

کد کنترل

317

E



317E

دفترچه شماره (۱)

صبح جمعه

۹۸/۱۲/۹



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

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

آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه متمرکز) - سال ۱۳۹۹

رشته مهندسی پلیمر - کد (۲۳۳۹)

مدت پاسخ‌گویی: ۱۵۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۷۰

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی در سطح کارشناسی: - شیمی فیزیک پلیمرها - پدیده‌های انتقال (رئولوژی، انتقال حرارت و انتقال جرم)	۲۰	۱	۲۰
	مجموعه دروس تخصصی در سطح کارشناسی ارشد: * مبانی پیشرفته مهندسی پلیمر	۲۵	۲۱	۴۵
	* مبانی علوم و فن آوری رنگ	۲۵	۴۶	۷۰

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

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب 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.

۱۳۹۹

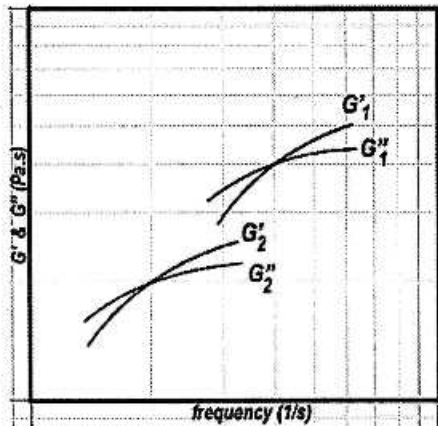
\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول ذیل، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

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

امضا:

- ۱- تراکم‌پذیری خودبه‌خودی گاز ایدئال چه مبنایی دارد و متناظر با کدام تحول یک قطعه کش لاستیکی است؟
  - (۱) افزایش آنتروپی، افزایش طول خودبه‌خودی
  - (۲) افزایش آنتروپی، انقباض طول خودبه‌خودی
  - (۳) کاهش آنتروپی، افزایش طول خودبه‌خودی
  - (۴) کاهش آنتروپی، انقباض طول خودبه‌خودی
- ۲- منحنی نمودار فازی LCST در نمودار فشار بر حسب ترکیب درصد چه شکلی خواهد داشت، دلیل آن کدام است؟
  - (۱) فشار بحرانی فوقانی خواهد داشت زیرا سامانه با افزایش فشار متراکم می‌شود.
  - (۲) فشار بحرانی فوقانی خواهد داشت زیرا سامانه با افزایش فشار کاهش چگالی می‌دهد.
  - (۳) فشار بحرانی تحتانی خواهد داشت زیرا افزایش فشار از تمایل اجزاء سامانه می‌کاهد.
  - (۴) فشار بحرانی تحتانی خواهد داشت زیرا افزایش فشار با تراکم سامانه همراه بود.
- ۳- منشأ سوزنی شدن بلور یک پلیمر در رژیم نزدیک به دمای ذوب (رژیم اول)، کدام مورد است؟
  - (۱) آنتروپی پایین مذاب و ضرورت تشدید برهم کنش زنجیرها
  - (۲) آنتروپی بالای مذاب و ضرورت تشدید کشیدگی زنجیرها
  - (۳) آنتروپی پایین مذاب و ضرورت تشدید کشیدگی زنجیرها
  - (۴) آنتروپی بالای مذاب و ضرورت تشدید برهم کنش زنجیرها
- ۴- یک لاستیک ایدئال با ابعاد  $1 \times 1 \times 10 \text{ cm}^3$  را می‌کشیم تا طول آن  $20 \text{ cm}$  شود. در این حالت مساحت سطح مقطع لاستیک چند سانتی‌متر مربع خواهد بود؟
  - (۱)  $0.25$
  - (۲)  $0.5$
  - (۳)  $1$
  - (۴)  $2$
- ۵- کدوری یک محلول پلیمری یا نسبت ریلی آن با کدام مشخصه ترمودینامیکی متناسب است؟
  - (۱) مشتق اول  $\Delta G$
  - (۲) مشتق دوم  $\Delta G$
  - (۳) وارون مشتق اول  $\Delta G$
  - (۴) وارون مشتق دوم  $\Delta G$
- ۶- یک سیال پاورلا با  $n = 0.4$  در یک لوله استوانه‌ای به قطر  $1 \text{ cm}$  و طول  $1 \text{ m}$  جریان دارد. چنانچه سیال با دمای  $24^\circ\text{C}$  وارد منطقه حرارتی با دمای دیواره ثابت  $120^\circ\text{C}$  گردد و  $\pi = 0.4$  باشد، دمای متوسط خروجی از منطقه حرارتی کدام است؟
  - (۱)  $72$
  - (۲)  $56$
  - (۳)  $42$
  - (۴)  $28$

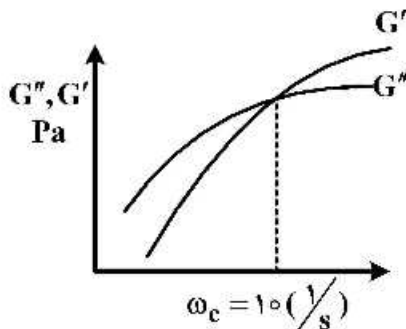
- ۷- دو مذاب پلیمری که از مدل پاورلا (با  $n$  یکسان) تابعیت می‌کنند و رفتار ویسکو الاستیک خطی آن‌ها مطابق شکل می‌باشد، در فرایند تولید میله استوانه‌ای استفاده می‌شوند. چنانچه نسبت دبی آن‌ها  $\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{1}{2}$  و شعاع میله‌های



تولیدی یکسان باشد، نسبت عدد وایزنبرگ  $\frac{w_e)_2}{w_e)_1}$  کدام است؟

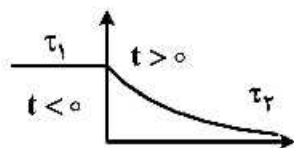
- (۱) ۰/۲۵  
(۲) ۰/۵  
(۳) ۱  
(۴) ۴

- ۸- نمودار جاروب فرکانس پلیمری به صورت زیر است. محل تلاقی مدول الاستیک و مدول ذخیره در سرعت زاویه‌ای  $\omega_c = 10 \text{ } \frac{1}{s}$  رخ می‌دهد. با افزایش جرم مولکولی و افزایش دما، به ترتیب مقدار  $\omega_c$  چگونه خواهد بود؟

