www.isijournal.net

139A

139

A

نام:
نام خانوادگی:
محل امضا:

موسسه تحقیقات آرمان

دفترچه شماره (۱)

صبح جمعه
۱۳۹۴/۱۲/۱۴

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

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

آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه‌متمرکز) ـ سال ۱۳۹۵

مهندسی پلیمر (کد ۲۳۰۷)

تعداد سؤال: ۴۰ — مدت پاسخگویی: ۱۲۰ دقیقه

عنوان دروس اختصاصی، تعداد و شماره سؤال‌ها

ردیف	دروس اختصاصی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	ریاضی مهندسی، مبانی پدیده‌های انتقال، شیمی‌فیزیک پلیمر	۴۰	۱	۴۰

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

ریاضی مهندسی:

۱- به‌ازای کدام اعداد مختلط، $\sin(\overline{iz}) = \overline{\sin(iz)}$ است؟

۱) $z_k = (k\pi - \frac{\pi}{2})i$

۲) $z_k = k\pi i$

۳) فقط zهای حقیقی

۴) کلیهٔ z ها

۲- تابع: $f(z) = \begin{cases} A(\frac{\cosh z - 1}{z^2}), & z \neq 0 \\ 1, & z = 0 \end{cases}$، همه‌جا تحلیلی است. عدد ثابت A کدام است؟

۱) -2

۲) $\sqrt{2}$

۳) $\frac{1}{2}$

۴) 2

۳- C یک خم بستهٔ ساده در جهت مثلثاتی، و مبدأ مختصات یک نقطهٔ درون C می‌باشد. مقدار انتگرال زیر، کدام است؟

$$I = \frac{1}{2\pi i}\oint_C \frac{e^{tz}}{z^{n+1}}dz$$

۱) $\frac{t^n}{n!}$

۲) $n!t^n$

۳) $\frac{t^{n-1}}{n!}$

۴) $\frac{t^{n+1}}{n!}$

۴- تبدیل خطی کسری سه نقطهٔ $(1,0,\infty)$ را به ترتیب به سه نقطهٔ $(2,1,-1)$ تبدیل می‌کند. نقاط ثابت این تبدیل، کدام است؟

۱) $z = 2 \pm i2\sqrt{2}$

۲) $z = -2 \pm i2\sqrt{2}$

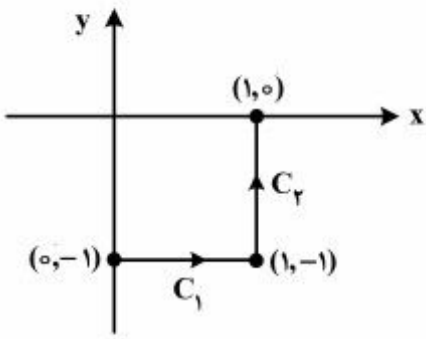
۳) $z = -1 \pm i\sqrt{2}$

۴) $z = 1 \pm i\sqrt{2}$

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

۵- حاصل انتگرال $I = \int_C \bar{z}\,dz$، روی مسیر نشان داده‌شده در شکل زیر، کدام است؟



۱) $۲i - ۱$

۲) $۱ - ۲i$

۳) $۲i$

۴) ۲

۶- با استفاده از بسط سری فوریهٔ تابع $f(x) = x^۲ + |x|$ در بازهٔ $-۱ < x < ۱$، حاصل سری زیر، کدام است؟

