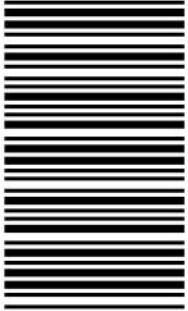


کد کنترل

515

A



515A

## آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه متمرکز) - سال ۱۴۰۰

دفترچه شماره (۱)

صبح جمعه

۹۹/۱۲/۱۵



«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می شود.»

امام خمینی (ره)

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

### رشته مهندسی پلیمر - (کد ۲۳۳۹)

مدت پاسخ گویی: 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: - شیمی فیزیک پلیمرها - پدیده‌های انتقال (رئولوژی، انتقال حرارت و انتقال جرم) * مبانی پیشرفته مهندسی پلیمر * مبانی علوم و فن آوری رنگ	۲۰	۱	۲۰
		۲۵	۲۱	۴۵
		۲۵	۴۶	۷۰

\* 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.

\* 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 پاسخنامه ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

۱- با دو برابر شدن وزن مولکولی یک پلیمر در بالاتر از آستانه گره خوردگی آن، حاصل ضرب زمان آسودگی زنجیر در مربع ضریب خود نفوذی آن در حالت مذاب چند برابر می‌شود؟

- (۱) ۱۲۸ برابر  
(۲) دو برابر  
(۳) نصف  
(۴) تغییر نمی‌کند.

۲- تنش لازم برای کشش یک قطعه لاستیکی به دو برابر طول اولیه در  $27^{\circ}\text{C}$  به طور تخمینی چقدر است؟ (چگالی

گره‌های شیمیایی قطعه  $10^{-4}$  مول بر سانتی‌متر مکعب،  $R$  برابر  $\frac{\text{J}}{\text{mol}^{\circ}\text{K}}$  (۸)

- (۱) ۱/۹۲ پاسکال  
(۲) ۱/۹۲ مگاپاسکال  
(۳) ۱/۶۸ پاسکال  
(۴) ۱/۶۸ مگاپاسکال

۳- مشخصه حلالیت یک پلیمر خطی و یک پلیمر شبکه‌ای، به ترتیب از بیشینه چه مشخصاتی بر حسب مشخصه حلالیت حلال استنتاج می‌شود و نسبت آن‌ها چه واحدی دارد؟

- (۱) گرانروی ذاتی، مقدار حلال جذب شده بر گرم پلیمر، بی‌بعد  
(۲) مقدار حلال جذب شده بر گرم پلیمر، گرانروی ذاتی، بی‌بعد  
(۳) گرانروی ذاتی، مقدار حلال جذب شده بر گرم پلیمر، سانتی‌متر مکعب بر گرم  
(۴) گرانروی ذاتی، مقدار حلال جذب شده بر گرم پلیمر، گرم بر سانتی‌متر مکعب

۴- اگر منحنی  $\Delta G$  یک آلیاژ پلیمری در دما و فشار مشخص، بر حسب ترکیب درصد پلیمر دوم در دو آمیزه ۲۵ و ۷۵ درصد مماس مشترک داشته باشد، رفتار ترمودینامیکی آمیزه ۳۵ درصدی تک‌فاز از پلیمر دوم به ترتیب پس از دو ثانیه و ۵ سال کدام است؟

- (۱) تک‌فاز و تک‌فاز  
(۲) تک‌فاز و دو‌فاز  
(۳) دو‌فاز و تک‌فاز  
(۴) دو‌فاز و دو‌فاز

۵- برای پلیمری وینیلی با نسبت مشخصه  $10$ ، وزن مولکولی منومر  $100$  گرم بر مول، جذر نسبت مربع شعاع ژیراسیون به وزن مولکولی پلیمر چقدر است؟

- (۱)  $\sim 0/05$   
(۲)  $\sim 0/22$   
(۳)  $\sim 2/2$   
(۴)  $\sim 22$

۶- سرعت ماکزیمم برای یک سیال غیر نیوتنی که از میان دو صفحه موازی عبور می کند، برابر کدام گزینه است؟  
( $m$  و  $n$  به ترتیب ثابت پایداری و توان پاور لا سیال هستند.)

$$V_{\max} = \frac{n\Delta p}{m(n+1)L} \left(\frac{H}{2}\right)^{\frac{n}{n+1}} \quad (1)$$

$$V_{\max} = \frac{(n+1)\Delta p}{mnL} \left(\frac{H}{2}\right)^{\frac{n}{n+1}} \quad (2)$$

$$V_{\max} = \frac{(n+1)\Delta p}{mnL} \left(\frac{H}{2}\right)^{\frac{n+1}{n}} \quad (3)$$

$$V_{\max} = \frac{n\Delta p}{m(n+1)L} \left(\frac{H}{2}\right)^{\frac{n+1}{n}} \quad (4)$$

۷- اگر مذاب پلیمری بین دو صفحه یک ریومتر مخروط و صفحه در حال برش باشد، اختلاف دما در مرکز فاصله بین دو صفحه و هر کدام از صفحات با دو برابر شدن فاصله بین صفحات چه تغییری می کند؟  
(۱) دو برابر می شود. (۲) سه برابر می شود. (۳) چهار برابر می شود. (۴) هشت برابر می شود.

