام مورد دلیل رشد ناهمسانگردی (anisotropy) و در ضمن سنتز نانوساختارهای تک‌بعدی نیست؟

(۱) وجود نابه‌جایی‌ها در یک جهت خاص کریستالوگرافی (۲) سرعت رشد متفاوت وجوه مختلف کریستال

(۳) تجمع ناخالصی‌ها در وجوه مختلف کریستال (۴) وجود فوق اشباع بالا در سیستم

۳۱- در کدام مورد، پایدار شدن یک معلق کلوئیدی حاوی نانوذرات با مکانیزم پایداری فضایی (استریک) اتفاق نمی‌افتد؟

(۱) غلظت زیاد پلیمر در یک حلال قوی (۲) غلظت پایین پلیمر در یک حلال قوی

(۳) غلظت پایین پلیمر در یک حلال ضعیف (۴) غلظت زیاد پلیمر در یک حلال ضعیف

۳۲- با تغییر یک سطح تخت حاوی تعدادی اتم به شعاع  $1.4^{\circ}\text{A}$ ، به یک ذره کروی به شعاع  $10\text{nm}$  در دمای  $27^{\circ}\text{C}$ ،

فشار بخار تعادلی سیستم سه برابر افزایش می‌یابد. تغییر پتانسیل شیمیایی بر حسب  $\frac{\text{J}}{\text{mole}}$  کدام است؟

$$\left( R = 8 \frac{\text{J}}{\text{mole.K}} \right)$$

(۱)  $2400 \ln 3$ (۲)  $2400 \ln \frac{1}{3}$ (۳)  $2400 \ln \frac{10}{1.4}$ (۴)  $2400 \ln \frac{1.4}{10}$ 

۳۳- با استفاده از آنالیز میکروسکوپ تونلی روبشی (STM)، کدام مورد قابل اندازه‌گیری نیست؟

(۱) تابع کار (۲) توپوگرافی سطح

(۳) اندازه‌گیری گاف انرژی (۴) هدایت الکتریکی سطح

۳۴- در صورتی که رابطه  $\gamma_{sv} < \gamma_{fs} + \gamma_{vf}$ ، میان انرژی‌های فصل مشترک در مرحله رشد لایه نازک بر روی یک زیرلایه با جوانه‌زنی غیرهمگن صادق باشد، کدام مدل رشد حاکم است؟

( $\gamma_{sv}$ : انرژی فصل مشترک زیرلایه - بخار،  $\gamma_{fs}$ : انرژی فصل مشترک لایه - زیرلایه و  $\gamma_{vf}$ : انرژی فصل مشترک بخار - لایه)

(۱) لایه‌ای (۲) جزیره‌ای

(۳) اپی‌تاکسی (۴) جزیره‌ای - لایه‌ای

۳۵- فرض کنید به روش خودآرایی، لایه‌ای متشکل از نانوذرات کرومی با اندازه‌های یکسان از محلول فلزی بر روی یک زیرلایه، لایه نشانی شوند. با فرض آن که ذرات به صورت پکیده با نظم شش‌گوشی روی یکدیگر قرار گیرند، میزان تخلخل لایه نهایی تشکیل شده، کدام است؟

(۱) ۵۹

(۲) ۴۸

(۳) ۳۵

(۴) ۲۰

۳۶- کدام مورد، حاصل ترکیب شدن نانوساختارهای منفرد برای تشکیل ساختار بزرگتر است؟

(۱) جدایش ترکیب (۲) آگلومره شدن

(۳) استوالد رایپنینگ (۴) استحاله فازی

۳۷- موبیلیته نانوذرات در یک معلق کلئیدی، تابع کدام مورد نیست؟

(۱) غلظت نانوذرات (۲) ثابت دی‌الکتریک محیط

(۳) پتانسیل زتای نانوذرات (۴) ویسکوزیته معلق کلئیدی

۳۸- در صورتی که مقدار pH یک معلق کلئیدی حاوی نانوذرات بیشتر از مقدار نقطه بار صفر (PZC) نانوذرات باشد، نوع بار سطحی اطراف نانوذرات، کدام است؟

(۱) بار خنثی (۲) بار مثبت

(۳) بار منفی (۴) بستگی به نوع نانوذرات دارد.