$$\sum_{n=۱}^{\infty} \frac{۱ - ۳\cos(۳n\pi)}{(n\pi)^۲}$$

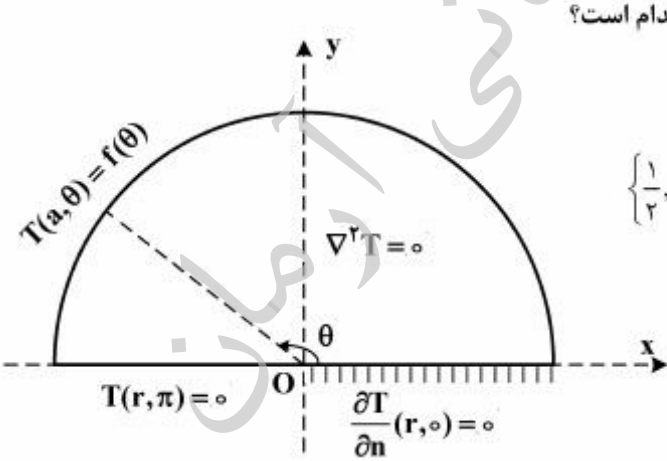
۱) $\frac{۵}{۲۴}$

۲) $\frac{۵}{۱۲}$

۳) $\frac{۵}{۶}$

۴) $\frac{۵}{۳}$

۷- مسئلهٔ مقدار کرانه‌ای (مرزی) زیر در داخل یک نیم‌دایره به مرکز O و شعاع a و با قطر واقع بر محور x با شرایط مرزی مذکور داده‌شده، که در آن تابع f مفروض تکّه‌ای هموار و n قائم یکه برونسو بر شعاع است. یک پایهٔ متعامد کامل برای بسط فوریه تابع f در این مسئله، کدام است؟



۱) $\left\{\frac{۱}{۲}, \cos\theta, \cos۲\theta, ..., \cos(n\theta), ...\right\}$

۲) $\left\{\frac{۱}{۲}, \cos\frac{\theta}{۲}, \cos\frac{۳\theta}{۲}, ..., \cos(\frac{۲n-۱}{۲}\theta), ...\right\}$

۳) $\{\sin\theta, \sin۲\theta, ..., \sin(n\theta), ...\}$

۴) $\left\{\cos(\frac{۲k-۱}{۲}\theta)\right\}_{k\in\mathbb{N}}$

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

۸- اگر جواب مسئلهٔ مقدار اولیهٔ مرزی: $\begin{cases} u_t - u_{xx} = 0 \ , \ 0 < x < 2 \ , t > 0 \\ u(0,t) = 0 = u(2,t) \ , u(x,0) = |x-1| - 1 \end{cases}$ به‌صورت $u(x,t) = \sum_{k=1}^{\infty} B_k e^{-(\frac{k\pi}{2})^2 t} . \sin \frac{k\pi x}{2}$ باشد، آنگاه مقدار $u(1,t)$ کدام است؟

۱) $\frac{8}{\pi^2} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{e^{\frac{-(2m-1)^2 \pi^2 t}{4}}}{(2m-1)^2}$

۲) $-\frac{8}{\pi^2} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{e^{\frac{-(2m-1)^2 \pi^2 t}{4}} (-1)^{m-1}}{(2m-1)^2}$

۳) $\frac{4}{\pi^2} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{e^{\frac{-(2m-1)^2 \pi^2 t}{4}}}{(2m-1)^2}$

۴) $-\frac{8}{\pi^2} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{e^{\frac{-(2m-1)^2 \pi^2 t}{4}}}{(2m-1)^2}$

۹- معادلهٔ ناهمگن حرارت در یک بعد را به‌صورت زیر در نظر می‌گیریم.

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{\partial u}{\partial t} = 1 \ ; \ 0 < x < 1 , t > 0$$

شرایط مرزی و اولیه عبارت‌اند از:

$$\left.\frac{\partial u}{\partial x}\right|_{x=1} = 0 \ ; \ u(0,t) = 0 ; u(x,0) = x(x-2)$$

در این صورت پاسخ حالت پایدار، در کدام نقطه، x، برابر $-\frac{3}{8}$ خواهد بود؟

۱) $\frac{1}{8}$

۲) $\frac{1}{4}$

۳) $\frac{1}{2}$

۴) $\frac{3}{4}$

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

۱۰- اگر برای $0 < x < 2$ داشته باشیم:

$$x = \frac{4}{\pi}(\sin\frac{\pi x}{2} - \frac{1}{2}\sin\frac{2\pi x}{2} + \frac{1}{3}\sin\frac{3\pi x}{2} - ...)$$