۸- تنش در یک دای تولید روکش سیم بر حسب شعاع  $r$  کدام است؟ ( $C$  ثابت است.)

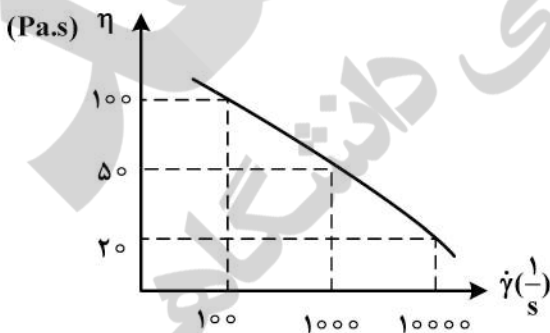
$$Cr \quad (1)$$

$$\frac{C}{r} \quad (2)$$

$$\frac{C}{r^2} \quad (3)$$

$$\frac{C}{\ln(r)} \quad (4)$$

۹- نمودار تغییرات ویسکوزیته بر حسب نرخ برش برای یک رنگ به صورت زیر است. در حین رنگ زدن سطح، قلم مو با سرعت  $0.2 \frac{m}{s}$  با فاصله  $200 \mu m$  از سطح اعمال می گردد. مقدار تنش وارده بر رنگ در این شرایط چند پاسکال است؟



$$3 \times 10^4 \quad (1)$$

$$4 \times 10^4 \quad (2)$$

$$5 \times 10^4 \quad (3)$$

$$6 \times 10^4 \quad (4)$$

۱۰- در یک آلیاژ پلیمری با مورفولوژی قطره - ماتریس با کاهش اندازه قطرات و کاهش کشش بین سطحی قطرات، زمان آسودگی قطرات (relaxation time) چه تغییر می نمایند؟

(۱) کاهش، افزایش

(۲) افزایش، کاهش

(۳) کاهش، کاهش

(۴) افزایش، افزایش

- ۱۱- در محاسبه عدد ناسلت، برای جریان هوا روی یک صفحه فولادی، مقدار ضریب هدایت رسانشی مورد استفاده کدام است؟  
 (۱) متوسط مقادیر هوا و فولاد  
 (۲) برای هوا  $0.02 \text{ W/m.K}$   
 (۳) برای فولاد  $30 \text{ W/m.K}$   
 (۴) در محاسبه عدد ناسلت ضریب هدایت رسانشی لازم نیست.

- ۱۲- جسمی کوچک با ضریب نشر  $0.1$  در یک اتاق با دمای  $27^\circ\text{C}$  قرار دارد که ضریب انتقال حرارت جابه جایی در آن  $1 \text{ W/m}^2.\text{K}$  است. اگر انتقال گرمای همرفت و تابشی برابر باشند، کدام رابطه بیانگر دمای جسم می تواند باشد؟  
 (σ ثابت بولتزمن است.)

$$(1) \quad 0.8T^4 - T = 115/2$$

$$(2) \quad T^4 - 0.8T = 100/7$$

$$(3) \quad T - 0.8\sigma T^4 = 245/1$$

$$(4) \quad T(1 - \sigma T^4) = 173/4$$

- ۱۳- پره هایی که ..... دمای پره در طول آن، نزدیک تر به دمای سیال اطرافش است.

- (۱) طول کوتاه تری دارند  
 (۲) ضریب هدایت حرارتی خیلی کمی دارند  
 (۳) تفاوت دمای پایه تا نوک کمتری دارند  
 (۴) ضریب هدایت حرارتی خیلی بیشتری دارند

- ۱۴- ضریب شکل هدایت (رسانش) حرارتی برای یک پوسته کروی با شعاع سطوح درونی و بیرونی  $r_1$  و  $r_2$  کدام است؟

$$(1) \quad \frac{4\pi r_1 r_2}{\ln(r_2/r_1)}$$

$$(2) \quad \frac{4\pi r_1^2 r_2^2}{r_1 - r_2}$$

$$(3) \quad \frac{4\pi r_1^2 r_2^2}{r_1^2 - r_2^2}$$

$$(4) \quad \frac{4\pi r_1 r_2}{(r_2 - r_1)}$$

- ۱۵- در یک جسم نسبت مقدار تولید گرمای یکنواخت به مقدار ضریب هدایت گرمایی آن  $1 \frac{^\circ\text{C}}{\text{m}}$  و توزیع دمای آن در