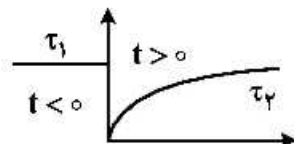


- (۱)  $\omega_c > 10$ ،  $\omega_c < 10$   
(۲)  $\omega_c < 10$ ،  $\omega_c > 10$   
(۳)  $\omega_c > 10$ ،  $\omega_c > 10$   
(۴)  $\omega_c < 10$ ،  $\omega_c < 10$

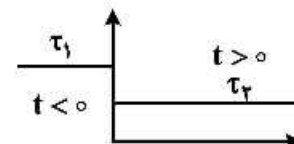
- ۹- کدام شکل بیانگر تغییر ویسکوزیته یک سیال تیکسوتروپیک براساس کاهش ناگهانی و سرعت برشی است؟ ( $\dot{\gamma}_1 > \dot{\gamma}_2$ )



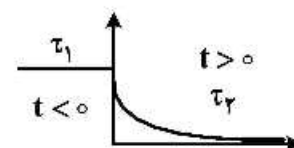
(۱) ویسکوزیته به صورت یکنواخت با زمان افت می‌کند.



(۲) به صورت ویسکوز افت می‌کند و ویسکوزیته با زمان بازیابی می‌شود.

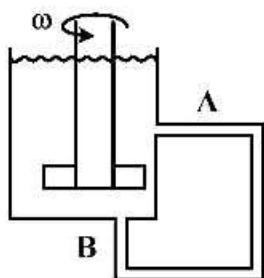


(۳) به صورت ویسکوز افت می‌کند و ویسکوزیته با زمان ثابت می‌ماند.



(۴) تا حدی به صورت ویسکوز افت می‌کند و سپس ویسکوزیته به صورت یکنواخت با زمان افت می‌کند.

- ۱۰- درون ظرفی مطابق شکل سیالی قرار گرفته است و میله وسط با سرعت زاویه‌ای  $\omega$  شروع به چرخش می‌نماید. در حالتی که سیال ویسکوز و یا ویسکوالاستیک باشد، به ترتیب جهت جریان در لوله جانبی در چه جهتی خواهد بود؟



- (۱) برای هر دو حالت از A به B  
(۲) برای هر دو حالت از B به A  
(۳) از A به B - از B به A  
(۴) از B به A - از A به B

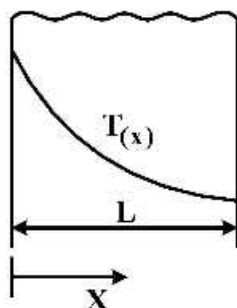
- ۱۱- صفحه‌ای به ضخامت  $L$  در دمای اولیه  $T_i$  قرار دارد. ناگهان دمای یک طرف آن به  $T_o$  تغییر می‌کند. در چه صورت می‌توان از روابط توزیع دما در اجسام نیمه بی‌نهایت برای این صفحه استفاده کرد؟

$$\begin{aligned} (1) \quad \frac{L}{\sqrt{\alpha t}} &\geq 1 \\ (2) \quad \frac{L}{\sqrt{\alpha t}} &\leq 1 \\ (3) \quad \frac{L}{2\alpha t} &\geq 1 \\ (4) \quad \frac{L}{2\alpha t} &\leq 1 \end{aligned}$$

- ۱۲- در کدام حالت می‌توان فرض کرد در انتقال گرمای ناپایدار، مقاومت حرارتی داخل جسم قابل اغماض است؟

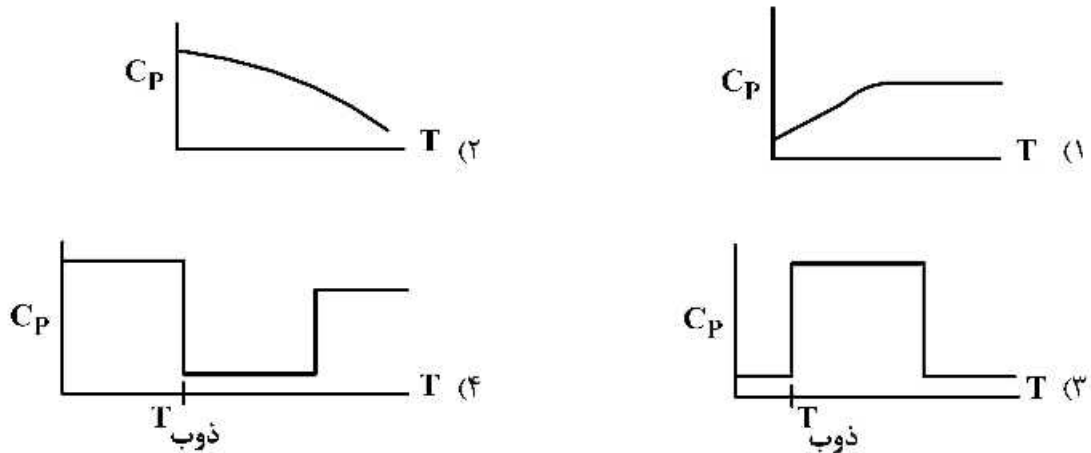
- (۱) اگر ضریب انتقال حرارت سیال مجاور جسم کم باشد.  
(۲) اگر ضریب رسانش گرمایی جسم مقدار کوچکی باشد.  
(۳) اگر ظرفیت گرمایی ویژه جسم کم باشد.  
(۴) اگر عدد بایو کوچک باشد.

- ۱۳- توزیع دائمی دما در یک دیوار که چگالی ( $\rho$ ) و گرمای ویژه ( $c$ ) و ضریب هدایت حرارتی ( $k$ ) متغیرند، مطابق شکل زیر است. با توجه به عدم وجود تولید انرژی در دیوار، کدام عبارت برای ضریب هدایت حرارتی دیوار صحیح است؟



- (۱) ضریب هدایت حرارتی با افزایش دما افزایش می‌یابد.  
(۲) ضریب هدایت حرارتی با افزایش دما کاهش می‌یابد.  
(۳) با داشتن توزیع دما نمی‌توان درباره نحوه تغییرات  $k$  اظهارنظر نمود.  
(۴) به دلیل متغیر بودن  $\rho$  و  $c$  نمی‌توان درباره تغییرات  $k$  اظهارنظر نمود.

