www.isijournal.net

کد کنترل

338

E

338E

نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:

«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.»
امام خمینی (ره)

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

صبح جمعه
۱۳۹۶/۱۲/۴
دفترچهٔ شماره (۱)

آزمون ورودی دورهٔ دکتری (نیمه‌متمرکز) ــ سال ۱۳۹۷

رشتهٔ فناوری نانو ــ نانومواد (کد ۲۳۶۳)

تعداد سؤال: ۴۵

مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شمارهٔ سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شمارهٔ	تا شمارهٔ
۱	مجموعه دروس تخصصی: ریاضی و فیزیک (ریاضی عمومی (۱و۲)، ریاضی فیزیک (۱و۲)، فیزیک پایه (۱و۲)) ــ مبانی نانوتکنولوژی ــ نانومواد	۴۵	۱	۴۵

این آزمون نمرهٔ منفی دارد.

استفاده از ماشین‌حساب مجاز نیست.

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 مقررات رفتار می‌شود.

www.isijournal.net

* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول ذیل، به‌منزلهٔ عدم حضور شما در جلسهٔ آزمون است.

اینجانب ..... با شمارهٔ داوطلبی ..... در جلسهٔ این آزمون شرکت می‌نمایم.

امضا:

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

۱) ۰

۲) -1

۳) ۱

۴) ∞

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

۱) e

۲) $e^{\sqrt{2}}$

۳) $e^{\sqrt{3}}$

۴) e^{-1}

۳- فرض کنید $\omega_0=1$ و ω_1، ω_2، ... و ω_9 ریشه‌های دهم واحد باشند. مقدار عبارت $(1-\omega_1)(1-\omega_2)\cdots(1-\omega_9)$، 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 لحظهٔ $t=\pi$، کدام است؟

۱) π

۲) $\frac{\pi}{5}$

۳) $\frac{1}{\pi}$

۴) $\frac{1}{5\pi}$

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

۵- فرض کنید $f = f(x,y)$ یک تابع دیفرانسیل‌پذیر و $\vec{v}_1$، $\vec{v}_2$ و $\vec{v}_3$ بردارهایی در صفحهٔ مختصات باشند که نقطهٔ $(1,2)$ را به‌ترتیب به نقطهٔ $(2,2)$، $(1,1)$ و $(4,6)$ متصل می‌کنند. اگر مشتق سویی f در نقطهٔ $(1,2)$ در جهت‌های $\vec{v}_1$ و $\vec{v}_2$ به‌ترتیب ۲ و ۲- باشد، مشتق سویی f در نقطهٔ $(1,2)$ در جهت $\vec{v}_3$، کدام است؟

۱) $-\frac{14}{5}$

۲) $-\frac{12}{5}$

۳) $\frac{14}{5}$

۴) $\frac{12}{5}$

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

۱) $x=1-8t\ ,\ y=2\ ,\ z=2+4t$

۲) $x=1-4t\ ,\ y=2\ ,\ z=2+2t$

۳) $x=1+8t\ ,\ y=2\ ,\ z=2+4t$

۴) $x=1+4t\ ,\ y=2\ ,\ z=2-2t$

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

۱) $\frac{8\pi}{3}$

۲) $\frac{4\pi}{3}$

۳) $\frac{8(2-\sqrt{3})\pi}{3}$

۴) $\frac{4(2-\sqrt{3})\pi}{3}$

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

۱) ۸

۲) ۱۶

۳) 8π

۴) 16π

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

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

۱) $\frac{2\pi}{3}$

۲) $\frac{5\pi}{12}$

۳) $\frac{5\pi}{6}$

۴) $\frac{11\pi}{12}$

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

۱) $(\vec{A}.\vec{C})(\vec{B}.\vec{D})-(\vec{A}.\vec{D})(\vec{B}.\vec{C})$

۲) $(\vec{A}.\vec{D})(\vec{B}.\vec{C})-(\vec{A}.\vec{C})(\vec{B}.\vec{D})$

۳) $\vec{A}.(\vec{C}\times(\vec{B}\times\vec{D}))-\vec{B}.(\vec{D}\times(\vec{A}\times\vec{C}))$

۴) $\vec{D}.(\vec{C}\times(\vec{D}\times\vec{B}))-\vec{B}.(\vec{D}\times(\vec{C}\times\vec{A}))$

۱۱- در مختصات کروی، کدام بردار در رابطهٔ $\vec{\nabla}\times\vec{A}=\frac{\hat{r}}{r^2}$ صدق می‌کند؟ ($\hat{r}$، $\hat{\theta}$ و $\hat{\varphi}$ بردارهای یکه در مختصات کروی هستند).

