



319F

کد کنترل

319

F

## آزمون (نیمه‌متمرکز) ورود به دوره‌های دکتری - سال ۱۴۰۱

دفترچه شماره (۱)

صبح جمعه ۱۴۰۰/۱۲/۶



«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.»

امام خمینی (ره)

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

### رشته مهندسی پلیمر (کد ۲۳۳۹)

جدول مواد امتحانی، تعداد، شماره سؤال‌ها و زمان پاسخ‌گویی

زمان پاسخ‌گویی	تا شماره	از شماره	تعداد سؤال	مواد امتحانی
۱۵۰ دقیقه	۲۰	۱	۲۰	مجموعه دروس تخصصی: - شیمی فیزیک پلیمرها - پدیده‌های انتقال (رئولوژی، انتقال حرارت و انتقال جرم)
	۴۵	۲۱	۲۵	* مبانی پیشرفته مهندسی پلیمر
	۷۰	۴۶	۲۵	* مبانی علوم و فن‌آوری رنگ

\* از بین دروس تخصصی کارشناسی ارشد که با علامت (\*) مشخص شده است یکی را انتخاب و به آن پاسخ دهید.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

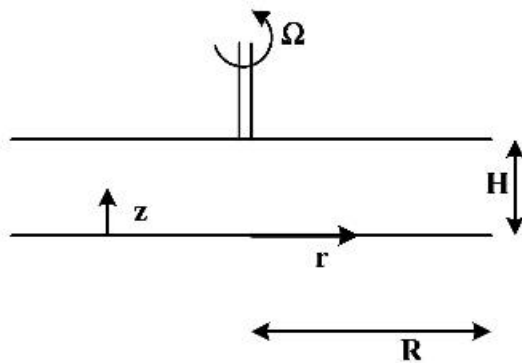
حق جاب، تکثیر و انتشار سؤال‌ها به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با متخلفان برابر مقررات رفتار می‌شود.

\* متقاضی گرامی، وارد نکردن مشخصات و امضا در کادر زیر، به منزله غیبت و حضور نداشتن در جلسه آزمون است.

اینجانب ..... با شماره داوطلبی ..... با شماره داوطلبی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود را با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤال‌ها، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سؤال‌ها و پایین پاسخنامه‌ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

- ۱- اثر کشش قطعه لاستیکی به ترتیب بر ضخامت بلور و وارون دمای ذوب آن کدام است؟  
 (۱) کاهش و افزایش (۲) افزایش و افزایش (۳) کاهش و کاهش (۴) افزایش و کاهش
- ۲- با انتقال مذاب از رژیم اول به رژیم دوم بلورینگی، زبری ریزساختار داخلی گویچه چه تغییری می‌کند؟  
 (۱) زبری کاهش و متعاقباً افزایش می‌یابد. (۲) زبری کاهش می‌یابد.  
 (۳) زبری افزایش می‌یابد. (۴) زبری تغییری نمی‌کند.
- ۳- با کاهش نسبت مشخصه زنجیر یک پلیمر، چگالی گره‌خوردگی آن با چه نسبتی تغییر می‌کند؟  
 (۱) با توان اول نسبت مشخصه افزایش می‌یابد. (۲) با توان دوم نسبت مشخصه افزایش می‌یابد.  
 (۳) با توان دوم وارون نسبت مشخصه افزایش می‌یابد. (۴) با توان اول وارون نسبت مشخصه افزایش می‌یابد.
- ۴- دو سازوکار رشد افتاخیز غلظت جدائی فازی محلول‌های پلیمری و تبادل جرم متناظر آن‌ها کدام است؟  
 (۱) افزایش دامنه افتاخیز با خروج جرم، افزایش عرض افتاخیز با خروج جرم  
 (۲) افزایش دامنه افتاخیز با خروج جرم، افزایش عرض افتاخیز با ورود جرم  
 (۳) افزایش دامنه افتاخیز با ورود جرم، افزایش عرض افتاخیز با ورود جرم  
 (۴) افزایش دامنه افتاخیز با ورود جرم، افزایش عرض افتاخیز با خروج جرم
- ۵- با افزایش تمایز سختی زنجیر دو پلیمر، مشخصه فلوری - هاگینز اجزاء و احتمال سازگاری آن‌ها به ترتیب چه تغییری می‌کند؟  
 (۱) افزایش و کاهش احتمال سازگاری (۲) کاهش و افزایش احتمال سازگاری  
 (۳) افزایش و افزایش احتمال سازگاری (۴) افزایش و تثبیت سازگاری
- ۶- در یک ویسکومتر با صفحات موازی مطابق شکل زیر اگر فاصله بین دو صفحه ۱mm باشد، مقادیر  $\dot{\gamma}_{z\theta}$  و  $v_\theta$  به ترتیب از راست به چپ، کدام است؟



$$\Omega \frac{r}{H}, \quad \frac{r\Omega z}{H} \quad (1)$$

$$\frac{\Omega}{H}, \quad \Omega \frac{z}{H} \quad (2)$$

$$\frac{\Omega}{H}, \quad \Omega \left( r - \frac{z}{H} \right) \quad (3)$$

$$\frac{\Omega r}{H}, \quad \Omega \left( 1 - \frac{z}{H} \right) \quad (4)$$

۷- اگر مقادیر  $N_1$  و  $N_2$  در کشش ساده، برای یک ماده غیرقابل تراکم در فشار اتمسفر، مشخص باشد، در فشار ۲ اتمسفر چه تغییری می‌کنند؟

- (۱) نصف می‌شود.  
 (۲) ۲ برابر می‌شود.  
 (۳) ۳ برابر می‌شود.  
 (۴) تغییری نمی‌کنند.

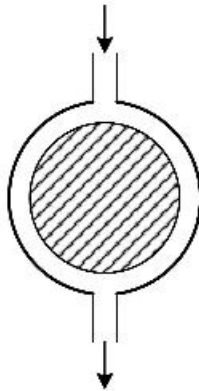
۸- اگر در ناحیه ترمینال یک سیال ویسکوالاستیک (در شرایط پایدار)،  $\omega = 10^{-3} \frac{\text{rad}}{\text{s}}$ ،  $G' = 10^2 \text{ Pa}$ ،  $G'' = 10^3 \text{ Pa}$  باشد، مقادیر صحیح برای ویسکوزیته در سرعت برشی صفر ( $\eta_0$ ) چند Pa.s و زمان استراحت متوسط ( $\tau_0$ )، به ترتیب از راست به چپ، چند ثانیه است؟

- (۱)  $10^8$ ،  $0.1$   
 (۲)  $10^6$ ،  $10$   
 (۳)  $10^6$ ،  $100$   
 (۴)  $10^8$ ،  $1000$