۱۴- نمودار تغییرات ظرفیت حرارتی ویژه با افزایش دما برای پلیمرهای بلوری کدام است؟



۱۵- برای یک استوانه توخالی بلند (به طول  $L$ ) که سطوح داخلی و خارجی آن به ترتیب در دمای ثابت  $T_1$  و  $T_2$  و شعاع آن‌ها  $R_1$  و  $R_2$  است، ضریب شکل انتقال گرمای هدایتی ( $s$ ) کدام است؟ ( $T_1 > T_2$ )

$$\frac{2\pi}{\ln(R_1/R_2)} \quad (1)$$

$$\frac{2\pi L}{\ln(R_2/R_1)} \quad (2)$$

$$\frac{\ln(R_2/R_1)}{2\pi kL} \quad (3)$$

$$\pi \ln(R_1/R_2) \quad (4)$$

۱۶- یک قطره مایع حاوی محلول فوق اشباع از ماده فرار  $A$  است. غلظت مایع در ماده حل شده  $C_{Ac}$  و غلظت آن در سطح مشترک هوا و قطره  $C_R$  می‌باشد. قطره موجود توسط حجم زیادی گاز ساکن احاطه شده است. شار انتقال جرم از این قطره کدام است؟

$$D_{AB} \frac{C_R}{R} \quad (1)$$

$$D_{AB} \frac{C_R}{R^2} \quad (2)$$

$$D_{AB} \frac{C_R}{2R} \quad (3)$$

$$D_{AB} \frac{C_R}{2R^2} \quad (4)$$

۱۷- در نفوذ یک‌بعدی از میان دیواره، کدام عبارت صحیح است؟

(۱) با بالا رفتن دما انتقال جرم کم می‌شود.

(۲) با دو برابر شدن ضخامت دیواره انتقال جرم دو برابر می‌شود.

(۳) با دو برابر شدن غلظت در سمت غلیظ انتقال جرم دو برابر می‌شود.

(۴) با برابر بودن همه عوامل هر چه دانسیته دیواره بیشتر باشد انتقال جرم بیشتر است.

- ۱۸- در دو حالت زیر چه رابطه‌ای بین سرعت جرمی متوسط ( $V$ ) و سرعت مولی متوسط ( $V^*$ ) برقرار است؟  
 ۱- در حالتی که محلول خیلی رقیق باشد. ۲- در حالتی که جرم مولکولی اجزاء مختلف سیستم باهم برابر باشند.

حالت یک      حالت دو

$$(1) \quad V > V^* \quad V > V^*$$

$$(2) \quad V = V^* \quad V = V^*$$

$$(3) \quad V > V^* \quad V < V^*$$

$$(4) \quad V < V^* \quad V < V^*$$

- ۱۹- در لوله‌ای به شعاع  $R_0$  سیالی با سرعت  $V$  و غلظت  $C_A$  (جزء نفوذکننده) وارد می‌شود. در دیواره لوله، واکنش درجه اول با سرعت  $R_A = k.C_A$  انجام می‌شود. در حالت پایا، در مختصات استوانه‌ای توزیع غلظت به کدام پارامترهای مستقل وابسته است؟

(۱) توزیع غلظت به  $r$  و  $Z$  وابسته است.

(۲) توزیع غلظت به  $r$  و  $Z$  و  $t$  وابسته است.

(۳) با توجه به حرکت توده، می‌توان از نفوذ مولکولی در جهت  $r$  چشم‌پوشی کرد و تغییر غلظت تنها به  $Z$  وابسته است.

(۴) با توجه به حرکت توده، می‌توان از نفوذ مولکولی در جهت  $Z$  چشم‌پوشی کرد و تغییر غلظت تنها به  $r$  وابسته است.

- ۲۰- برای سیستم جذب گاز در لایه مایعی که با سرعت زیاد در حال ریزش از دیواره عمودی می‌باشد، کدام رابطه برقرار است؟

$$(1) \quad \overline{Sh} = 3.41$$

$$(2) \quad \overline{Sh} = 0.664 Re^{\frac{1}{2}} Sh^{\frac{1}{3}}$$

$$(3) \quad \overline{Sh} = 0.723 Re^{0.83} Sh^{\frac{1}{3}}$$

$$(4) \quad \overline{Sh} = \left( \frac{3}{2\pi} \frac{\delta}{L} Re Sc \right)^{\frac{1}{3}}$$

- ۲۱- منشاء تمایز رفتار زنجیر یک پلیمر از زنجیر آزادانه متصل شده متناظر آن کدام است؟ این تمایز از چه مشخصاتی ریشه می‌گیرد؟

(۱) طول کان، نحوه اتصال منومرها و تعاملات بین زنجیری

(۲) طول کان، شیمی منومر و تعاملات بین زنجیری

(۳) طول کان، شیمی منومر و فاصله بین زنجیری

(۴) طول کان، شیمی منومر و نحوه اتصال آن‌ها

- ۲۲- تمایز آستانه ژلینگی و هم‌پوشانی زنجیرهای پلیمر یک محلول از وزن مولکولی کدام است؟

(۱) غلظت آستانه ژلینگی و غلظت هم‌پوشانی زنجیرها با وارون وزن مولکولی پلیمر متناسبند.

(۲) آستانه ژلینگی از وارون وزن مولکولی و غلظت هم‌پوشانی زنجیرها از وارون جذر وزن مولکولی

(۳) آستانه ژلینگی از وارون جذر وزن مولکولی و غلظت هم‌پوشانی زنجیرها از وارون وزن مولکولی

(۴) غلظت آستانه ژلینگی و غلظت هم‌پوشانی زنجیرها با وارون جذر وزن مولکولی پلیمر متناسبند.

۲۳- در بهره‌برداری از معادله فاکس برای پیش‌بینی دمای انتقال شیشه‌ای آلیاژ تک‌فاز، چگونه همخوانی با یافته‌های تجربی افزایش می‌یابد؟

- (۱) نزدیک کردن تخمین ترکیب درصد موضعی به ترکیب درصد اختلاط
- (۲) دور کردن تخمین ترکیب درصد موضعی به ترکیب درصد اختلاط
- (۳) نزدیک کردن دمای انتقال شیشه‌ای اجزاء آلیاژ
- (۴) دور کردن دمای انتقال شیشه‌ای اجزاء آلیاژ

۲۴- قدر مطلق ضریب نفوذ ظاهری یک آلیاژ پلیمری LCST بر حسب افزایش اختلاف دمای سامانه با دمای بحرانی آن در دو ناحیه دو فازی و تک فازی به ترتیب چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱) کاهش پیوسته در هر دو ناحیه
  - (۲) افزایش پیوسته در هر دو ناحیه
  - (۳) افزایش پیوسته، افزایش و متعاقباً کاهش
  - (۴) کاهش پیوسته، کاهش و متعاقباً افزایش
- ۲۵- اثر درصد نانو ذره بر انتقال نمودار فازی از منظر دما و ترکیب درصد، عمدتاً ریشه در چه عواملی دارد؟