در این صورت بسط فوریهٔ $1 - \frac{x^2}{4}$ در بازهٔ $0 < x < 2$، کدام است؟

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

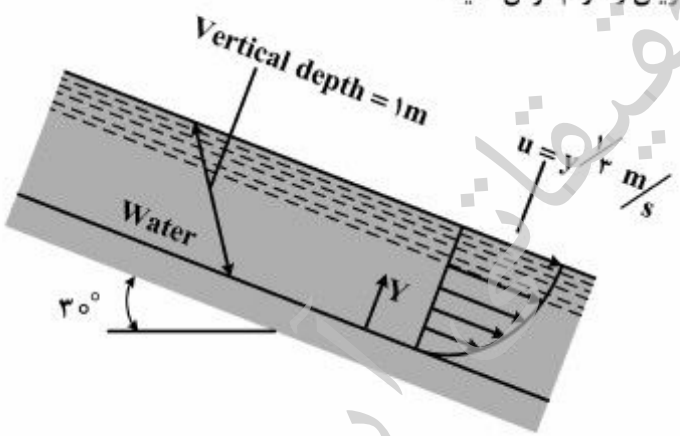
۲) $\frac{2}{3} + \frac{4}{\pi^2}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^{n+1}}{n^2}\cos\frac{n\pi x}{2}$

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

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

مبانی پدیده‌های انتقال:

۱۱- کانال زیر حاوی آب به عرض ۲ متر است؛ و معادلهٔ سرعت آن طبق رابطهٔ $u = y^{\frac{1}{3}}$ داده‌شده است. نسبت تنش در $y = 0/6$ به تنش در $y = 0/3$ چقدر است؟ جریان را آرام فرض کنید.



۱) $\sqrt[3]{4}$

۲) $\sqrt[3]{2}$

۳) $\frac{1}{\sqrt[3]{2}}$

۴) $\frac{1}{\sqrt[3]{4}}$

۱۲- یک تانک با سطح مقطع مربع به ابعاد $1/3m \times 1/3m$ و به ارتفاع $1/3m$ تا ارتفاع ۱ متری با آب به دانسیتهٔ $1000 \frac{kg}{m^3}$ پرشده است. نیروی منتجهٔ وارد بر یک دیوار، چند کیلونیوتن و نقطهٔ اثر آن در چند متری است؟ (نقطهٔ اثر را از سطح آزاد سیال در نظر بگیرید)

۱) ۰/۶۲ ,۰/۳

۲) ۱/۳ ,۰/۶۷

۳) ۶/۵ ,۰/۶۷

۴) ۱۰ ,۰/۵

۱۳- در جریان لامینار یک سیال نیوتنی در یک لولهٔ یکسان، با ۲ برابر شدن دبی حجمی، افت فشار چند برابر می‌شود؟

۱) ۱

۲) ۲

۳) ۴

۴) ۸

www.isijournal.net

۱۴- نسبت سرعت حداکثر به‌سرعت متوسط در جریان یک سیال پاورلا با $n=0/8$ به سیال پاورلا با $n=0/3$ در یک لوله، برابر کدام است؟

۱) ۲
۲) ۱
۳) ۱/۲۹
۴) ۲/۶۷

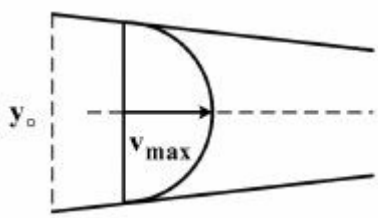
۱۵- یک سیال پاورلا با $n=0/25$ در یک لوله به قطر $10mm$ و طول $10m$ جریان دارد. درصورتی‌که همهٔ شرایط دیگر ثابت باشد، با ۲ برابر شدن ΔP، دبی (Q) چند برابر می‌شود؟