۹- تئوری مولکولی رز (Rouse) برای کدام بسامدها معتبر نیست؟

- (۱) کم (۲) زیاد (۳) متوسط (۴) خیلی زیاد

۱۰- یک سیال ویسکوز مطابق شکل زیر بین دو کره هم مرکز جریان دارد. اگر از اثرات ورودی صرف‌نظر شود، میدان جریان چگونه است؟



- (۱) کشش دو بعدی - برشی  
 (۲) کشش صفحه‌ای - برشی  
 (۳) کشش دو بعدی  
 (۴) کشش صفحه‌ای

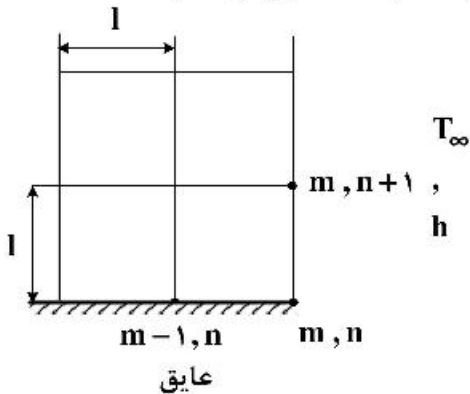
۱۱- اگر روی یک صفحه مسطح که در دمای ثابت  $60^\circ\text{C}$  قرار دارد، سیالی در دمای  $30^\circ\text{C}$  با سرعت  $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  جریان یابد،

نرخ انتقال گرما به ازای واحد طول صفحه چند  $\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$  خواهد بود؟ (فرض کنید عدد ناسلت و ضریب هدایت حرارتی

به ترتیب ۴۵ و  $30 \times 10^{-2} \frac{\text{W}}{\text{m.K}}$  باشد.)

- (۱) ۳۷۰  
 (۲) ۴۰۵  
 (۳) ۴۳۵  
 (۴) ۵۱۰

۱۲- در گوشه یک جسم گره  $(m, n)$  روی تقاطع یک سطح عایق شده و یک سطح همجوار با سیال قرار دارد. ضریب رسانش گرمایی جسم  $k$  است. معادله درجه حرارت این گره تحت شرایط هدایت حالت پایدار کدام است؟



$$2T_{m-1, n} + T_{m, n+1} - 2\left(1 + \frac{hl}{k}\right)T_{m, n} + \frac{hl}{k}T_\infty = 0 \quad (1)$$

$$T_{m-1, n} + T_{m, n+1} - \left(2 + \frac{hl}{k}\right)T_{m, n} + \frac{hl}{k}T_\infty = 0 \quad (2)$$

$$T_{m-1, n} + T_{m, n+1} - \left(2 + \frac{hl}{k}\right)\frac{T_{m, n}}{2} - \frac{hl}{k}T_\infty = 0 \quad (3)$$

$$T_{m-1, n} + T_{m, n+1} - \left(2 + \frac{hl}{k}\right)T_{m, n} + \frac{hl}{k}T_\infty = 0 \quad (4)$$

۱۳- برای یک کره تک دما به قطر  $D$  که در محیطی نامتناهی قرار گرفته است، کدام عبارت برای ضریب شکل در انتقال گرمای رسانشی، به دست می‌آید؟

$$\frac{\pi D^2}{4} \quad (1)$$

$$\frac{4}{3}D^3 \quad (2)$$

$$2D \quad (4)$$

$$2\pi D \quad (3)$$

۱۴- صفحه‌ای پلاستیکی به مساحت  $900\text{cm}^2$  و ضخامت  $0.6\text{cm}$  در شرایط حالت پایا: و دمای  $T_1 = 24^\circ\text{C}$  و  $T_2 = 26^\circ\text{C}$  در دو سطح اصلی صفحه، گرما را با آهنگ  $3\text{W}$  از طریق رسانش انتقال می‌دهد. ضریب رسانندگی گرمایی پلاستیک در دمای  $25^\circ\text{C}$  چند  $\frac{\text{W}}{\text{mK}}$  است؟

$$0.10 \quad (1)$$

$$0.15 \quad (2)$$

$$1 \quad (3)$$

$$10 \quad (4)$$

۱۵- در انتقال انرژی گرمایی، حاصل ضرب ضریب نفوذ گرمایی  $(\alpha)$  و عدد پرانتل کدام است؟

$$\frac{C_p \mu}{k} \quad (1)$$

$$\frac{\mu}{\rho} \quad (2)$$

$$\rho \nu \quad (4)$$

$$\rho \mu \quad (3)$$

۱۶- به لوله‌ای به شعاع  $R_0$  سیالی با غلظت  $CA_0$  و سرعت  $V_0$  وارد می‌شود، دیواره داخلی لوله با کاتالیستی پوشانده شده است و در سطح کاتالیست واکنش  $A \rightarrow B$  انجام می‌شود، اگر جریان آرام و یکنواخت باشد، کدام گزینه در مورد این سیستم درست است؟

(۱) در جهت شعاع تنها نفوذ مولکولی وجود دارد که می‌توان در برابر حرکت بالک از آن صرف‌نظر کرد.

(۲) در جهت حرکت سیال حرکت بالک و نفوذ مولکولی وجود دارد.

(۳) در جهت شعاع حرکت بالک و نفوذ مولکولی وجود دارد.

(۴) در جهت حرکت سیال تنها حرکت بالک وجود دارد.

۱۷- برای بیان بزرگی نسبی مومنتم مولکولی به نفوذ جرم در لایه‌های مرزی سرعت و غلظت، از کدام عدد بی‌بعد استفاده می‌شود؟

Re (۱) Gr (۲)

Sh (۳) Sc (۴)

۱۸- در یک ستون پر شده که فاز گاز و مایع در آن جریان دارد، ارتفاع واحد انتقال در فاز گاز به چه صورت تعریف می‌شود؟

$$N_G = \int_{y_2}^{y_1} \frac{dy}{y - y^*} \quad (۱) \quad N_G = \int_{y_2}^{y_1^*} \frac{dy}{y - y^*} \quad (۲)$$

$$N_G = \int_{y_1}^{y_2} \frac{dy}{y - y^*} \quad (۳) \quad N_G = \int_{y_1}^{y_2^*} \frac{dy}{y - y^*} \quad (۴)$$

۱۹- شرط مرزی سطح غیر تراوا چگونه نشان داده می‌شود؟

$$\left. \frac{dC_A}{dz} \right|_{z=0} = 0 \quad (۱) \quad C_A = 0 \quad (۲)$$

$$N_A = K_c \cdot \Delta C_A \quad (۳) \quad C_A = \text{constant} \quad (۴)$$

۲۰- لایه نازک رنگ بر روی ذره‌ای کروی اسپری می‌شود. هوای خشک با سرعت  $1 \frac{m}{s}$  روی کره جریان دارد. رابطه زیر