لحظه  $t_1$  به صورت  $T = 3x^2 + 2y^2 + z^2$  است. در این لحظه، تغییرات دما نسبت به زمان کدام است؟  
 (α ضریب پخش گرمایی جسم است.)

$$(1) \quad 6\alpha$$

$$(2) \quad 13\alpha$$

$$(3) \quad \frac{10}{\alpha}$$

$$(4) \quad \frac{\alpha}{7}$$

- ۱۶- برای جریان توربولنت در لوله، تقریب زیر برای محاسبه ضریب اصطکاک (f) در اعداد رینولدز بالا مناسب است:

$$f = 0.08 \text{Re}^{-0.25}$$

کدام رابطه برای عدد بدون بعد شروود (Sh) برقرار می باشد؟ (Sc: عدد بدون بعد اشمیت)

$$(1) \quad \text{Sh} = 0.04 \text{Re}^{0.75} \text{Sc}^{-0.25}$$

$$(2) \quad \text{Sh} = 0.08 \text{Re}^{0.75} \text{Sc}^{-0.25}$$

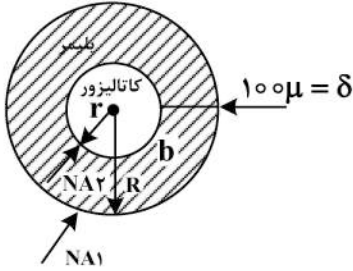
$$(3) \quad \text{Sh} = 0.04 \text{Re}^{0.75} \text{Sc}^{0.33}$$

$$(4) \quad \text{Sh} = 0.08 \text{Re}^{0.75} \text{Sc}^{0.33}$$



۱۷- یک دانه کاتالیزور زیگلر ناتا به صورت کره‌ای نفوذناپذیر در نظر گرفته می‌شود. مونومراتیلین روی سطح کره واکنش داده و یک لایه پلی‌اتیلن تشکیل می‌شود. در حالت پایدار اتیلن از میان لایه پلیمری عبور کرده به سطح کاتالیزور می‌رسد، واکنش داده و از سطح دور می‌شود. اگر شار نفوذ اتیلن روی سطح لایه پلی‌اتیلن  $\frac{\text{mol}}{\text{mm}^2 \cdot \text{s}}$  باشد، شار

نفوذ اتیلن روی سطح کاتالیزور چند  $\frac{\text{mol}}{\text{mm}^2 \cdot \text{s}}$  است؟ ( شعاع دانه کاتالیزور  $5 \mu\text{m}$  و ضخامت لایه پلیمری را  $100 \mu\text{m}$  در نظر بگیرید.)



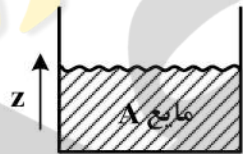
- /۲ (۱)
- /۴ (۲)
- /۷ (۳)
- /۹ (۴)

۱۸- ضریب انتقال جرم متیل متاکریلات در متانل  $k_x = 3 \times 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{cm}^2 \cdot \text{s}}$  و در هوا  $k_p = 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{cm}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{atm}}$  و معادله تعادلی  $y^* = \frac{1}{2}x + 0.47$  است. فشار محیط را  $1 \text{atm}$  در نظر بگیرید. ضریب کلی انتقال جرم فاز مایع ( $K_x$ ) در

تقطیر متیل متاکریلات و متانل چند  $\frac{\text{mol}}{\text{mm}^2 \cdot \text{s}}$  است؟

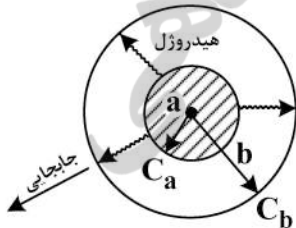
- $5 \times 10^{-4}$  (۱)
- $5 \times 10^{-5}$  (۲)
- $8 \times 10^{-4}$  (۳)
- $8 \times 10^{-5}$  (۴)

۱۹- در یک ظرف شیشه‌ای مانند شکل زیر، مایع A در حال تبخیر شدن به داخل هوا (B) است. در بالای این ظرف جریان از هوای مرطوب با جزء مولی  $x_A$  در جریان است. توزیع غلظت A در هوای داخل ظرف شیشه‌ای به چه صورت است؟ ( $C_1, C_2$  ثوابت انتگرال)