- (۱) تفکیک اجزاء در توده سامانه به فاز غنی از نانو ذره و فاز رقیق از نانو ذره
- (۲) تفکیک اجزاء در ناحیه تعامل با محیط (هوا) به لایه‌های اولیه و ثانویه
- (۳) تفکیک اجزاء در ناحیه تعامل با سطح نانو ذره به لایه‌های اولیه و ثانویه
- (۴) تفکیک اجزاء از منظر تعامل با سطح نانو ذره یا جابایی در توده سامانه

۲۶- در فرایند قالب‌گیری تزریقی یک پلیمر گرمانرم، با افزودن یک نوع پرکننده با هدایت حرارتی بالا، کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) سهم آرایش‌یافتگی مولکولی ناشی از جریان کششی درون قالب افزایش می‌یابد.
- (۲) سهم آرایش‌یافتگی مولکولی ناشی از جریان کششی درون قالب کاهش می‌یابد.
- (۳) سهم آرایش‌یافتگی مولکولی ناشی از جریان برشی درون قالب را افزایش می‌دهد.
- (۴) بستگی به ویسکوزیته ماتریس می‌تواند سهم جریان کششی و یا برشی را تغییر دهد.

۲۷- کدام یک از موارد زیر پدیده انعقاد (coalescence) ذرات فاز پخش شده در یک آلیاژ ناسازگار را افزایش نمی‌دهد؟

- (۱) پخت دینامیکی فاز پخش شده
- (۲) استفاده از سازگارکننده پلیمری
- (۳) افزایش قطر ذرات فاز پخش شده
- (۴) کاهش قطر ذرات فاز پخش شده

۲۸- در یک فرایند تولید فیلم تخت سه لایه به صورت ABA، محصول تولید شده بعد از اکستروژن به صورت دو بعدی (Biaxial) در جهت طولی و عرضی تحت میدان کششی قرار می‌گیرد. اگر  $\eta_A > \eta_B$  باشد، کدام مورد درست است؟

- (۱) آرایش مولکولی ایجاد شده در لایه A بیشتر است.
- (۲) آرایش مولکولی ایجاد شده در لایه B بیشتر است.
- (۳) تغییر فرم ایجاد شده در لایه A بیشتر است.
- (۴) تنش اعمال شده در لایه B بیشتر است.

۲۹- اگر در یک فرایند اکستروژن با استفاده از یک مذاب پلیمری با رفتار نیوتونی از یک نوع دای نواری و یک دای استوانه‌ای استفاده شود، برای حالت  $t/\bar{t} < 5$  کدام گزینه برای مقدار  $F(t)$  این دو دای صحیح است؟

$$F(t) = \left(1 - \frac{2}{3} \frac{t}{\bar{t}}\right)^2 \left(1 + \frac{1}{3} \frac{t}{\bar{t}}\right)$$

- (۱) مقدار  $F(t)$  برای هر دو دای یکسان است.
- (۲) مقدار  $F(t)$  برای دای استوانه‌ای بیشتر است.
- (۳) مقدار  $F(t)$  در دای نواری نسبت به دای استوانه‌ای بیشتر است.
- (۴) بسته به دمای مذاب، مقدار  $F(t)$  یک دای نسبت به دای دیگر تغییر خواهد کرد.

۳۰- پلیمرهای PE و PLA به منظور تهیه آلیاژ پلیمری، توسط یک مخلوط کن داخلی به قطر ۲۴mm در دمای ۲۰۰°C با یکدیگر مخلوط می‌شوند. تعیین کنید برای رسیدن به قطر ۲μm از فاز پراکنده، در ترکیب درصد ۷۰/۳۰ از آلیاژ PE/ PLA، دور روتور چند rpm است؟ (فاصله لبه روتور با بدنه ۳mm می‌باشد).

$$\pi = 3$$

$$\eta_{PLA} = 1/2 \times 10^3 \text{ Pa.s}$$

$$\eta_{PE} = 4/5 \times 10^3 \text{ Pa.s}$$

$$PLA \text{ کشش سطحی} = 48 \text{ mJ/m}^2$$

$$PE \text{ کشش سطحی} = 45 \text{ mJ/m}^2$$

$$\begin{matrix} 288 & (1) \\ 212 & (2) \\ 100 & (3) \\ 50 & (4) \end{matrix}$$

۳۱- در معادلات مربوط به پلیمریزاسیون‌های امولسیون،  $N_{agg}$  مربوط به کدام مورد است؟

(۱) متوسط عدد تجمعی مایسل است که به صورت میانگین بیانگر تعداد مولکول‌های عامل فعال سطحی تشکیل‌دهنده یک مایسل است.

(۲) متوسط عدد تجمعی عوامل فعال سطحی است که به صورت میانگین بیانگر تعداد مولکول‌های عامل فعال سطحی مصرف شده در غلظت مایسل بحرانی است.

(۳) متوسط عدد تجمعی قطرات مونومری است که به صورت میانگین بیانگر تعداد قطرات تشکیل‌دهنده تجمعات مونومری که در نتیجه استفاده از عوامل سطحی نامناسب تشکیل شده‌اند، است.

(۴) متوسط عدد تجمعی ذرات پلیمری است که به صورت میانگین بیانگر تعداد ذرات پلیمری جمع شده در یک خوشه پلیمری که در نتیجه استفاده از عوامل سطحی نامناسب تشکیل شده‌اند، است.

۳۲- پلیمریزاسیون‌های پیکرینگ عملاً به کدام روش انجام‌پذیر است؟

- (۱) امولسیون بدون عامل فعال سطحی  
(۲) امولسیون معمولی و کلاسیک  
(۳) مینی امولسیون  
(۴) میکرو امولسیون

۳۳- در تئوری کیفی هارکینز برای پلیمریزاسیون‌های امولسیونی کدام عبارت درست است؟

- (۱) مدت زمان مرحله اول (Int I) زیاد است و این مرحله تعیین‌کننده تعداد نهایی ذرات است.  
(۲) مدت زمان مرحله اول (Int I) کم است و این مرحله تعیین‌کننده تعداد نهایی ذرات است.  
(۳) مدت زمان مرحله سوم (Int III) کم است و این مرحله تعیین‌کننده تعداد نهایی ذرات است.  
(۴) مدت زمان مرحله سوم (Int III) زیاد است و این مرحله تعیین‌کننده تعداد نهایی ذرات است.