۱) ۲
۲) ۴
۳) ۸
۴) ۱۶

۱۶- یک سیال نیوتونی بین دو صفحهٔ غیرموازی (مخروطی) به عرض $0/5m$ با پروفیل سرعت زیر جاری است:

$$\frac{V}{V_{max}}=2\frac{y}{y_0}(1-\frac{y}{y_0})$$

اگر $V_{max}=1\frac{m}{s}$ و $y_0=50mm$ باشد، دبی حجمی کل چند $\frac{m^3}{s}$ است؟



۱) $\frac{1}{120}$
۲) $\frac{1}{4}$
۳) $\frac{1}{40}$
۴) $\frac{1}{30}$

۱۷- یک لولهٔ افقی حاوی سیالی با چگالی ویژهٔ ۰/۹ به قطر $75mm$ و طول $1/2m$ حول محور عمودی $y-y$ که به فاصلهٔ $0/3m$ از لولهٔ افقی قرار دارد (نقطهٔ A)، با سرعت $30\frac{rad}{s}$ دوران می‌کند. فاصلهٔ انتهای دیگر لوله (نقطهٔ B) تا محور دوران $1/5m$ است. اختلاف فشار دو انتهای لوله، حدود چند kPa است؟

۱) ۲۹
۲) ۹۷۲
۳) ۹۱۱
۴) ۱۷۵۰

۱۸- یک جت آب به قطر $100mm$ و سرعت $33\frac{m}{s}$ به یک صفحهٔ صاف افقی برخورد می‌کند. زاویهٔ جت آب با خط عمود بر صفحه ۶۰ درجه است. نیروی عمودی وارد بر صفحه چند نیوتن است؟ $(\pi=3)$

۱) ۴۰۸۴
۲) ۲۵۰۰
۳) ۷۱۴۰
۴) ۸۲۵۰

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

۱۹- رابطهٔ زیر جهت محاسبهٔ ضریب انتقال حرارت در جریان توربولنت داخل لوله، به‌دست‌آمده است.

$$h = \frac{k}{d} \times ۰/۰۲۳ Re^{۰/۸} Pr^{\frac{۱}{۳}}$$

رابطهٔ مشابه برای محاسبهٔ ضریب انتقال جرم در جریان توربولنت داخل همان لوله، کدام است؟

۱) $k_c = ۰/۰۲۳ \frac{D_{AB}}{d} . Re^{۰/۸} . Sc^{\frac{۱}{۳}}$

۲) $Nu = ۰/۰۲۳ Re^{۰/۸} . Sc^{۰/۳۳}$

۳) $k_c = ۰/۰۲۳ \frac{kd}{D_{AB}} . Re^{۰/۸} . Sc$

۴) $Sh = ۰/۰۲۳ (Re . Sc)^{\frac{۱}{۳}}$

۲۰- ضریب نفوذ $CO_۲$ در هوای صفر درجهٔ سانتی‌گراد و یک اتمسفر، $۰/۱۳۶ \frac{cm^۲}{s}$ است. ضریب نفوذ در دمای $۲۰°C$ و فشار $۳atm$ چند $\frac{cm^۲}{s}$ است؟

انتگرال‌های نفوذی برخوردی $CO_۲$ در دمای صفر و $۲۰°C$ به ترتیب $۱/۰۷۴$ و $۱/۰۴۷$ می‌باشد.

۱) $۰/۰۲۲$

۲) $۰/۰۳۴$

۳) $۰/۰۴۸$

۴) $۰/۰۵۲$

۲۱- ضریب انتقال جرم موضعی (برحسب $\frac{mol}{m^۲ . s}$) برای جذب ماده از مخلوط گاز به حلال مایع $k_L = ۴/۵$ و $k_G = ۱/۵$ می‌باشد. شیب خط تعادل ۳ است. مقاومت به انتقال جرم، در کدام فاز (ها) کنترل‌کننده است؟

۱) فاز مایع

۲) فاز گاز

۳) فاز گاز و مایع

۴) فصل مشترک

۲۲- معادلهٔ $N_A = \frac{D_{AB} . P_t}{R_G . T . Z} (y_۱ - y_۲)$، برای کدام نوع انتقال جرم است؟

۱) نفوذ حالت پایدار در محیط ساکن

۲) انتقال جرم در مایع با توجه به تئوری فیلمی

۳) نفوذ حالت پایدار هم مول جریان متقابل

۴) قانون اول فیک

۲۳- در مورد برج جذب، گزینهٔ صحیح، کدام است؟

۱) خط کار، می‌تواند بالای منحنی تعادل یا زیر آن قرار گیرد.