۳۹- با کاهش اندازه دانه فلزات تا ابعاد نانومتری، تنش تسلیم فلز چگونه تغییر می‌کند؟

(۱) افزایش می‌یابد. (۲) کاهش می‌یابد.

(۳) ابتدا کاهش و در حد بحرانی افزایش می‌یابد. (۴) ابتدا افزایش و در حد بحرانی کاهش می‌یابد.

۴۰- برای تهیه آنروزل از یک ژل حاصل از فرایند سل - ژل، کدام روش خشک کردن مورد استفاده قرار می‌گیرد؟

(۱) فوق بحرانی (۲) در آون معمولی

(۳) در آون خلاء (۴) سرمایشی

۴۱- در سنتز نانوذرات  $YBa_2Cu_3O_7$  با روش شیمیایی و جوانه‌زنی همگن، از محلول فوق اشباع در دمای  $1200^\circ K$ ،

مقدار تغییر انرژی آزاد حجمی فاز جامد برابر  $\frac{J}{atom.m}$   $200 \times 10^5$  است. در صورتی که حجم اتمی برابر

$1 \times 10^{-19} mm^3$  باشد، مقدار فوق اشباع لازم برای آن که جوانه‌زنی به‌طور خود به خود رخ دهد، کدام است؟

( $R = 8 \frac{J}{mole.K}$ ,  $N_A = 6 \times 10^{23}$ )

(۱)  $1 - e^{\lambda}$ (۲)  $e^{\lambda}$ (۳)  $e^{\lambda} + 1$ (۴)  $e^{\lambda} - 1$

- ۴۲- برای تهیه یک معلق کلوئیدی پایدار حاوی نانوذرات اکسیدی نوع n، مقدار زیادی اسید مصرف شد. اما مشاهده شد که نانوذرات در کف ظرف رسوب کردند. کدام مورد دلیل رسوب کردن نانوذرات است؟
- (۱) منبسط شدن لایه دوگانه و افزایش ضخامت آن  
(۲) فشرده شدن لایه دوگانه و کاهش ضخامت آن  
(۳) استفاده نامناسب از اسید به جای مصرف باز  
(۴) عدم تشکیل لایه دوگانه
- ۴۳- در کدام مورد، توزیع اندازه ذرات سنتز شده با روش شیمیایی از طریق جوانه‌زنی همگن در مرحله رشد وسیع می‌شود؟
- (۱) تحت کنترل نفوذ  
(۲) تحت کنترل جذب گونه‌های رشد  
(۳) تحت کنترل رشد سطحی تک‌هسته‌ای  
(۴) تحت کنترل رشد سطحی چندهسته‌ای
- ۴۴- با استفاده از روش تبخیر-چگالش، نانوسیم فلزی بر روی یک زیرلایه سنتز می‌شود. در صورتی که غلظت گونه‌های رشد در فاز بخار پایین باشد، کدام مرحله در ضمن رشد محصول کنترل‌کننده سرعت است؟
- (۱) رشد سطحی  
(۲) جذب سطحی گونه‌های رشد بر روی زیرلایه  
(۳) نفوذ سطحی گونه‌های رشد بر روی زیرلایه  
(۴) نفوذ حجمی گونه‌های رشد از فاز بخار به سطح زیرلایه
- ۴۵- برخی از پیستون‌های موتورهای خودرو از یک ماده نانوکامپوزیتی شامل نانوذرات ریز و سخت کاربیدسیلیسیوم (SiC) در زمینه‌ای از آلیاژ آلومینیوم ساخته می‌شود. کدام مورد، مهم‌ترین دلیل افزودن این نانوذرات در آلیاژ مذکور است؟
- (۱) افزایش انتقال حرارت پیستون به منظور تسریع در خنک کردن موتور  
(۲) افزایش شکل‌پذیری و توانایی جذب انرژی توسط اجزای داخلی موتور  
(۳) افزایش دمای کاری موتور و مقاومت به خراش  
(۴) افزایش استحکام پیستون