- (۱) به صورت ثابت  $x_A = C$
- (۲) به صورت خطی  $x_A = C_1 z + C_2$
- (۳) به صورت مجذور  $x_A = C_1 z^2 + C_2 z + 1$
- (۴) به صورت لگاریتمی  $\ln(1 - x_A) = C_1 z + C_2$

۲۰- از یک ذره هیدروژل تو خالی کروی برای رهائش داروی سرطان استفاده می‌شود. محلول آبی داروی ضدسرطان در هسته خالی کرده بارگذاری شده و درون بافت سرطانی تزریق می‌شوند. دارو پس از رهائش در محیط سرطانی توسط جریان جابجایی با ضریب انتقال جرم  $k_c$  دور می‌شود. شرایط مرزی کدام است؟



(۱)  $\text{at } r = a, C_A = C_a$  ;  $\text{at } r = b, -D_A \frac{dC_A}{dr} \Big|_{r=b} = k(C_b - \circ)$

- (۲)  $\text{at } r = a, C_A = C_a$  ;  $\text{at } r = b, C_A = C_b$
- (۳)  $\text{at } r = a, C_A = kC_a$  ;  $\text{at } r = b, C_A = C_b$
- (۴)  $\text{at } r = a, C_A = C_a$  ;  $\text{at } r = b, C_A = kC_b$

مبانی پیشرفته مهندسی پلیمر

- ۲۱- بررسی  $\chi N$  بحرانی یک نانوکامپوزیت با زمینه آلیاژی پلیمری با نانوذره شبیه پلیمر A با ترکیب درصد ۲۵ و ابعاد بزرگ‌تر از ابعاد منومر، در صورت افزایش غلظت منشأ چه تغییر ترمودینامیکی است، چرا؟
- (۱) تشدید سازگاری به دلیل نزدیک شدن به ترکیب درصد میانی است.
  - (۲) تشدید سازگاری از طریق کیسوله شدن نانوذرات در پلیمرها است.
  - (۳) تشدید ناسازگاری به دلیل نزدیک شدن به ترکیب درصد میانی است.
  - (۴) تغییری صورت نمی‌گیرد.
- ۲۲- برطبق معادله حالت فلوری - اوروال - ریچ (FOV) با افزودن  $\chi$  حجم آزاد به  $\chi$  برهم‌کنشی چه تغییری در پنجره سازگاری نمونه مشاهده می‌شود؟
- (۱) پنجره سازگاری محدودتر
  - (۲) پنجره سازگاری پهن‌تر اما با تغییر علامت  $\chi$
  - (۳) حذف پنجره سازگاری و تغییر علامت  $\chi$
  - (۴) پنجره سازگاری محدودتر اما با تغییر علامت  $\chi$
- ۲۳- رابطه انعطاف‌پذیری ترمودینامیکی ( $\Delta U$ ) یا  $\ell_p$  انعطاف‌پذیری سینتیکی  $\varepsilon_j$  یا  $\tau_p$  زنجیر پلیمر، کدام است؟
- $$\tau_p = \frac{\tau_0}{\ell_0} \ell_p \exp\left(\frac{\varepsilon_j}{KT}\right) \quad (۱)$$
- $$\tau_p = \frac{\tau_0}{\ell_0} \ell_p \exp\left(\frac{\varepsilon_j}{KT}\right) \quad (۲)$$
- $$\tau_p = \tau_0 \ell_p \exp\left(\frac{\varepsilon_j}{KT}\right) \quad (۳)$$
- $$\tau_p = \ell_0 \ell_p \exp\left(\frac{\varepsilon_j}{KT}\right) \quad (۴)$$
- ۲۴- 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) جذب بخش با وزن مولکولی بالا به لایه سطحی و کاهش وزن مولکولی زنجیرهای زمینه با LCST پایین‌تر و جدایی متمایزتر
  - (۲) جذب بخش با وزن مولکولی پایین به لایه سطحی و افزایش وزن مولکولی زنجیرهای زمینه با LCST پایین‌تر و افزایش تمایز فازها
  - (۳) جذب بخش با وزن مولکولی پایین به لایه سطحی و افزایش وزن مولکولی زنجیرهای زمینه با LCST پایین‌تر و کاهش تمایز فازها
  - (۴) جذب بخش با وزن مولکولی پایین به لایه سطحی و افزایش وزن مولکولی زنجیرهای زمینه با LCST بالاتر و کاهش تمایز فازها
- ۲۵- تفاوت SAXS و WAXS از منظر شناسایی نظم چیست و کاربرد توآمان آن‌ها بر مذاب پلیمری از چه سازوکاری حمایت می‌کند؟
- (۱) SAXS نظم بلند دامنه، WAXS نظم کوتاه دامنه و توآمان از هسته‌گذاری با سازوکار تجزیه اسپینودال حمایت می‌کنند.
  - (۲) SAXS نظم کوتاه دامنه، WAXS نظم بلند دامنه و توآمان از هسته‌گذاری با سازوکار تجزیه اسپینودال حمایت می‌کنند.
  - (۳) SAXS نظم بلند دامنه، WAXS نظم کوتاه دامنه و توآمان از هسته‌گذاری با سازوکار هسته‌گذاری و رشد حمایت می‌کنند.
  - (۴) SAXS نظم کوتاه دامنه، WAXS نظم بلند دامنه و توآمان از هسته‌گذاری با سازوکار هسته‌گذاری و رشد حمایت می‌کنند.