۲) سرعت عملیات، بیش از سرعت بارگیری است.

۳) خط کار، زیر منحنی تعادل قرار می‌گیرد.

۴) خط کار، بالای منحنی تعادل قرار می‌گیرد.

۲۴- رابطهٔ $Sc = Pr = ۱$ زمانی برقرار است که کدام مکانیسم‌های انتقال، مشابه هم باشند؟

۱) جرم و مومنتوم

۲) حرارت و جرم

۳) حرارت و مومنتوم

۴) حرارت، مومنتوم و جرم

موسسه تحقیقات آرمان

www.isijournal.net

۲۵- اگر برای یک جسم جامد در یک سیال، $B_i \ll 1$ باشد، می‌توان گفت:

۱) دمای سطح جسم جامد تقریباً برابر دمای سیال اطراف آن است.

۲) دمای سطح جسم جامد خیلی کم‌تر از دمای سیال اطراف آن است.

۳) تغییرات دما در جسم جامد قابل‌توجه است.

۴) تغییرات دما در جسم جامد قابل‌اغماض است.

۲۶- یک رادیاتور دیواری به فاصلهٔ حدود $10\,cm$ از دیواری نصب‌شده است. اگر سطح دیوار مجاور رادیاتور

الف) زبر و کدر

ب) صاف و براق

باشد، در مورد میزان انتقال حرارت از دیوار به محیط اتاق، کدام گزینه صحیح است؟

۱) الف بیشتر است. ۲) ب بیشتر است.

۳) در هر دو حالت برابر است. ۴) به دمای رادیاتور وابسته است.

۲۷- اگر معادلهٔ ناسلت حاکم بر یک سامانه به‌صورت زیر باشد:

$$Nu_x = 0/02 Re_x^{\frac{1}{2}} Pr^{\frac{1}{3}}$$

ضریب انتقال حرارت موضعی همرفت برای سیالی با مشخصه‌های زیر در فاصلهٔ ۲ متر از لبهٔ جلویی جسم، کدام است؟ سرعت جریان آزاد سیال $20\frac{m}{s}$ است.

$$k = 0/03\frac{W}{mK} \qquad \mu = 3\times10^{-5}\ \frac{kg}{m.s}$$

$$C_p = 1000\frac{J}{kg.K} \qquad , \rho = 1/5\ \frac{kg}{m^3}$$

۱) $373/4\frac{W}{m^2K}$ ۲) $283/8\frac{W}{m^2K}$

۳) $28/3\frac{W}{m^2K}$ ۴) $373/04\frac{W}{m^2K}$

۲۸- عدد پرانتل در سامانه‌ای که در آن جریان آرام برقرار است، معیاری متناسب با کدام گزینه است؟

۱) نسبت اثرات همرفت اجباری به همرفت آزاد

۲) نسبت ضخامت لایهٔ مرزی سرعتی به ضخامت لایهٔ مرزی حرارتی

۳) نسبت نیروهای اینرسی به مقاومت حرارتی رسانشی

۴) نسبت نیروهای شناوری به مربع نیروهای گرانروی

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

۲۹- برای جریان یک سیال با رژیم آرام بر روی یک سطح مسطح با دمای ثابت و برای وقتی‌که $0/6 < Pr < 50$ باشد، داریم:

$$Nu_x = 0/332 Pr^{\frac{1}{3}} Re_x^{\frac{1}{2}}$$

برای این سامانه، متوسط عدد ناسلت، کدام است؟

۱) $\overline{Nu} = \frac{1}{2} \times 0/332 Pr^{\frac{2}{3}} Re_x^{\frac{1}{2}}$