۳۴- کدام مورد دلیل اصلی استفاده از پلیمریزاسیون امولسیونی است؟

- (۱) جدایش رادیکال جهت حصول هم‌زمان سرعت رشد و وزن مولکولی بالا  
(۲) تقسیم مونومرها در قطرات جهت حصول به ویسکوزیته پایین محصول نهایی  
(۳) جدایش مونومرها در قطرات جهت افزایش سرعت رشد همراه با افزایش میزان اختتام  
(۴) جلوگیری از رسوب پلیمر در مونومر به دلیل ایجاد قطرات جهت حصول به وزن مولکولی بالا



۳۵- در واکنش پلیمریزاسیون امولسیون که از حالت دوم پیروی می‌کند، کدام رابطه سرعت واکنش پلیمریزاسیون را برای مرحله دوم بیان می‌کند؟

( $[M_p]$  غلظت تعادلی مونومر در پلیمر،  $[M]$  غلظت کلی مونومر در محیط واکنش،  $N_p$  تعداد ذرات پلیمری در واحد حجم سیستم،  $N_A$  عدد آووگادرو)

$$R_p = k_p \cdot \frac{N_p}{N_A} \cdot [M] \quad (۱)$$

$$R_p = \frac{1}{2} k_p \frac{N_p}{N_A} \cdot [M] \quad (۲)$$

$$R_p = k_p \cdot \frac{N_p}{N_A} \cdot [M_p] \quad (۳)$$

$$R_p = \frac{1}{2} k_p \cdot \frac{N_p}{N_A} \cdot [M_p] \quad (۴)$$

۳۶- برای یک محصول پلیمری که تحت تنش‌های متغیر قرار می‌گیرد و رفتار خزش آن از نوع ویسکوالاستیک غیرخطی است، کدام گزینه صحیح است؟

(۱) با افزایش بازه زمانی بارگذاری و حفظ دیگر پارامترها، نرخ بازگشت تغییر فرم (Recovery) افزایش می‌یابد.

(۲) با افزایش دمای محیط، نرخ بازگشت تغییر فرم (Recovery) کاهش می‌یابد.

(۳) با افزایش تنش، نرخ بازگشت تغییر فرم (Recovery) کاهش می‌یابد.

(۴) با افزایش تنش، نرخ بازگشت تغییر فرم (Recovery) افزایش می‌یابد.

۳۷- در صفحه‌ای نازک از پلیمر PLA، ترکی نازک با طول ۶۰ mm با نیروی ۲/۲۶ MPa شروع به انتشار می‌کند. درمورد رفتار شکست این صفحه با ترکی با طول ۲ mm و تحت نیروی ۱۰ MPa، کدام گزینه صحیح است؟

(۱) صفحه با این مشخصات تحت این نیرو گسیخته می‌شود.

(۲) صفحه با این مشخصات تحت این نیرو گسیخته نمی‌شود.

(۳) ترک تا طول ۴۰ mm انتشار می‌یابد و سپس با سرعت زیاد به گسیختگی می‌رسد.

(۴) ترک تا طول ۲۰ mm انتشار می‌یابد و سپس با سرعت زیاد به گسیختگی می‌رسد.

۳۸- در مکانیک شکست، در نمونه‌های پلیمری که در نوک شکاف ایجاد شده در آنها یک منطقه تسلیم (Yielding zone) تشکیل می‌شود، از شعاع آن منطقه ( $r_y$ ) به عنوان معیار تصحیح فاکتور شدت تنش ( $k$ ) برای ارزیابی مقاومت در مقابل شکست استفاده می‌شود. در خصوص این حالت کدام گزینه صحیح است؟

(۱) مقدار  $r_y$  با ضخامت نمونه نسبت مستقیم دارد.

(۲) مقدار  $r_y$  در حضور ذرات تقویت‌کننده کاهش می‌یابد.

(۳) مقدار  $r_y$  برای حالت بارگذاری تنش صفحه‌ای نسبت به کرنش صفحه‌ای کمتر است.

(۴) مقدار  $r_y$  با تنش تسلیم پلیمر رابطه مستقیم دارد و در حضور ذرات تقویت‌کننده افزایش می‌یابد.

۳۹- در رابطه با تأثیر حضور ذرات تقویت‌کننده با پخش مناسب بر روی مدول الاستیک پلیمرهای بلورین، کدام مورد صحیح است؟

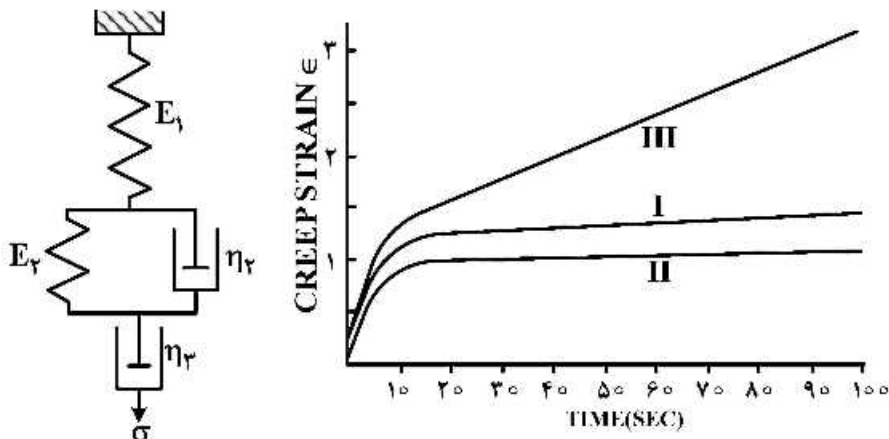
(۱) بازدهی تقویت مدول الاستیک با درجه بلورینگی نسبت عکس دارد.

(۲) میزان تقویت‌کنندگی مدول الاستیک به ضریب پواسون ماتریس بستگی ندارد.

(۳) افزایش مدول الاستیک ناشی از حضور ذرات تقویت‌کننده با بزرگ‌شدن اندازه ذرات کاهش می‌یابد.