برای به‌دست آوردن ضریب انتقال حرارت در جریان توربولنت گازها روی کره برقرار است. رابطه پیشنهادی برای تخمین ضریب انتقال جرم روی این ذره کدام است؟

$$Nu = 0.37 Re_d^{1/6} Pr^{1/3}$$

$$Sh_d = 0.37 Re_d^{1/6} Pr^{1/3} \quad (۱) \quad Sh_d = 0.74 Re_d^{1/6} Sc^{1/3} \quad (۲)$$

$$Sh_d = 0.74 Re_d^{1/6} Pr^{1/3} \quad (۳) \quad Sh_d = 0.37 Re_d^{1/6} Sc^{1/3} \quad (۴)$$

مبانی پیشرفته مهندسی پلیمر

۲۱- کاهش اختلاف انرژی گاش و ترانس در یک پلیمر به ترتیب چه اثری بر آنتروپی و دمای انتقال شیشه‌ای آن می‌گذارد؟

(۱) کاهش، کاهش

(۲) افزایش، کاهش

(۳) کاهش، افزایش

(۴) افزایش، افزایش

۲۲- افزودن نانوذرات با ابعاد  $R_p$  به سامانه آلیاژی دو پلیمر A و B با تعداد واحدهای تکراری برابر  $(N_A = N_B = N)$

به افزایش سازگاری سامانه انجامیده است. با افزایش N .....

(۱) سازگاری اجزاء تغییر نمی‌کند.

(۲) سازگاری اجزاء تضعیف می‌شود.

(۳) اثر سازگارکنندگی نانوذرات تقویت می‌شود.

(۴) وابسته به نوع پلیمر و شیمی سطح نانوذرات سازگاری ممکن است تضعیف یا تقویت شود.

۲۳- روند تغییر محرک ضخیم شدن تک لایه بلور و درهم روی دو لایه بلور روی هم چیده شده (از بزرگترین سطح) کدام است؟

- ۱) تشدید و اشباع محرک ضخیم شدن تک لایه بلور و درهم روی دو لایه بلورین
- ۲) تضعیف محرک ضخیم شدن تک لایه بلور و ضخیم شدن از طریق درهم روی دو لایه
- ۳) تضعیف محرک ضخیم شدن تک لایه بلور، تشدید و اشباع محرک ضخیم شدن از طریق درهم روی دو لایه
- ۴) تشدید و اشباع محرک ضخیم شدن تک لایه بلور، تضعیف محرک ضخیم شدن از طریق درهم روی دو لایه

۲۴- کدام گزینه ریشه خود تغلیظی در سامانه‌های پلیمری است؟

- ۱) اتصال منومرها به یکدیگر، سفت بودن زنجیر و قطع ارتباط اتصالات دور از هم
- ۲) استقلال اتصالات دور از هم، مارپیچی بودن زنجیر و بازگشت به همسایگی اتصالات قبلی
- ۳) اتصال منومرها به یکدیگر، مارپیچی بودن زنجیر و بازگشت به همسایگی اتصالات قبلی
- ۴) استقلال چرخش بخش‌های زنجیر، مارپیچی بودن زنجیر و بازگشت به همسایگی اتصالات قبلی

۲۵- علت انتقال نمودار فازی LCST یک آلیاژ پلیمری با توزیع وزن مولکولی پهن اجزاء به درجه حرارت‌های پایین‌تر و

گسترش آن پس از افزودن مقدار ناکافی از نانوذرات برای انتقال کل مذاب به لایه سطحی کدام است؟

- ۱) انتقال اجزاء با وزن مولکولی پایین‌تر آلیاژ به لایه سطحی و بقاء اجزاء با وزن مولکولی بالاتر در توده نمونه
- ۲) انتقال اجزاء با وزن مولکولی بالاتر آلیاژ به لایه سطحی و بقاء اجزاء با وزن مولکولی پایین‌تر در توده نمونه
- ۳) تجمع نانوذرات در فازی غنی از آنها در زمینه آلیاژی و پخش یکنواخت آنها در فازی رقیق‌تر
- ۴) انتقال همگن اجزاء آلیاژ به لایه سطحی نانوذرات و بقاء بخشی از آنها در توده نمونه

۲۶- هندسه ناحیه سنجش اکسترودر تک پیچ را معادل دو صفحه موازی در نظر می‌گیریم که ترکیبی از جریان فشاری

و جریان درگ (drag flow) در آن جریان دارد. اگر نسبت  $\frac{q_p}{q_d}$  از مقدار  $-\frac{1}{3}$  به  $-\frac{2}{3}$  تغییر کند، تغییر شکل

متوسط ( $\bar{\gamma}$ ) چند برابر می‌شود؟

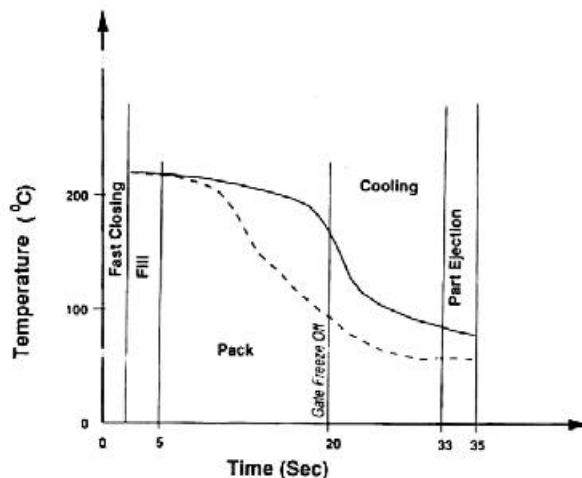
- ۱)  $\frac{3}{2}$
- ۲) ۲
- ۳) ۳
- ۴)  $\frac{7}{2}$

۲۷- یک اکسترودر تک پیچ با آمیزه PC/GF کار می‌کند. بعد از مدتی کار مداوم، به نظر می‌رسد که لقی (Clearance)

اکسترودر زیاد شده است. چگونه می‌توان افزایش لقی را با مطالعات RTD دنبال کرد؟

- ۱) افزایش ممان دوم تابع RTD نشان‌دهنده افزایش لقی است.
- ۲) کاهش ممان دوم تابع RTD نشان‌دهنده افزایش لقی است.
- ۳) افزایش ممان سوم مثبت تابع RTD نشان‌دهنده افزایش لقی است.
- ۴) افزایش ممان سوم منفی تابع RTD نشان‌دهنده افزایش لقی است.

۲۸- شکل زیر تغییرات دمایی در چرخه فرایند تزریق یک پلیمر را نشان می‌دهد. کدام جمله در مورد این منحنی درست است؟



- ۱) منحنی نقطه‌چین مربوط به تغییرات دمایی دروازه (gate) و منحنی پیوسته برای تغییرات دمایی قطعه است.
- ۲) منحنی نقطه‌چین برای تغییرات دمایی قطعه و منحنی پیوسته مربوط به تغییرات دمایی دروازه (gate) است.
- ۳) منحنی نقطه‌چین مربوط به تغییرات دمایی راهگاه (runner) و منحنی پیوسته برای تغییرات دمایی قطعه است.
- ۴) منحنی نقطه‌چین برای تغییرات دمایی در جهت تزریق و منحنی پیوسته مربوط به تغییرات دمایی در جهت عرضی قالب است.