۲) $\overline{Nu} = \frac{1}{2} \times 0/332 Pr^{\frac{1}{3}} Re_x^{\frac{1}{2}}$

۳) $\overline{Nu} = 2 \times 0/332 Pr^{\frac{1}{3}} Re_x^{\frac{1}{2}}$

۴) $\overline{Nu} = 2 \times 0/332 Pr^{\frac{2}{3}} Re_x^{\frac{1}{2}}$

۳۰- عدد ناسلت در جریان همرفت اجباری، متناسب با کدام است؟

۱) Re.Pr ۲) Gr.Pr ۳) Pr فقط ۴) Re فقط

شیمی‌فیزیک پلیمر:

۳۱- با دور شدن ابعاد یک زنجیر واقعی از حالت آزادانه متصل‌شدهٔ متناظر آن، طول کان یا ایستای زنجیر و اختلاف سطح انرژی گاش/ ترانس اتصالات چگونه تغییر می‌یابند؟

۱) طول کان کاهش و اختلاف سطح انرژی گاش/ترانس اتصالات زنجیر افزایش می‌یابند.

۲) طول کان افزایش و اختلاف سطح انرژی گاش/ ترانس اتصالات زنجیر کاهش می‌یابند.

۳) طول کان و اختلاف سطح انرژی گاش/ ترانس اتصالات زنجیر کاهش می‌یابند.

۴) طول کان و اختلاف سطح انرژی گاش/ ترانس اتصالات زنجیر افزایش می‌یابند.

۳۲- دو علت غیرفیکی شدن دینامیک پلیمرها با نزدیکی به دمای انتقال شیشه‌ای، به ترتیب رخداد، کدام است؟

۱) تمایز زمان دوران و انتقال زنجیر، افزایش زمان جابه‌جائی حفرهٔ آزاد نسبت به زمان آزمون

۲) تمایز زمان دوران و انتقال زنجیر، کاهش زمان جابه‌جائی حفرهٔ آزاد نسبت به زمان آزمون

۳) هم‌پوشانی زمان دوران و انتقال زنجیر بر زمان جابه‌جایی حفرهٔ آزاد نسبت به زمان آزمون

۴) هم‌پوشانی زمان دوران و انتقال زنجیر، افزایش زمان جابه‌جائی حفرهٔ آزاد نسبت به زمان آزمون

۳۳- مبنای ترمودینامیکی ضرایب خودبه‌خودی (Self diffusion) و نفوذ در یکدیگر (Mutual diffusion) پلیمرها، به‌ترتیب چیست؟

۱) مشخصهٔ فلوری ـ هاگینز بسیار نزدیک به صفر و منفی

۲) مشخصهٔ فلوری ـ هاگینز منفی و بسیار نزدیک به صفر

۳) مشخصهٔ فلوری ـ هاگینز مثبت و بسیار نزدیک به صفر

۴) مشخصهٔ فلوری ـ هاگینز مثبت و منفی

۳۴- مبنای ترمودینامیکی آسودگی (هم‌سطح شدن) زبری سطح یک پلیمر چیست و سازوکار آن، کدام است؟

۱) فشار هیدرواستاتیک، کاهش انرژی آزاد فصل مشترک از طریق کاهش سطح تماس

۲) فشار هیدرواستاتیک، کاهش انرژی آزاد فصل مشترک از طریق کاهش تنش بین سطحی

۳) فشار لاپلاس، کاهش انرژی آزاد فصل مشترک از طریق کاهش سطح تماس

۴) فشار لاپلاس، کاهش انرژی آزاد فصل مشترک از طریق کاهش تنش بین سطحی

www.isijournal.net

۳۵- **علت ضخیم شدن لایهٔ بلورین یک پلیمر چیست و جرم موردنیاز آن چگونه تأمین می‌شود؟**