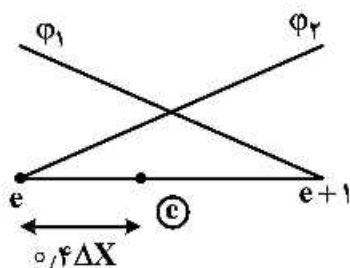
(۴) بازدهی حضور ذرات تقویت‌کننده بر روی مدول الاستیک در دمای زیر  $T_g$  آنها نسبت به دمای بالای  $T_g$  کمتر است.

- ۴۰- شکل زیر پیش‌بینی تغییرات کرنش بر حسب زمان را برای سه ماده پلیمری با استفاده از مدل چهار جزئی از فنر و ضربه‌گیر (spring-dashpot) برای آزمون خزش نشان می‌دهد. کدام مورد در خصوص این منحنی صحیح است؟



- (۱) مقدار مدول فنر ( $E_2$ ) برای نمونه II از همه کمتر است.  
 (۲) در منحنی I جریان ویسکوز نقش مهمی در کل خزش دارد و مقدار گرانیوی ضربه‌گیر آن ( $\eta_2$ ) کمتر از دو نمونه دیگر است.  
 (۳) در منحنی II جریان ویسکوز نقش مهمی در کل خزش ندارد و مقدار گرانیوی ضربه‌گیر آن ( $\eta_2$ ) بیشتر از دو نمونه دیگر است.  
 (۴) در منحنی III جریان ویسکوز نقش مهمی در کل خزش دارد و مقدار گرانیوی ضربه‌گیر آن ( $\eta_2$ ) کمتر از دو نمونه دیگر است.

- ۴۱- شکل زیر المان  $e$  ام را نشان می‌دهد.  $u_{e+1} = 5$ ,  $u_e = 10$  است. مقدار  $u$  در  $x_e + 0.4\Delta x$  کدام است؟



- (۱) ۷/۵  
 (۲) ۸  
 (۳) ۹  
 (۴) ۱۵

- ۴۲- مقدار انتگرال معین  $\int_0^5 x^2(x^2 + 2) dx$  با استفاده از روش انتگرال‌گیری گوس یک نقطه‌ای که نقطه گوس و ضریب وزنی به ترتیب برابر با ۰ و ۲ هستند، کدام است؟

- (۱)  $\frac{5}{16}$   
 (۲)  $\frac{825}{16}$   
 (۳)  $\frac{4125}{16}$   
 (۴)  $\frac{4125}{32}$

۴۳- انتگرال  $\int_0^1 \left( \frac{dv}{dx} \frac{du}{dx} - vu \right) dx = 0$  شکل تضعیف یافته (Weak Form) کدام معادله است؟

(۱)  $\frac{d^2 u}{dx^2} - u = 0$  که  $u(0) = 0$  ,  $u(1) = 0$

(۲)  $-\frac{d^2 u}{dx^2} - u = 0$  که  $u(0) = 0$  ,  $u(1) = 0$

(۳)  $\frac{d^2 u}{dx^2} - u = 0$  که  $u(0) = 0$  ,  $u'(1) = 1$

(۴)  $-\frac{d^2 u}{dx^2} - u = 0$  که  $u(0) = 0$  ,  $u'(1) = 0$

۴۴- در حل معادله دیفرانسیل جزئی  $\nabla^2 T + \frac{q}{k} = 0$ ، با روش المان محدود و گلرکین، برای آنکه شرط مرزی نوع سوم

دخالت داده شود، از کدام مورد استفاده می‌شود؟

(۱) تابع گرین (۲) قضیه فوریه (۳) قضیه گرادیان (۴) قضیه دیورژانس

۴۵- در یک آزمایش، دو فاکتور A و B وجود دارند. کدام گزینه اثر متقابل این دو فاکتور را نشان می‌دهد؟

(۱) AB (۲)  $F_A$  (۳)  $F_B$  (۴)  $\frac{A}{B}$

۴۶- در مورد تأثیر افزایش دما بر پلیمریزاسیون امولسیون با مکانیسم رادیکال آزاد کدام عبارت نادرست است؟

(۱) با افزایش دما معمولاً تعداد مایسل‌ها زیاد شده و تعداد ذرات هم بیش‌تر می‌شود.

(۲) با افزایش دما سرعت واکنش شروع زیاد شده و جرم مولکولی نهایی کم می‌شود.

(۳) با افزایش دما، غلظت مواد فعال سطح زیاد شده و به دنبال آن سرعت واکنش کم می‌شود.

(۴) با افزایش دما سرعت نفوذ منومرها و رادیکال‌ها زیاد شده و به دنبال آن سرعت واکنش زیاد می‌شود.

۴۷- مخلوطی از دو رزین اکریلیک هیدروکسیلی A و B با نسبت وزنی ۲۰ به ۸۰ تهیه شده است. در صورتی که میانگین

عددی درجه پلیمری شدن A برابر ۱۰۰ و B برابر ۲۰۰ باشد و شاخص بسپراکندگی (PDI) دو رزین برابر ۲ باشد،

میزان میانگین وزنی درجه پلیمری شدن در این مخلوط رزینی کدام است؟

(۱) ۳۳۰

(۲) ۳۴۰

(۳) ۳۵۰

(۴) ۳۶۰

۴۸- جهت ساخت یک کوپلیمر اکریلاتی از دو مونومر سخت A و نرم B با نسبت وزنی ۴۰ به ۶۰ استفاده شده است.

در صورتی که دمای انتقال از حالت شیشه‌ای هموپلیمر مونومر سخت ۱۲۷ درجه سانتی‌گراد و هموپلیمر مونومر نرم

۱۲۳- درجه سانتی‌گراد باشد، دمای انتقال از حالت شیشه‌ای رزین اکریلات حاصل چند درجه سانتی‌گراد است؟

(۱) ۶۴-

(۲) ۶۷-

(۳) ۷۳-

(۴) ۷۶-

۴۹- در یک پوشش پودری هیبرید اپوکسی - پلی استر، اکی والان وزنی رزین اپوکسی برای پخت با رزین پلی استر کربوکسیلی با عدد اسیدی ۱۰۰ میلی گرم KOH، به ازای هر گرم رزین در نسبت وزنی برابر اپوکسی و پلی استر چند گرم بر مول باشد؟