۲۹- عدد بدون بعد  $Z$  برای بررسی اختلاط پلیمرهای تقویت‌شده با پرکننده‌های معدنی استفاده می‌شود.

$$Z = \frac{\chi \mu \gamma}{T}$$

در این جا  $\mu$  گرانی مذاب پلیمر،  $\chi$  ضریب وابسته به شکل شکست کلوخه‌ها،  $\gamma$  سرعت برشی و  $T$  استحکام کششی کلوخه‌ها می‌باشد. برای یک اختلاط خوب، کدام جمله در مورد  $Z$  درست است؟

- ۱)  $Z$  باید کوچکتر از یک باشد و مقدار  $Z$  برای میدان‌های تنش برشی بزرگتر از میدان‌های کششی است.
  - ۲)  $Z$  باید بزرگتر از یک باشد و مقدار  $Z$  برای میدان‌های تنش کششی کوچکتر از میدان‌های برشی است.
  - ۳)  $Z$  باید کوچکتر از یک باشد و مقدار  $Z$  برای میدان‌های تنش کششی بزرگتر از میدان‌های برشی است.
  - ۴)  $Z$  باید بزرگتر از یک باشد و مقدار  $Z$  برای میدان‌های تنش کششی بزرگتر از میدان‌های برشی است.
- ۳۰- اگر جریان مذاب پلیمر در داخل یک دای صفحه‌ای (Slit die) را معادل جریان فشاری بین دو صفحه موازی در نظر بگیریم، تابع توزیع زمان اقامت برای سیال قانون توانی (Power law) ( $n = 0.5$ ) به شرح ذیل است:

$$F(t) = \left[ 1 + \frac{n}{1 + 2n} \frac{t}{\bar{t}} \right] \left[ 1 - \frac{1 + n}{1 + 2n} \frac{t}{\bar{t}} \right]^{\frac{n}{1+n}}$$

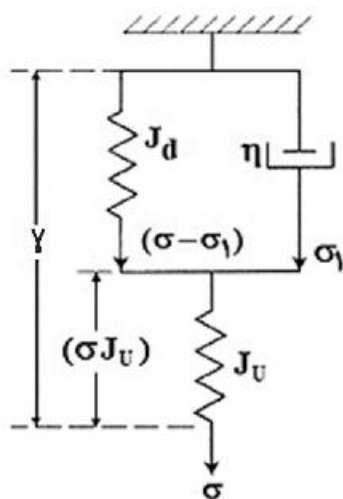
هنگام تغییر محصول، برای تمیزشدن دای از محصول قبلی، در نظر است که ۵ برابر زمان اقامت متوسط اکسترودر متصل به دای فوق کار کند. در این شرایط چند درصد از ماده قبلی در دای باقی مانده است؟ اگر فرض سیال نیوتنی را صادق بدانیم، چند درصد از ماده قبلی در دای باقی مانده است؟

- ۱) ۰.۵٪ و ۰.۹٪
- ۲) ۰.۵٪ و ۰.۹٪
- ۳) ۱٪ و ۱.۸٪
- ۴) ۲٪ و ۴٪

- ۳۱- روند کلی سرعت پلیمریزاسیون در مراحل سه‌گانه تئوری هارکینز در پلیمریزاسیون امولسیون چگونه است؟  
 (۱) افزایشی - ثابت - کاهش  
 (۲) ثابت - کاهش - افزایش  
 (۳) افزایشی - کاهش - کاهش  
 (۴) کاهش - افزایش - ثابت
- ۳۲- کدام یک از سامانه‌های پلیمریزاسیون اشاره شده در اول واکنش تک‌فازی بوده و با پیشرفت واکنش دوفازی می‌شوند؟  
 (۱) پلیمریزاسیون مینی‌امولسیون و امولسیون معکوس (۲) پلیمریزاسیون رسوبی و امولسیون معکوس  
 (۳) پلیمریزاسیون پراکنشی و مینی‌امولسیون (۴) پلیمریزاسیون پراکنشی و رسوبی
- ۳۳- براساس تئوری انسداد در پلیمریزاسیون‌های رسوبی اگر دمای واکنش بالای  $T_g$  سامانه پلیمر - مونومر باشد، چه اتفاقی می‌افتد؟  
 (۱) اگر دمای واکنش بالای دمای  $T_g$  سامانه پلیمر - مونومر باشد، سرعت نفوذ رادیکال‌ها افزایش می‌یابد و رادیکال مسدود شده دوباره می‌تواند وارد فاز حلال شود و در واکنش شرکت کند.  
 (۲) براساس این تئوری رادیکال‌ها زنده بوده ولی ساکن می‌شوند و در نتیجه امکان مجدد واکنش وجود ندارد.  
 (۳) با بالا رفتن دما به بالای دمای  $T_g$  تولید رادیکال بیشتر شده و واکنش‌های اختتام بیشتر می‌شود.  
 (۴) براساس این تئوری واکنش تابع  $T_g$  نیست.
- ۳۴- در یک پلیمریزاسیون امولسیون نقش الکتروولیت چیست؟  
 (۱) از بین بردن حالت اسیدی فاز پیوسته نتیجه شده از تولید کلر در پلیمریزاسیون پی‌وی‌سی (PVC)  
 (۲) تخریب امولسیفایر در انتهای واکنش برای پاکسازی محصول از عوامل فعال سطحی  
 (۳) بالا بردن کشش سطحی بین فاز پیوسته و فاز ناپیوسته  
 (۴) کاهش کشش سطحی بین فاز پیوسته و فاز ناپیوسته
- ۳۵- در افزایش مقیاس فرایند اختلاط کدام یک از موارد اشتباه است؟  
 (۱) با توجه به مراجع مختلف و منابع تجربی، تعیین این‌که چه نسبتی باید تغییر کند تا بقیه نسبت‌ها با توجه به آن به‌دست آیند.  
 (۲) سرعت همزن در سامانه نیمه‌صنعتی بیشتر از سامانه آزمایشگاهی باشد تا سامانه بزرگ‌تر کم‌تر کف کند، لذا ذره پلیمری مورفولوژی مطلوب‌تر داشته باشد.  
 (۳) رعایت کردن شباهت هندسی و نیز ثابت نگه‌داشتن نسبت نیرو به حجم  $\left(\frac{P}{V}\right)$ .  
 (۴) با تغییر اندازه همزن، سعی در حصول نقطه کاری مطلوب شود.
- ۳۶- در پلیمرهای بلورین مانند پلی‌اتیلن، در رابطه با افزایش میزان زنجیرهای رابط بین لاملاها (Tie Molecules)، کدام گزینه درست است؟  
 (۱) ESCR افزایش و مقدار سخت شدن ناشی از کرنش (Strain Hardening) کاهش می‌یابد.  
 (۲) ESCR و مقدار سخت شدن ناشی از کرنش افزایش می‌یابد.  
 (۳) میزان چقرمگی افزایش می‌یابد.  
 (۴) موارد ۲ و ۳ درست است.