۱) افزایش آنتروپی، هسته‌گذاری بر وجوه جانبی بلور و به درون کشیده شدن زنجیرها از سطوح فوقانی و تحتانی

۲) افزایش انرژی آزاد، هسته‌گذاری بر وجوه جانبی بلور و پس‌زنی زنجیرها از سطوح فوقانی و تحتانی

۳) کاهش انرژی آزاد، هسته‌گذاری بر وجوه جانبی بلور و به درون کشیده شدن زنجیرها از سطوح فوقانی و تحتانی

۴) کاهش آنتروپی، هسته‌گذاری بر وجوه جانبی بلور و به درون کشیده شدن زنجیرها از سطوح فوقانی و تحتانی

۳۶- **ماهیت برهم‌کنش و منشأ آن فی‌مابین نانو ذرات صلب و زنجیرهای پلیمر، کدام است؟**

۱) شیمیایی (افزایش آنتالپی) و فیزیکی (کاهش آنتروپی)

۲) هم‌سنگی گروه‌های فعال با منشأ افزایش آنتالپی

۳) شیمیایی با منشأ افزایش آنتالپی

۴) فیزیکی با منشأ کاهش آنتروپی

۳۷- **در یک دما و فشار معین، نفوذپذیری یک محلول پلیمری، به کدام دو مشخصهٔ بنیادین وابسته است؟**

۱) چگالی انرژی هم چسبی و کسر حجم آزاد محلول

۲) چگالی انرژی هم چسبی و حجم آزاد محلول

۳) حجم آزاد و جاذبهٔ بین‌مولکولی پلیمر

۴) کسر حجم آزاد و جاذبهٔ بین‌مولکولی حلال

۳۸- **در انحلال یک پلیمر در یک حلال با مشخصهٔ حلالیت برابر، کماکان مشخصهٔ فلوری حدود ۰٫۳ از انحلال ممانعت می‌کند. کدام پاسخ مبنای این افزایش آنتالپی مازاد نیست؟**

۱) تمایز ضرایب انبساط حرارتی اجزای محلول ۲) تمایز اتم‌های تشکیل‌دهندهٔ اجزای مخلوط

۳) تمایز ابعاد مولکول‌های اجزای مخلوط ۴) تمایز حجم آزاد اجزای مخلوط

۳۹- **چگونه می‌توان کسر بخش اشغال‌شدهٔ پلیمر را از کسر بخش حجم آزاد آن تفکیک نمود؟**

p چگالی و p^* چگالی هستهٔ سخت است.

۱) اختلاف چگالی هر پلیمر با چگالی هستهٔ سخت، معرف کسر بخش آزاد و $(p-p^*)-1$، کسر بخش اشغال‌شده است.

۲) $\tilde{p}=\frac{p}{p^*}$ کسر بخش اشغال‌شده و $\tilde{p}-1$، کسر بخش حجم آزاد می‌باشد.

۳) کسر بخش حجم آزاد پلیمر قابل‌اغماض و پلیمر تنها از اجزای تشکیل دهندهٔ آن اشغال می‌شود.

۴) $\tilde{p}$ کسر بخش حجم آزاد و $\tilde{p}-1$ کسر بخش اشغال‌شده است.

۴۰- **برای حفظ پلیمر در منطقهٔ انتقال شیشه‌ای (عدد دبورای یک)، درصورت افزایش فرکانس موج مکانیکی فرودی، راهکار مناسب، کدام است؟**

۱) استفاده از پلیمر با وزن مولکولی پایین‌تر و یا افزایش نانو ذرهٔ صلب

۲) استفاده از پلیمر با وزن مولکولی پایین‌تر و یا نرم کردن پلیمر

۳) تثبیت وزن مولکولی پلیمر و شاخه‌ای کردن آن

۴) نرم کردن پلیمر و یا افزایش نانو ذرهٔ صلب

www.isijournal.net

موسسه تحقیقاتی آرمان

www.isijournal.net

موسسه تحقیقاتی آرمان