(۱) ۴۲۰

(۲) ۵۶۱

(۳) ۷۰۱

(۴) ۸۴۰

۵۰- پیوند حاصل از واکنش ترکیب پلی ایزوسیانات با ترکیب پلی آمین کدام ساختار است؟

(۱) پیوند استر (۲) پیوند اوره (۳) پیوند آمید (۴) پیوند یورتان

۵۱- شرایط واکنشی سنتز رزین فنول فرم آلدئید نووالاک، کدام مورد است؟

(۱) در نسبت مولی استوکیومتری و محیط اسیدی

(۲) در نسبت مولی استوکیومتری و محیط بازی

(۳) در نسبت مولی غیر استوکیومتری و فرم آلدئید بیش تر از فنول و محیط بازی

(۴) در نسبت مولی غیر استوکیومتری و فنول بیش تر از فرم آلدئید و محیط اسیدی

۵۲- کدام سامانه رزینی برای فرمولاسیون پوشش پودری با کاربرد در محیط باز مناسب تر است؟

(۱) پلی استر - تری گلیسیدیل ایزوسیاناترات (۲) اپوکسی بیس فنل اف - دی سیان آمید

(۳) اپوکسی بیس فنل آ - دی سیان آمید (۴) پلی استر - اپوکسی بیس فنل آ

۵۳- در تولید یک رزین با مکانیسم زنجیره ای رادیکالی، انتقال زنجیر به منومر، به حلال و به عامل انتقال زنجیر، به ترتیب چه تغییراتی در وزن مولکولی نهایی ایجاد می کنند؟

(۱) افزایش - کاهش - کاهش (۲) کاهش - کاهش - کاهش

(۳) کاهش - بدون تغییر - کاهش (۴) بدون تغییر - کاهش - کاهش

۵۴- ساختار رزین های وینیلی غالباً حاوی کدام یک از زوج مونومرها است؟

(۱) مونومر وینیل استات و مونومر وینیل کلراید (۲) مونومر وینیل کلراید و مونومر وینیل بوتیرال

(۳) مونومر وینیل استات و مونومر وینیل اتیل اتر (۴) مونومر وینیل اتیل اتر و مونومر وینیل بوتیرال

۵۵- دو مشخصه مهم هر الکتروود در هر الکترولیت در کدام مورد آمده است؟

(۱)  $R_f$  و  $(-0)$  (۲)  $R_f$  و  $C_{dl}$

(۳)  $R_s$  و  $(-0)$  (۴)  $R_s$  و  $C_{dl}$

۵۶- کدام عبارت داده شده صحیح است؟

(۱) در لایه دوگانه الکتریکی ایجاد شده با توجه به لایه های هلمهولتز و گوی چاپمن، ظرفیت خازن های سری و مقاومت های انتقال بار برای واکنش های آندی و کاتدی موازی هستند.

(۲) وجود ظرفیت خازن های سری و موازی و همچنین مقاومت های سری و موازی در لایه های دوگانه الکتریکی تأثیری بر روی محاسبه شارژ الکتریکی روی الکتروود ندارد.

(۳) در الکتروود برگشت پذیر، ظرفیت خازن الکتروود ثابت است، در حالی که در الکتروود غیر برگشت پذیر علاوه بر ظرفیت خازن، مقاومت انتقال بار نیز ثابت است.

(۴) خازن در واقع شبیه سازی شده لایه دوگانه الکتریکی برای موقعی است که الکتروود در الکترولیت غوطه ور شود و ثابت دی الکتریک آن هوا فرض شود.

۵۷- امیدانس جزء خازنی در یک مدار الکتریکی از کدام رابطه به دست می آید؟

$$Z = R \quad (۱)$$

$$Z = \frac{c}{j\omega} \quad (۲)$$

$$Z = j\omega c \quad (۳)$$

$$Z = \frac{1}{j\omega c} \quad (۴)$$

۵۸- مقدار پلاریزاسیون از کدام رابطه به دست می آید؟

$$E - E^{\circ} \quad (۱)$$

$$E^{\circ} - E \quad (۲)$$

$$E - E_{\text{corr}} \quad (۳)$$

$$E_{\text{corr}} - i_{\text{corr}} \quad (۴)$$

۵۹- از طریق نمودار پلاریزاسیون، مقدار  $i_{\text{corr}}$  معادل  $\frac{A}{\text{cm}^2} \times 10^{-7} \times 4/21$  محاسبه شده است. میزان سرعت خوردگی

$$\text{بر حسب } \text{mg/dm}^2/\text{day} \text{ برای فلز آهن کدام است؟ } \alpha_{\text{Fe}} = 55/8 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$۱/۰۵ \quad (۱)$$

$$۱/۲۱ \quad (۲)$$

$$۱/۳۶ \quad (۳)$$

$$۲/۵۷ \quad (۴)$$

۶۰- براساس نظریه فونکه، کدام مورد بیشترین اثر را در میزان مقاومت در برابر خوردگی دارد؟

$$(۱) \text{ تراوایی نسبت به آب}$$

$$(۲) \text{ چسبندگی در حالت تر}$$

$$(۳) \text{ تراوایی نسبت به اکسیژن}$$

$$(۴) \text{ تراوایی نسبت به یونها}$$

۶۱- عبور جریان از فصل مشترک فلز/محلول با کدام مقاومت همراه است و چه نامیده می شود؟

$$(۱) \text{ اهمی - فارادیک}$$

$$(۲) \text{ اهمی - پلاریزاسیون}$$

$$(۳) \text{ غیراهمی - فارادیک}$$

$$(۴) \text{ غیراهمی - پلاریزاسیون}$$

۶۲- کدام نوع خوردگی توسط جریان یک سیال درون لوله ها بیشتر اتفاق می افتد؟

$$(۱) \text{ خوردگی حفره ای}$$

$$(۲) \text{ خوردگی یکنواخت}$$

$$(۳) \text{ خوردگی گالوانیکی}$$

$$(۴) \text{ خوردگی کاویتاسیون}$$

۶۳- کدام گزینه معرف قانون بقای اوربیتال است؟

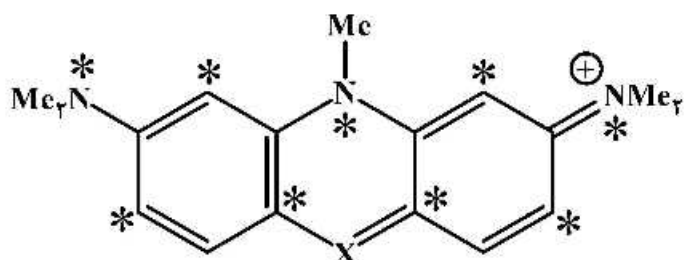
$$(۱) \text{ از ترکیب } n \text{ اوربیتال اتمی، } n \text{ اوربیتال پیوندی مولکولی تشکیل می شود.}$$

$$(۲) \text{ از ترکیب } n \text{ اوربیتال اتمی، } \frac{n}{۲} \text{ اوربیتال پیوندی و } \frac{n}{۲} \text{ اوربیتال ضد پیوندی تشکیل می شود.}$$