۳۷- کدام گزینه معادله اساسی (Constitutive equation) مدل زنر (Zener) را بیان می‌کند؟ (در معادلات ارائه



شده  $\tau_\sigma = \frac{J_R}{J_U} \tau_\gamma$ ،  $J_R = J_U + J_d$  و  $\tau_\omega = J_d \eta$  می‌باشد.)

$$\frac{1}{J_R} \left[ \gamma + \tau_\sigma \frac{d\gamma}{dt} \right] = \sigma + \tau_\gamma \frac{d\sigma}{dt} \quad (1)$$

$$\frac{1}{J_d} \left[ \gamma + \tau_\sigma \frac{d\gamma}{dt} \right] = \sigma + \tau_\gamma \frac{d\sigma}{dt} \quad (2)$$

$$\frac{1}{J_R} \left[ \gamma + \tau_\sigma \frac{d\sigma}{dt} \right] = \sigma + \tau_\gamma \frac{d\gamma}{dt} \quad (3)$$

$$\frac{1}{J_d} \left[ \sigma + \tau_\gamma \frac{d\gamma}{dt} \right] = \sigma + \tau_\sigma \frac{d\sigma}{dt} \quad (4)$$

۳۸- طول عمر خستگی پلیمرها را می‌توان با استفاده از دو روش تنش کنترل (Controlled stress) یا کرنش کنترل (Controlled strain) اندازه‌گیری کرد. در رابطه با اختلاف مقادیر اندازه‌گیری شده از این دو روش برای یک نوع پلاستیک و نمونه چقرمه شده آن با ذرات الاستومری کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟

(۱) اختلاف برای پلاستیک خالص بیشتر است.

(۲) اختلاف برای نمونه چقرمه شده بیشتر است.

(۳) اختلاف بستگی به شکل هندسی نمونه مورد آزمون دارد.

(۴) اختلاف معنی‌داری برای مقادیر اندازه‌گیری شده وجود ندارد.

۳۹- میله‌ای از جنس PMMA دارای مدول دینامیک به صورت زیر در دمای  $20^\circ\text{C}$  و فرکانس  $1\text{ Hz}$  است. ابعاد این میله

$15 \times 3 \times 10 \text{ mm}^3$  است و تحت تنش طولی با دامنه  $1\text{ kN}$  قرار می‌گیرد. انرژی تلف شده در هر چرخه چقدر است؟

$$(E^* = (4.62 + 0.428i) \times 10^9 \text{ Pa})$$

(۱)  $0.3395 \text{ J/Cycle}$

(۲)  $0.3195 \text{ J/Cycle}$

(۳)  $0.3495 \text{ J/Cycle}$

(۴)  $0.3595 \text{ J/Cycle}$

۴۰- در بارگذاری‌های تنش متغیر (Variable stress) بر روی نمونه پلیمری که رفتار ویسکوالاستیک غیرخطی دارد برای هر دوره بارگذاری کدام یک از گزینه‌های زیر درست است؟

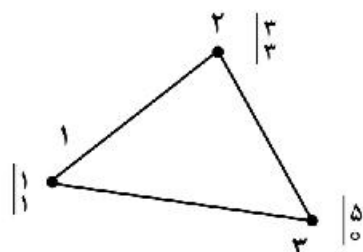
(۱) با افزایش مقدار تنش، میزان تغییر شکل باقیمانده کاهش می‌یابد.

(۲) با کاهش مدت زمان رهایی از تنش، میزان بازگشت تغییر شکل افزایش می‌یابد.

(۳) با افزایش مدت زمان رهایی از تنش، میزان تغییر شکل باقیمانده افزایش می‌یابد.

(۴) با افزایش مقدار تنش، نرخ و میزان بازگشت تغییر شکل کاهش و میزان تغییر شکل باقیمانده افزایش می‌یابد.

۴۱- المان مثلثی شکل زیر را در نظر بگیرید. در یک نقطه  $\phi_1 = 0.1$  و  $\phi_2 = 0.45$ ، مقدار  $\phi_3$  چقدر است؟



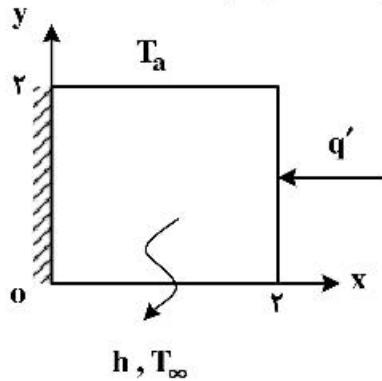
(۱)  $0.45$

(۲)  $0.55$

(۳)  $0.65$

(۴)  $0.75$

۴۲- حاصل انتگرال  $\oint_{\Gamma} \nabla T \phi_i \cdot n ds$  در جهت مثبت مثلثاتی برای ضلع سمت راست، کدام گزینه است؟



$$\int_r^0 \frac{\partial T}{\partial x} \phi_i |_{x=r} dx \quad (1)$$

$$\int_r^0 \frac{\partial T}{\partial x} \phi_i |_{x=r} dy \quad (2)$$

$$\int_0^r \frac{\partial T}{\partial x} \phi_i |_{x=r} dx \quad (3)$$

$$\int_0^r \frac{\partial T}{\partial x} \phi_i |_{x=r} dy \quad (4)$$

۴۳- ضریب سختی (stiffness ratio) دستگاه معادلات دیفرانسیل زیر کدام گزینه است؟

$$\frac{dy_1}{dt} = -2y_1 + y_2 + 4$$

$$\frac{dy_2}{dt} = 2y_1 - y_2 + t$$

$$t = 0 \quad \begin{cases} y_1 = 0 \\ y_2 = 1 \end{cases}$$

۲۰ (۴)

۱۰ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

۴۴- براساس روش انتگرال گیری گاوس - لژاندار حاصل انتگرال زیر کدام گزینه است؟

$$\int_0^b x^2 \frac{d\phi_i}{dx} \frac{d\phi_j}{dx} dx$$

$$\frac{b^2}{2} \sum_{k=1}^N w_k \left( \frac{g_k + 1}{2} \right)^2 \frac{d\phi_i}{d\xi} \frac{d\phi_j}{d\xi} \Big|_{\frac{g_k + 1}{2}} \quad (1)$$

$$\frac{1}{2} \sum_{k=1}^N w_k \left( \frac{g_k + 1}{2} \right)^2 \frac{d\phi_i}{d\xi} \frac{d\phi_j}{d\xi} \Big|_{\frac{g_k + 1}{2}} \quad (2)$$

$$\frac{b}{2} \sum_{k=1}^N w_k \left( \frac{g_k + 1}{2} \right)^2 \frac{d\phi_i}{d\xi} \frac{d\phi_j}{d\xi} \Big|_{\frac{g_k + 1}{2}} \quad (3)$$

(۴) اطلاعات داده شده کافی نیست.