۱) $\vec{A}=\hat{\varphi}\frac{\sin\theta}{r}$

۲) $\vec{A}=\hat{\theta}\frac{\theta\cos\varphi}{r}$

۳) $\vec{A}=-\hat{\theta}\frac{\varphi\sin\theta}{r}$

۴) $\vec{A}=-\hat{\varphi}\frac{\tan\varphi}{r}$

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

۱) $\nabla^2\vec{B}=0$

۲) $\vec{\nabla}.\vec{B}=0$

۳) $\vec{\nabla}\times\vec{B}=0$

۴) $\vec{\nabla}.\vec{B}=uv$

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

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

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

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

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

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

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

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

۱۶- با توجه به رابطه تابع مولد توابع لژاندر $\left(1-2xt+t^{2}\right)^{-\frac{1}{2}}=\sum_{n=0}^{\infty}P_n(x)t^n$ 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) $P'_{n+1}(x)-P'_n(x)=2P'_n(x)+xP_n(x)$

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

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

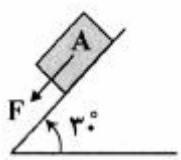
۱) $x^2=\frac{\pi^2}{3}+8\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n\frac{\cos(n\pi)}{n}$

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

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

۴) $x^2=\frac{2\pi^2}{3}+8\sum_{n=1}^{\infty}(-1)^n\frac{\cos(n\pi)}{n}$

۱۸- جسم A به جرم $500kg$ روی سطح شیبداری با زاویه شیب 30° به حالت سکون قرار دارد. اگر ضریب اصطکاک ایستایی و جنبشی جسم با سطح شیبدار به‌ترتیب ۰٫۸ و ۰٫۷ باشد، حداقل نیروی F که موازی سطح شیبدار باید به جسم A وارد شود تا جسم به حرکت درآید، تقریباً چند نیوتن است؟ $(g=10\frac{m}{s^2})$



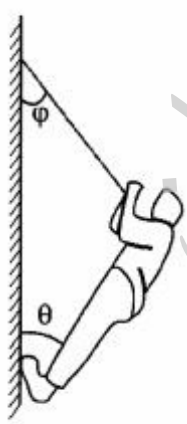
۱) ۹۰۰

۲) ۵۰۰

۳) ۲۲۵

۴) صفر

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



۱) $\frac{1}{\sqrt{3}}$

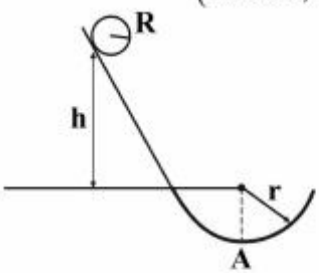
۲) $\frac{\sqrt{3}}{4}$

۳) $\frac{\sqrt{3}}{6}$

۴) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

www.isijournal.net

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 β کدام است؟ $(R << h\ ,\ h = 3r)$



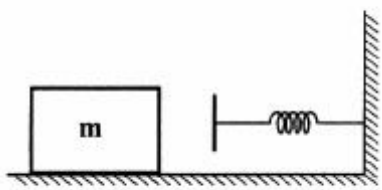
۱) ۰٫۲

۲) ۰٫۸

۳) $\frac{1}{3}$

۴) $\frac{2}{3}$

۲۱- مطابق شکل، مکعبی به جرم $2kg$ روی سطح افقی به سمت فنری با ثابت فنر $300\frac{N}{m}$ در حال حرکت است. پس از برخورد، مکعب فنر را به اندازه $8cm$ فشرده کرده و به‌طور کامل متوقف می‌شود. اگر ضریب اصطکاک جنبشی مکعب با سطح افقی ۰٫۴ باشد، سرعت مکعب در لحظه برخورد با فنر تقریباً چند $\frac{m}{s}$ بوده است؟ $(g = 9/8\frac{m}{s^2})$



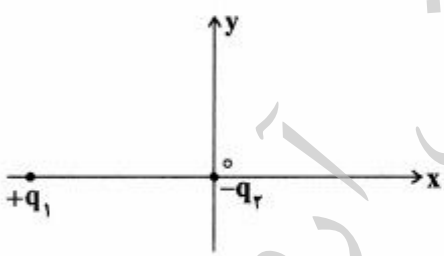
۱) ۰٫۷۹

۲) ۰٫۹۸

۳) ۱٫۲۶

۴) ۱٫۶

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؟ $\left(\alpha = \frac{q_1}{q_2}\right)$



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 $(x = 2m,\ y = -1m,\ z = 3m)$، کدام است؟