۲۶- اگر ویسکوزیته مذاب پلیمری در قسمت انتقال مذاب اکسترودری تک پیچه تابعی از جهت عمود بر کانال به- صورت معادله زیر باشد:

$$\mu = \mu_s \left[ 1 - (1 - r_u) \frac{y}{H} \right]$$

در این معادله  $r_u = \frac{\mu_b}{\mu_s}$  و  $\mu_b$  و  $\mu_s$  به ترتیب ویسکوزیته بر روی سطح سیلندر و ماریچ هستند. در این حالت

معادله موازنه اندازه حرکت برای به دست آوردن توزیع سرعت، کدام است؟

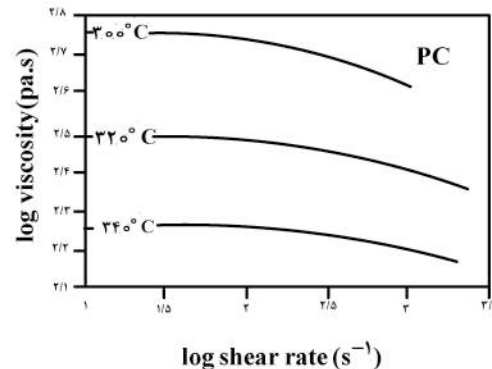
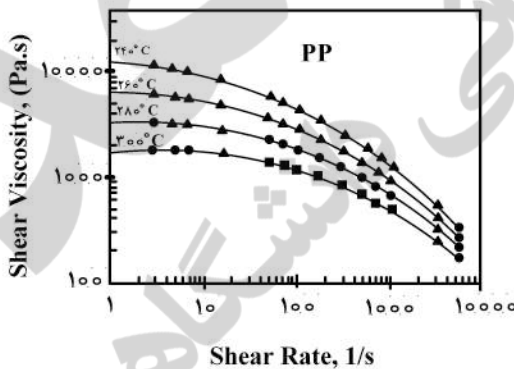
$$\frac{d^2 v_z}{dy^2} \frac{(1 - r_u)}{\left[ 1 - (1 - r_u) \frac{y}{H} \right] H} \frac{dv_z}{dy} = \frac{\partial P / \partial z}{\frac{y}{H}} \quad (1)$$

$$\frac{d^2 v_z}{dy^2} \frac{r_u}{\left[ 1 - (1 - r_u) \frac{y}{H} \right] H} \frac{dv_z}{dy} = \frac{\partial P / \partial z}{\mu_s \left[ 1 - (1 - r_u) \frac{y}{H} \right]} \quad (2)$$

$$\frac{d^2 v_z}{dy^2} \frac{1}{\left[ 1 - (1 - r_u) \frac{y}{H} \right] H} \frac{dv_z}{dy} = \frac{\partial P / \partial z}{\mu_s \left[ 1 - (1 - r_u) \frac{y}{H} \right]} \quad (3)$$

$$\frac{d^2 v_z}{dy^2} \frac{(1 - r_u)}{\left[ 1 - (1 - r_u) \frac{y}{H} \right] H} \frac{dv_z}{dy} = \frac{\partial P / \partial z}{\mu_s \left[ 1 - (1 - r_u) \frac{y}{H} \right]} \quad (4)$$

۲۷- از یک اکسترودر تک ماریچه با قطر ماریچ ۹۰ mm برای تولید آلیاژ پلی‌کربنات/پلی‌پروپیلن استفاده می‌شود. در این فرایند سرعت ماریچ ۱۲۰ rpm، عمق کانال در قسمت انتقال مذاب ۴/۵ mm، دمای فرایند بطور متوسط برابر ۳۰۰°C و انرژی سطحی بین دو پلیمر برابر با ۱۲ N/m است. با توجه به منحنی‌های رئولوژی داده شده کدام مورد نتیجه می‌دهد؟ ( $\pi = 3$ )