۴۵- در تولید لوله پلی‌پروپیلن از فرایند اکستروژن استفاده شده و لوله در دمای  $T_i$  از دای (die) خارج می‌شود. بهترین

معادله حاکمه دما در لوله کدام گزینه است؟

$$\rho c v_z \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( kr \frac{\partial T}{\partial r} \right) \quad (2)$$

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( kr \frac{\partial T}{\partial r} \right) \quad (1)$$

$$\rho c v_z \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( kr \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( k \frac{\partial T}{\partial z} \right) \quad (4)$$

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( kr \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( k \frac{\partial T}{\partial z} \right) \quad (3)$$

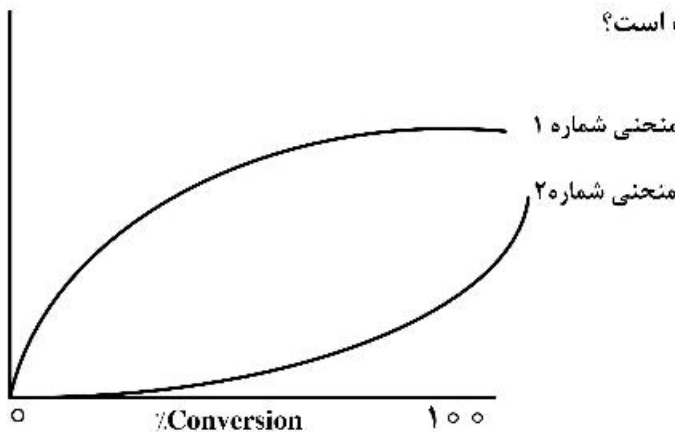
مبانی علوم و فن آوری رنگ

- ۴۶- حضور حلال در پلیمریزاسیون محلولی بر کدام مورد بی‌تأثیر است؟
- (۱) ویسکوزیته  
(۲) درصد تبدیل نهایی  
(۳) سرعت پلیمریزاسیون  
(۴) میزان تولید رزین به ازای هر بچ
- ۴۷- جهت پخت یک رزین اپوکسی مایع به  $50 \text{ phr}$  از یک عامل پخت پلی‌آمین نیاز می‌باشد. در صورتی که اکی‌والان وزنی اپوکسی برابر  $190 \frac{\text{gr}}{\text{eq}}$  باشد، میزان اکی‌والان وزنی هیدروژن فعال این پلی‌آمین چه مقدار است؟ (برحسب  $\frac{\text{gr}}{\text{eq}}$ )

- (۱) ۱۰۵  
(۲) ۷۵  
(۳) ۸۵  
(۴) ۹۵

- ۴۸- منحنی رشد زنجیرهای دو رزین در حین واکنش پلیمری شدن به صورت زیر است، کدام گزینه درباره منحنی‌های ۱ و ۲ به ترتیب از راست به چپ درست است؟

Molecular weight



- (۱) رزین اپوکسی - رزین وینیل‌استر  
(۲) رزین یورتان - رزین اکریلات  
(۳) رزین پلی‌استر - رزین یورتان  
(۴) رزین اکریلات - رزین پلی‌استر

- ۴۹- در صورت نیاز به  $10 \text{ gr}$  از یک ترکیب پلی‌ایزوسیانات جهت پخت  $10 \text{ gr}$  پلی‌آل، درصد ایزوسیانات و درصد هیدروکسیل در پلی‌ایزوسیانات و پلی‌آل به ترتیب از راست به چپ، کدام است؟

- (۱)  $2.7\%$  و  $1.6\%$   
(۲)  $5.6\%$  و  $2\%$   
(۳)  $4.2\%$  و  $1.7\%$   
(۴)  $3.9\%$  و  $1.5\%$

- ۵۰- رزین‌های یورتان آکریلات، آلکید بلند روغن، آلکید کوتاه روغن و کلر کائوچو به ترتیب، چه نوع رزین‌هایی هستند؟

- (۱) ترموست، ترموست، ترموپلاست  
(۲) ترموپلاست، ترموپلاست، ترموست، ترموپلاست  
(۳) ترموپلاست، ترموست، ترموپلاست، ترموست  
(۴) ترموست، ترموپلاست، ترموست، ترموست

- ۵۱- برای پلیمریزاسیون استایرن خالص مقدار نسبت  $\frac{k_p^2}{k_t}$  معادل  $0.0012 \left( \frac{\text{liter}}{\text{mole}} \cdot \text{sec} \right)$  بوده و مقدار این نسبت برای

وینیل استات خالص در همان دما معادل  $0.125 \left( \frac{\text{liter}}{\text{mole}} \cdot \text{sec} \right)$  است. با فرض استفاده از همان شروع‌کننده با غلظت برابر و کارایی یکسان و نیز غلظت منومرهای برابر در دو سامانه، مجذور نسبت طول زنجیر سینتیکی وینیل استات به استایرن در چه حدودی خواهد بود؟

- (۱) ۰.۰۱  
(۲) ۲۰۸  
(۳) ۱۰۴  
(۴) برای محاسبه اطلاعات بیشتری نیاز است.

۵۲- در کوپلیمریزاسیون رادیکالی کدام عبارت نادرست است؟

( $r_A$  و  $r_B$  نسبت واکنش‌پذیری مونومر A و مونومر B است.)

(۱) در کوپلیمریزاسیون ایدئال ( $r_A r_B = 1$ ) ماده‌نهایی یک کوپلیمر رندوم است.

(۲) اگر  $r_A$  بیشتر از یک و  $r_B$  کمتر از یک باشد، کوپلیمر حاصله شامل سهم بیشتری از مونومر A خواهد شد.

(۳) در کوپلیمریزاسیون ایدئال ( $r_A r_B = 1$ ) ترکیب کوپلیمر مشابه به ترکیب مونومرها در ظرف واکنش نیست.

(۴) هنگامی که هر دوی  $r_A$  و  $r_B$  از یک کوچکتر باشند کوپلیمریزاسیون آزئوتروپ داریم و هنگامی که هر دوی آن‌ها از یک بزرگتر باشند آزئوتروپ نداریم.

۵۳- در مورد سامانه‌های پلیمریزاسیون ناهمگن کدام عبارت درست است؟

(۱) در سامانه‌ی امولسیون در مرحله‌ی رشد ذرات، انتقال مونومر از قطره‌های منومری به فاز آبی و سپس ذرات پلیمری صورت می‌گیرد.