۱) $-6\hat{j} - 8\hat{k}$

۲) $6\hat{j} - 8\hat{k}$

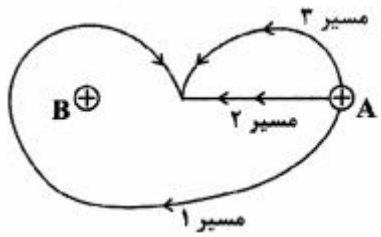
۳) $4\hat{i} - 6\hat{j} - 8\hat{k}$

۴) $4\hat{i} + 6\hat{j} - 12\hat{k}$

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

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



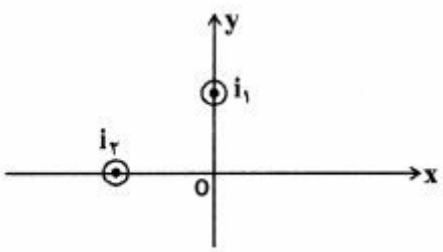
۱) $W_1 = W_3 > W_2$

۲) $W_1 > W_2 = W_3$

۳) $W_1 > W_3 > W_2$

۴) $W_1 = W_2 = W_3$

۲۵- مطابق شکل دو سیم مستقیم بسیار بلند که راستای آن‌ها بر صفحه کاغذ عمود است، حامل جریان $i_1 = 30\,mA$ و $i_2 = 40\,mA$ هستند که جهت آن‌ها به سمت خارج از صفحه است. فاصله دو سیم از مبدأ مختصات یکسان است و یک میدان مغناطیسی $\vec{B}_0$ را در مبدأ مختصات ایجاد می‌کنند. اندازه i_1 باید تقریباً چند میلی‌آمپر شود تا راستای میدان مغناطیسی در مبدأ مختصات به اندازهٔ ۳۰ درجه در جهت ساعت‌گرد بچرخد؟



۱) ۱۴٫۵

۲) ۶۶٫۷

۳) ۲۰۹

۴) ۲۸۱

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؟

۱) تراکم

۲) اگلومراسیون

۳) رشد کلوئیدی

۴) رشد استوالد

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

۱) وجود پلاسمون‌های سطحی و حجمی

۲) گسسته شدن ترازهای انرژی

۳) وجود الکترون‌های آزاد

۴) بارهای سطحی

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

۱) شکستن پیوندهای اتم‌های سطحی ماده نانوساختار

۲) جذب سطحی اتم توسط ماده نانوساختار

۳) آرایش مجدد اتم‌های سطحی ماده نانوساختار

۴) حرکت اتم‌های ماده نانوساختار به درون

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

۲۹- برای پایداری نانوذرات اکسیدی در یک حلال قطبی در دمای $27^\circ C$ مقدار ۰٫۰۰۲ گرم اسیدکلریدریک با خلوص ۳۷ درصد به ۲۰۰ سی‌سی حلال افزوده شد. درصورتی‌که مقدار نقطهٔ بار صفر (PZC) نانوذرات برابر ۶ باشد، مقدار بار سطحی نانوذرات برحسب ولت کدام است؟

(جرم مولکولی اسید را $37\frac{g}{mole}$ در نظر بگیرید و $R\simeq 8\frac{J}{mole.K}$)

۱) ۰٫۳

۲) ۰٫۲

۳) ۰٫۱

۴) ۰٫۰۵

۳۰- کدام مورد دلیل رشد ناهمسانگردی (anisotropy) و درضمن 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 $1/4^\circ A$، به یک ذره کروی به شعاع $10nm$ در دمای $27^\circ C$، فشار بخار تعادلی سیستم سه برابر افزایش می‌یابد. تغییر پتانسیل شیمیایی برحسب $\frac{J}{mole}$ کدام است؟

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

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- درصورتی‌که 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؟

(γ_{sv}: انرژی فصل مشترک زیرلایه ـ بخار، γ_{fs}: انرژی فصل مشترک لایه ـ زیرلایه و γ_{vf}: انرژی فصل مشترک بخار ـ لایه)

۱) لایه‌ای ۲) جزیره‌ای

۳) اپی‌تاکسی ۴) جزیره‌ای ـ لایه‌ای

www.isijournal.net

۳۵- فرض کنید به روش خودآرایی، لایه‌ای متشکل از نانوذرات کروی با اندازه‌های یکسان از محلول فلزی بر روی یک زیرلایه، لایه نشانی شوند. با فرض آن که ذرات به‌صورت 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 کلوئیدی، تابع کدام مورد نیست؟

۱) غلظت نانوذرات
۲) ثابت دی‌الکتریک محیط
۳) پتانسیل زتای نانوذرات
۴) ویسکوزیته معلق کلوئیدی

۳۸- درصورتی‌که مقدار pH یک معلق کلوئیدی 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 آئروژل از یک ژلِ حاصل از فرایند سُل ـ 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 $2000\times10^5 \frac{J}{atom.m^3}$ است. درصورتی‌که حجم اتمی برابر $1\times10^{-19} mm^3$ باشد، مقدار فوق اشباع لازم برای آن که جوانه‌زنی به‌طور خود به خود رخ دهد، کدام است؟

$(R=8\frac{J}{mole.K}\ ,\ Na=6\times10^{23})$

۱) $1-e^{\frac{1}{8}}$
۲) $e^{\frac{1}{8}}$
۳) $e^{\frac{1}{8}}+1$
۴) $e^{\frac{1}{8}}-1$

www.isijournal.net

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 به‌جای مصرف باز
۴) عدم تشکیل لایه دوگانه

۴۳- در کدام مورد، توزیع اندازه ذرات سنتز شده با روش شیمیائی 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. درصورتی‌که 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 خزش
۴) افزایش استحکام پیستون

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

موسسه تحقیقاتی آرمان