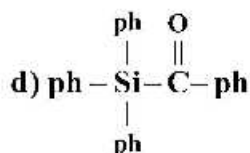
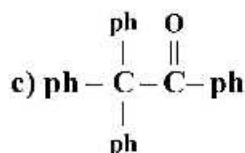
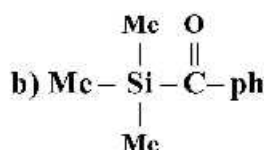
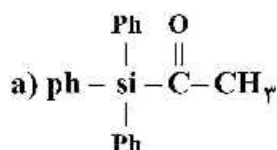
$$(۳) \text{ از ترکیب } n \text{ اوربیتال اتمی، } n-۱ \text{ اوربیتال پیوندی و } n+۱ \text{ اوربیتال ضد پیوندی تشکیل می شود.}$$

$$(۴) \text{ از ترکیب } n \text{ اوربیتال اتمی، } \frac{n}{۳} \text{ اوربیتال پیوندی، } \frac{n}{۳} \text{ اوربیتال ضد پیوندی و } \frac{n}{۳} \text{ اوربیتال غیر پیوندی تشکیل می شود.}$$

- ۶۴- کدام یک از قوانین Dewar در کاهش  $\lambda_{\max}$  برای ماده رنگزای زیر، وقتی که  $\lambda_{\max} 491 \text{ nm}$  و  $X = \text{CH}$  و  $X = \text{N}$ ،  $\lambda_{\max} 564 \text{ nm}$  صحیح است؟



- ۱) کاهش الکترونگاتیویته در یک موقعیت ستاره‌دار شیف با توکرومیک می‌دهد.
  - ۲) افزایش الکترونگاتیویته در یک موقعیت ستاره‌دار شیف هیپسوکرومیک می‌دهد.
  - ۳) افزایش الکترونگاتیویته در یک موقعیت غیر ستاره‌دار شیف با توکرومیک می‌دهد.
  - ۴) افزایش الکترونگاتیویته در یک موقعیت غیر ستاره‌دار شیف هیپسوکرومیک می‌دهد.
- ۶۵- کدام ترکیب می‌تواند در ناحیه مادون قرمز جذب داشته باشد؟
- ۱) آزوبنزن در نقطه ایزوترمیک
  - ۲) آزامروسیانین با درجه قطبیت زیاد
  - ۳) آزوبنزن حاوی گروه‌های دهنده و گیرنده قوی
  - ۴) مروسیانین با تقارن الکترونیکی بالا و سیستم مزدوج زیاد
- ۶۶- کدام گزینه ترتیب ترکیبات زیر را بر حسب افزایش طول موج ماکزیمم جذب به درستی نشان می‌دهد؟



b > a > c > d (۲)

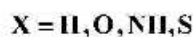
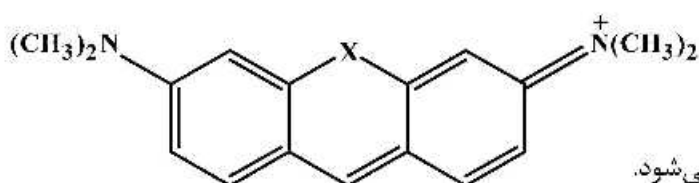
a > c > d > b (۱)

d > b > a > c (۴)

c > d > a > b (۳)

- ۶۷- اثر حلال‌پوشی منفی در مواد رنگزا در کدام مورد به درستی توصیف می‌شود؟
- ۱) در حلال‌پوشی منفی تغییری در طول موج مواد رنگزا رخ نمی‌دهد.
  - ۲) حلال‌پوشی منفی به معنای جابه‌جایی به طول موج‌های بالاتر است.
  - ۳) حلال‌پوشی منفی زمانی رخ می‌دهد که قطبیت اولین حالت تهییج یافته ماده رنگزا کمتر از حالت پایه آن است.
  - ۴) حلال‌پوشی منفی زمانی رخ می‌دهد که قطبیت اولین حالت تهییج یافته ماده رنگزا بیش‌تر از حالت پایه آن است.
- ۶۸- ایندیگو در تتراکلریدکربن قرمز و در اتانول آبی است، دلیل این تغییر رنگ کدام است؟
- ۱) ایندیگو در تتراکلریدکربن به صورت تک مولکولی و در اتانول به صورت پلیمر است.
  - ۲) ایندیگو در اتانول نوآرایی کرده و پیوند کووالانس سبب تغییر رنگ می‌شود.
  - ۳) گروه‌های کربونیل در تتراکلریدکربن سبب اثر جابه‌جایی قرمز می‌شوند.
  - ۴) گروه‌های NH در تتراکلریدکربن سبب اثر جابه‌جایی آبی می‌شوند.

۶۹- کدام جمله در مورد ترکیبات زیر صحیح است؟



(۱) پل هترواتم سبب جابه‌جایی هیپسوکرومیک می‌شود.

(۲) پل کربنی با هیبرید  $sp^2$  سبب جابه‌جایی باتوکرومیک می‌شود.

(۳) تغییر اتم کربن مرکزی به نیتروژن سبب جابه‌جایی هیپسوکرومیک می‌شود.

(۴) اتصال گروه دهنده الکترون به اتم کربن مرکزی سبب جابه‌جایی باتوکرومیک می‌شود.

۷۰- کدام گزینه در مورد ویژگی‌های گروه ایمینو و کربونیل صحیح است؟

(۱) اکسیژن یک اوربیتال  $p$  دارد و ویژگی  $s$  کاهش می‌یابد، لذا جابه‌جایی هیپسوکرومیک رخ می‌دهد.

(۲) جفت الکترون تنهای نیتروژن در هیبریداسیون  $sp^2$  است، لذا جابه‌جایی هیپسوکرومیک رخ می‌دهد.

(۳) اوربیتال  $n$  گروه ایمینو نسبت به اکسیژن دارای انرژی کم‌تری است، لذا جابه‌جایی هیپسوکرومیک رخ می‌دهد.

(۴) اوربیتال  $n$  گروه ایمینو نسبت به اکسیژن دارای انرژی بیش‌تری است، لذا جابه‌جایی هیپسوکرومیک رخ می‌دهد.