(۲) در هر دو سامانه‌ی دیسپرسیونی و امولسیون، مکانیسم تشکیل ذرات پلیمری پراکنده در فاز پیوسته یکسان است.

(۳) در هر دو سامانه‌ی سوسپانسیونی و امولسیون با محیط پیوسته آبی، از شروع‌کننده‌ی محلول در آب استفاده می‌شود.

(۴) در هر دو سامانه‌ی سوسپانسیونی و دیسپرسیونی، هم مونومر و هم پلیمر در فاز پیوسته نامحلول هستند.

۵۴- در طی سنتز یک رزین از طریق مکانیزم رشد زنجیری دو مونومر استایرین و بوتیل اکریلات، احتمال اضافه‌شدن

مونومر استایرین به زنجیر دارای رادیکال استایرین ۲۰ درصد و احتمال اضافه‌شدن آن به زنجیر دارای رادیکال

بوتیل اکریلات ۱۰ درصد می‌باشد. همچنین احتمال اضافه‌شدن مونومر بوتیل اکریلات به زنجیر دارای رادیکال

بوتیل اکریلات ۳۰ درصد و احتمال اضافه‌شدن آن به زنجیر دارای رادیکال استایرین ۲۵ درصد است. شانس داشتن

یک بلوک حاوی سه مونومر استایرین به صورت پیاپی چقدر است؟

$$(۱) \frac{۲}{۱۰۰۰} \quad (۲) \frac{۱}{۱۰۰۰}$$

$$(۳) \frac{۱}{۱۰۰} \quad (۴) \frac{۲}{۱۰۰}$$

۵۵- مقدار پلاریزاسیون چگونه به دست می‌آید؟

$$(۱) E - E_{\text{corr}} \quad (۲) E_{\text{corr}} - i_{\text{corr}}$$

$$(۳) E - E^\circ \quad (۴) E^\circ - E$$

۵۶- پتانسیل الکتروود پلاتین وقتی که هیدروژن بر روی آن تولید می‌شود برابر با  $-۰٫۷۵$  ولت برحسب SHE است. اگر

pH در الکتروولیت ۳ باشد، پتانسیل اضافی هیدروژن چند ولت است؟

$$(۱) -۰٫۵۷ \quad (۲) +۰٫۵۷$$

$$(۳) -۰٫۹۳ \quad (۴) +۰٫۹۳$$

۵۷- فلز مس در محلول اسیدی و بدون اکسیژن با  $\text{pH} = ۱$  قرار گرفته است. اگر غلظت یون‌های مس در محلول برابر با

$۱۰^{-۶} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$  و فشار جزئی گاز هیدروژن نیز برابر با یک اتمسفر باشد، آیا فلز مس در این محلول خورده می‌شود؟

پتانسیل سل چند میلی‌ولت است؟

$$(۱) \text{خورده می‌شود} - ۴۰ \quad (۲) \text{خورده نمی‌شود} - ۴۰$$

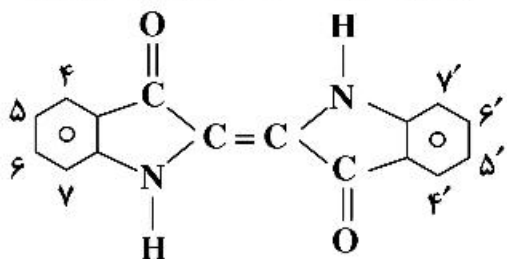
$$(۳) \text{خورده نمی‌شود} - ۶۰ \quad (۴) \text{خورده می‌شود} - ۶۰$$

- ۵۸- اگر در نمودار نیم‌دایره‌ای نایکوئیست به دست آمده از اسپکتروسکوپی امپدانس الکتروشیمیایی، قطر نیم‌دایره برای فلز در نمونه شماره یک، دو برابر شماره دو باشد که به صورت مستقل و در الکترولیت‌های متفاوت قرار گرفته‌اند، کدام یک از موارد زیر درست است؟
- ۱) فلز در الکترولیت شماره یک کمتر از الکترولیت شماره دو خورده می‌شود.
  - ۲) فلز در الکترولیت شماره یک بیشتر از الکترولیت شماره دو خورده می‌شود.
  - ۳) ظرفیت خازن برای فلز در الکترولیت شماره یک بیشتر از شماره دو است.
  - ۴) ظرفیت خازن برای فلز در الکترولیت شماره یک کمتر از شماره دو است.
- ۵۹- کدام یک از بازدارنده‌های زیر قادر هستند فیلم غیرفعال آسیب‌دیده را ترمیم کنند؟
- ۱) نیتريت‌ها
  - ۲) کرومات‌ها
  - ۳) فسفات‌ها
  - ۴) مولیبدات‌ها
- ۶۰- کدام یک از موارد زیر درست است؟
- ۱) در خوردگی میکروبی از نوع SRB، سولفید به سولفات تبدیل می‌شود.
  - ۲) شروع خوردگی برای قطره‌ای از آب که روی فولاد قرار می‌گیرد از کناره‌های قطره است.
  - ۳) علت خوردگی شیاری با تفاوت در غلظت اکسیژن و ایجاد سل الکتروشیمیایی شروع و با اسیدی شدن ناحیه آندی سرعت تشدید پیدا می‌کند.
  - ۴) در خوردگی از نوع جریان سرگردان، خوردگی در قسمت ورود جریان از سازه‌ای که در میدان الکتریکی واقع شده است، رخ می‌دهد.
- ۶۱- اثر افزایش غلظت سدیم کلراید در آب (بیشتر از ۵ درصد) بر روی خوردگی آهن در محلول هوادهی شده چگونه است؟
- ۱) افزایش حلالیت اکسیژن - افزایش سرعت خوردگی
  - ۲) افزایش حلالیت اکسیژن - کاهش سرعت خوردگی
  - ۳) کاهش حلالیت اکسیژن - افزایش سرعت خوردگی
  - ۴) کاهش حلالیت اکسیژن - کاهش سرعت خوردگی
- ۶۲- کدام یک از آزمون‌های خوردگی برای سطح پوشش داده شده غیرمخرب در نظر گرفته می‌شود؟
- ۱) کاهش وزن
  - ۲) مه نمکی (salt spray)
  - ۳) طیف‌سنجی امپدانس الکتروشیمیایی (EIS)
  - ۴) پلاریزاسیون جریان مستقیم (DC polarization)
- ۶۳- تهییج‌های مؤثر در مواد رنگزا، انتقال از اوربیتال‌های ..... است.
- ۱) اتصالی به ضد اتصالی
  - ۲) اتصالی و ضد اتصالی به غیر اتصالی
  - ۳) غیر اتصالی و اتصالی به ضد اتصالی
  - ۴) غیر اتصالی و ضد اتصالی به اتصالی
- ۶۴- کدام گزینه در مورد مواد رنگزای آنتراکینونی درست است؟
- ۱) استخلاف هیدروکسی بر روی آنتراکینون نسبت به استخلاف آمینو باتوکرومیک‌تر هستند.
  - ۲) در استخلاف موقعیت ۱ گروه  $\text{NHCH}_3$  باتوکرومیک‌تر از گروه  $\text{N(CH}_3)_2$  است.
  - ۳) بیشترین جابه‌جایی باتوکرومیک وقتی رخ می‌دهد که گروه‌های دهنده و گیرنده در مکان ۱ و ۴ باشند.
  - ۴) کمترین جابه‌جایی باتوکرومیک وقتی رخ می‌دهد که استخلاف‌های الکترون‌دهنده در موقعیت ۱ و ۴ باشند.
- ۶۵- کدام گزینه در مورد باندهای جذبی کروموزن‌های  $\bar{\lambda}^* \rightarrow n$  درست است؟
- ۱) باندهای جذبی  $\bar{\lambda}^* \rightarrow n$  دارای شدت بالایی هستند.
  - ۲) باندهای جذبی  $\bar{\lambda}^* \rightarrow n$  در شرایط اسیدی قوی ظاهر می‌شوند.
  - ۳) pH و قطبیت حلال تأثیری بر روی باندهای جذبی  $\bar{\lambda}^* \rightarrow n$  ندارد.
  - ۴) با افزایش قطبیت حلال، باند جذبی  $\bar{\lambda}^* \rightarrow n$  یک شیفت هیپسو کرومیک نشان می‌دهد.