- ۱) تولید آلیاژ حاوی ۲۰٪ وزنی از پلی‌پروپیلن به صورت مورفولوژی قطره - ماتریس امکان‌پذیر است و اندازه فاز متفرق برابر است با ۱/۶ میکرومتر.
- ۲) تولید آلیاژ حاوی ۲۰٪ وزنی از پلی‌پروپیلن به صورت مورفولوژی قطره - ماتریس امکان‌پذیر نیست.
- ۳) تولید آلیاژ حاوی ۲۰٪ وزنی از پلی‌پروپیلن به صورت مورفولوژی قطره - ماتریس امکان‌پذیر است و اندازه فاز متفرق برابر است با ۲/۳ میکرومتر.
- ۴) تولید آلیاژ حاوی ۲۰٪ وزنی از پلی‌پروپیلن به صورت مورفولوژی قطره - ماتریس امکان‌پذیر است و اندازه فاز متفرق برابر است با ۵/۴ میکرومتر.



- ۲۸- کدام گزینه در مورد مدل پالیرنه (palierne) برای پیشگویی رفتار رئولوژی آلیاژهای پلیمری درست نیست؟
- ۱) در این مدل اثر اندازه ذره و توزیع فاز متفرق در نظر گرفته شده است.
  - ۲) از این مدل می‌توان انرژی سطحی بین دو فاز در دمای اختلاط را بدست آورد.
  - ۳) در این مدل اثر کلوخه‌ای شدن (agglomeration) فاز متفرق در نظر گرفته شده است.
  - ۴) این مدل می‌تواند برای سیالات با رفتار گرانبوکشان خطی (linear viscoelastic) به کار رود.
- ۲۹- کدام جمله در مورد طراحی مارپیچ مانع (Barrier Screw) در قسمت ذوب شدن اکسترودر تک مارپیچه صحیح نیست؟
- ۱) این طراحی موجب افزایش دبی اکسترودر می‌شود.
  - ۲) در این طراحی مواد جامد و مذاب کاملاً از هم جدا می‌شوند.
  - ۳) عموماً طول قسمت ذوب شدن با این طراحی افزایش می‌یابد.
  - ۴) در این طراحی مقداری اختلاط نیز علاوه بر ذوب شدن انجام می‌گیرد.
- ۳۰- در کامپوزیت‌های به شدت پر شده با ذرات کروی جامد با اندازه میکرو، کدام گزینه در خصوص میزان حداکثر تراکم‌پذیری ( $\phi_m$ ) صحیح است؟
- ۱) با افزایش میزان تنش اعمال شده در فرایند اختلاط میزان  $\phi_m$  افزایش می‌یابد.
  - ۲) با افزایش ویسکوزیته مذاب مقدار  $\phi_m$  کاهش می‌یابد.
  - ۳) با کاهش ویسکوزیته مذاب مقدار  $\phi_m$  افزایش می‌یابد.
  - ۴) با کاهش اندازه ذرات مقدار  $\phi_m$  افزایش می‌یابد.
- ۳۱- در واکنش پلیمریزاسیون به روش امولسیون مطابق با تئوری اسمیت اوارت کدام گزینه در خصوص تعداد و ابعاد ذرات تشکیل شده در مراحل مختلف درست است؟ (دانسیته مونومر و پلیمر برابر فرض می‌شود.)
- ۱) در هر سه مرحله افزایش تعداد و ابعاد ذرات رخ می‌دهد.
  - ۲) در مراحل اول و دوم شاهد افزایش تعداد ذرات و در مرحله سوم شاهد رشد آن‌ها هستیم.
  - ۳) در مرحله اول شاهد افزایش تعداد ذرات و در مرحله دوم و سوم شاهد رشد آن‌ها هستیم.
  - ۴) در مرحله اول شاهد افزایش تعداد ذرات، در مرحله دوم شاهد رشد آن‌ها هستیم و در مرحله سوم تعداد و ابعاد ذرات ثابت هستند.
- ۳۲- برای تهیه امولسیون وارون (w/o) از کدام امولسیفایر و با کدام میزان HLB استفاده می‌شود؟
- ۱) امولسیفایر محلول در آب با  $HLB < 8$
  - ۲) امولسیفایر محلول در آب با  $HLB > 8$
  - ۳) امولسیفایر محلول در روغن با  $HLB < 8$
  - ۴) امولسیفایر محلول در روغن با  $HLB > 8$
- ۳۳- در پلیمریزاسیون‌های رسوبی سینتیک واکنش چگونه است؟
- ۱) به این دلیل که واکنش از ابتدا دو فازی می‌شود، دارای دو سینتیک: ابتدا توده‌ای و سپس امولسیون‌ی است.
  - ۲) بسته به عملکرد عوامل فعال سطحی خاص آن از سینتیک پلیمریزاسیون‌های ذره‌ای پیروی می‌کند.
  - ۳) همانند واکنش‌های توده‌ای بوده و لیکن سرعت کلی واکنش مجموع سرعت دو فاز غنی از پلیمر و غنی از مونومر است.
  - ۴) باتوجه به این نکته که همانند پلیمریزاسیون امولسیون‌ی دارای سه مرحله هسته‌گذاری، پایا و نیمه اشباع است، از سینتیک پلیمریزاسیون‌های امولسیون‌ی پیروی می‌کند.