۶۶- کدام گزینه در مورد پدیده فلورسنس درست است؟

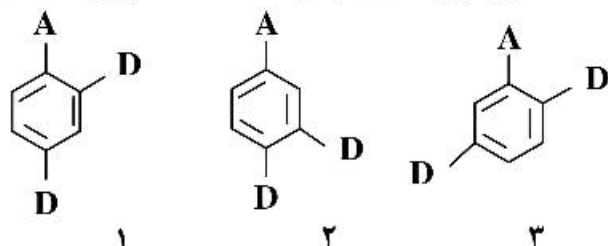
- (۱) مولکول تهییج شده نمی‌تواند در واکنش‌های شیمیایی شرکت کند.
- (۲) طول موج نشر همیشه از طول موج جذب بیشتر است.
- (۳) انتقالات بین سیستم باعث نشر فلورسنس می‌شود.
- (۴) انتقال انرژی از  $S_1$  به  $S_0$  موجب نشر است.

۶۷- ساختار شیمیایی ترکیبات ایندیگوئید به شرح زیر است. کدام گزینه در مورد اثر استخلافات بر روی طول موج ماکزیمم جذب این ساختار درست است؟



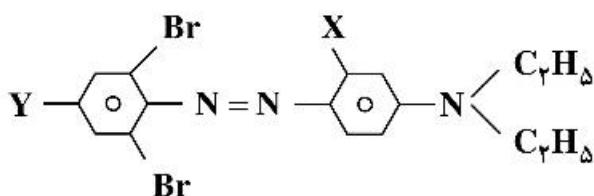
- (۱) استخلاف  $H > \text{ایزومر } -NO_2 > \text{ایزومر } -OCH_3$
- (۲) استخلاف  $H > \text{ایزومر } -OCH_3 > \text{ایزومر } -NO_2$
- (۳) استخلاف  $H > \text{ایزومر } -OCH_3 > \text{ایزومر } -NO_2$
- (۴) استخلاف  $H > \text{ایزومر } -NO_2 > \text{ایزومر } -OCH_3$

۶۸- روند بیشینه طول موج جذب بنزن حاوی یک استخلاف الکترون‌گیرنده (A) و دو استخلاف الکترون‌دهنده (D) چگونه است؟



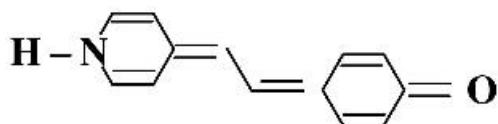
- (۱)  $1 < 2 < 3$
- (۲)  $2 < 1 < 3$
- (۳)  $2 < 3 < 1$
- (۴)  $3 < 1 < 2$

۶۹- برای آنکه ماده رنگزا علاوه بر جابه‌جایی بانوکرومیک از درخشندگی خوب نیز برخوردار باشد، کدام X و Y را انتخاب کنیم؟



- (۱)  $Y = OH, X = CH_3$
- (۲)  $Y = OH, X = OH$
- (۳)  $Y = NO_2, X = NHCOCH_3$
- (۴)  $Y = NO_2, X = N(CH_2CH_3)_2$

۷۰- رنگ کروموژن زیر به ترتیب در بنزن و DMF چیست؟



- (۱) قرمز - زرد
- (۲) آبی - قرمز
- (۳) قرمز - نارنجی
- (۴) آبی - نارنجی







## مشاهده کلید اولیه سوالات آزمون دکتری 1401

کلید اولیه آزمون دکتری سال 1401

به اطلاع می‌رساند، کلید اولیه سوالات که در این سایت قرار گرفته است، غیر قابل استناد است و پس از دریافت نظرات داوطلبان و صاحب نظران کلید نهایی سوالات تهیه و بر اساس آن کارنامه داوطلبان استخراج خواهد شد. در صورت تمایل می‌توانید حداکثر تا تاریخ 1400/12/17 با مراجعه به سامانه پاسخگویی اینترنتی (request.sanjesh.org) نسبت به تکمیل فرم "اعتراض به کلید سوالات" / "آزمون دکتری سال 1401" اقدام نمایید. لازم به ذکر است نظرات داوطلبان فقط تا تاریخ مذکور و از طریق فرم ذکر شده دریافت خواهد شد و به موارد ارسالی از طریق دیگر (نامه مکتوب یا فرم عمومی در سامانه پاسخگویی و ...) با پس از تاریخ اعلام شده رسیدگی نخواهد شد.

عنوان دفترچه	نوع دفترچه	شماره پاسخنامه	گروه امتحانی
مهندسی پلیمر	F	1	مهندسی و فنی

شماره سوال	گزینه صحیح	شماره سوال	گزینه صحیح	شماره سوال	گزینه صحیح
1	4	31	1	61	4
2	3	32	4	62	3
3	3	33	1	63	3
4	2	34	3	64	2
5	1	35	2	65	4
6	1	36	4	66	2
7	4	37	1	67	1
8	3	38	2	68	1
9	4	39	2	69	3
10	2	40	4	70	4
11	2	41	1		
12	4	42	4		
13	3	43	2		
14	1	44	3		
15	2	45	4		
16	2	46	2		
17	4	47	4		
18	1	48	4		
19	2	49	3		
20	3	50	1		
21	2	51	3		
22	3	52	4		
23	4	53	1		
24	3	54	2		
25	1	55	1		
26	2	56	1		
27	3	57	2		
28	1	58	1		
29	4	59	2		
30	1	60	3		

خروج