۳۴- محدوده اندازه ذرات پلیمریزاسیون‌های پراکنشی در چه محدوده‌ای است؟

- (۱) ۲۵ نانومتر تا ۱ میکرون  
 (۲) ۱۰ نانومتر تا ۱ میلی‌متر  
 (۳) ۱ میکرون تا ۲ میلی‌متر  
 (۴) ۱/۱۰ - ۱ میکرون

۳۵- در پلیمریزاسیون‌های تعلیقی کدام رابطه طول کولموگروف را مشخص می‌کند؟

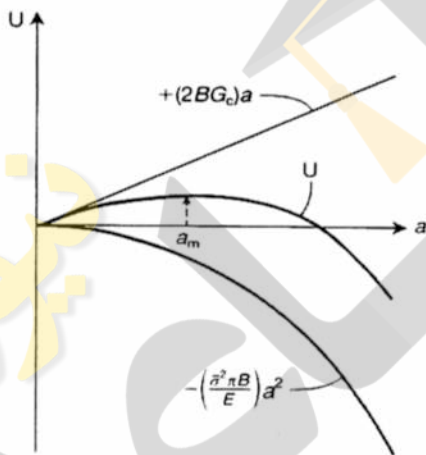
$$\varepsilon = c_p N^{\frac{1}{2}} d_p^{\frac{1}{2}} \quad (۱)$$

$$\eta = \left( \frac{v^{\frac{1}{2}}}{\varepsilon} \right)^{\frac{1}{4}} \quad (۲)$$

$$d_{p, \text{avg}} = \frac{\sum n_i d_i^3}{\sum n_i d_i^2} \quad (۳)$$

$$d_w = \frac{\sum n_i d_i^4}{\sum n_i d_i^3} \quad (۴)$$

۳۶- شکل زیر تغییرات انرژی (U) در مقابل شعاع ترک (a) برای صفحه‌ای عریض (B) در مقابل اعمال تنش ثابت را نشان می‌دهد. کدام گزینه نادرست است؟



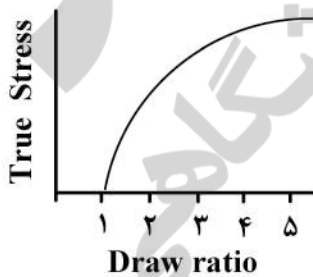
(۱) عبارت  $2BG_c a$  مقدار کار لازم برای تشکیل ترک هست.

(۲) عبارت  $\frac{\sigma^2 \pi a^2 B}{E}$  مقدار انرژی کرنش الاستیک را نشان می‌دهد.

(۳) برای  $a < a_m$  ترک تا گسیختگی صفحه به انتشار خود ادامه می‌دهد.

(۴) برای  $a < a_m$  ترک پایدار هست و گسیختگی در صفحه اتفاق نمی‌افتد.

۳۷- شکل مقابل نمودار تنش حقیقی (True stress) در مقابل نسبت کشش (Draw ratio) یک ماده پلیمری را نشان می‌دهد. کدام مورد در خصوص این ماده پلیمری صحیح است؟



(۱) استعداد گردنی شدن (necking) ندارد.

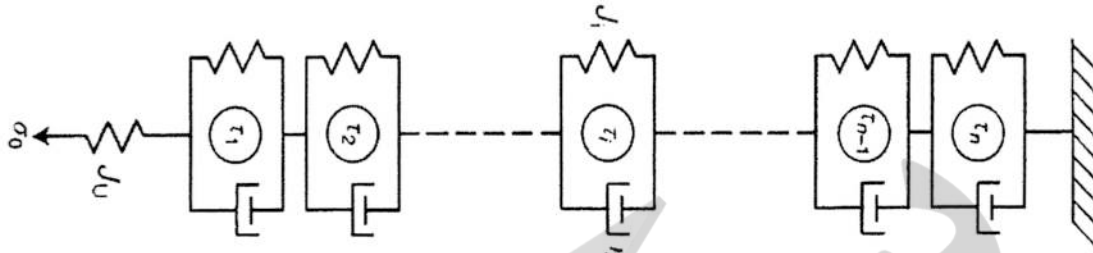
(۲) تسلیم (yielding) و گردنی شدن (necking) ناپایدار نشان می‌دهد.

(۳) تسلیم (yielding) و گردنی شدن (necking) پایدار نشان می‌دهد.

(۴) برای قضاوت درباره تسلیم و گردنی شدن، باید از منحنی تنش مهندسی در مقابل کرنش مهندسی استفاده نمود.

۳۸- یک مدل برای ماده پلیمری با رفتار گرانو کشسان (viscoelastic) در حالت برشی به صورت شکل و شرایط زیر است.

$$n = 2, J_u = J_o, J_1 = 2J_o, \tau_1 = \tau_o, J_2 = 3J_o, \tau_2 = 2\tau_o$$



مقدار کامپلیانس بعد از اعمال تنش ثابت به مدت  $t = 3\tau_o$  چه مقدار است؟

- (۱)  $1/5 J_o$
- (۲)  $4/32 J_o$
- (۳)  $5/23 J_o$
- (۴)  $6/34 J_o$

۳۹- گونه ای از پلی پروپیلن کامپلیانس خزش در دمای  $20^\circ C$  را به صورت معادله زیر نشان می دهد:

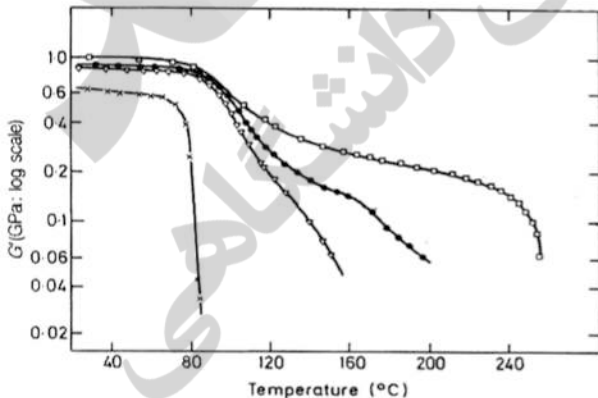
$$D(t) = 1/2 t^{0.1} \text{ GPa}^{-1}$$

در این معادله  $t$  بر حسب ساعت است.

این ماده در دو چرخه دمایی ۱۰ ساعت در  $20^\circ C$  و ۵ دقیقه در  $50^\circ C$  تحت بار  $100 \text{ N}$  قرار می گیرد. مقدار کرنش خزشی پس از اعمال این شرایط دمایی کدام است؟ (مقدار  $\log a_T$  برای دمای  $50^\circ C$  برابر  $-2/2$  است.)

- (۱)  $43/5 \times 10^{-7}$
- (۲)  $60 \times 10^{-6}$
- (۳)  $36 \times 10^{-5}$
- (۴)  $54 \times 10^{-4}$

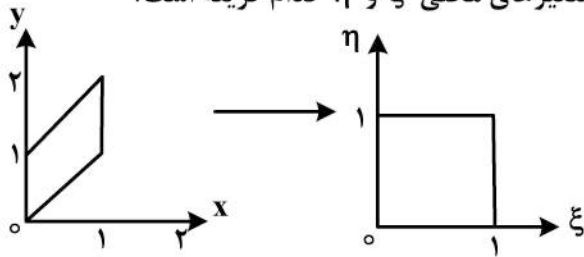
۴۰- شکل زیر تغییرات مدول الاستیک برای یک ماده پلیمری را با چند رفتار متفاوت نشان می دهد. دلیل تغییر رفتار



مدول الاستیک در این حالات ناشی از کدام مورد است؟

- (۱) تغییرات مقدار اتصالات عرضی در ماده پایه با استفاده از سامانه های مختلف پخت.
- (۲) تغییرات مقدار بلورینگی در ماده پایه به علت اعمال سامانه های سرمایش مختلف.
- (۳) آلیاژ کردن پلیمر پایه با پلیمری ناسازگار در سه سطح مختلف.
- (۴) اضافه کردن ذرات نانو پلیمر پایه در سه سطح مختلف.

۴۱- شکل زیر یک المان ناهمگون را نشان می‌دهد، ارتباط  $x$  با متغیرهای محلی  $\xi$  و  $\eta$  کدام گزینه است؟



$$x = \eta \quad (1)$$

$$x = \xi \quad (2)$$

$$x = \xi\eta \quad (3)$$

$$x = \xi(1 - \eta) \quad (4)$$

۴۲- کدام مورد به استفاده از روش نیوتن-رفسن نسبت به روش تکرارشونده ساده برای حل معادلات غیرخطی ترجیح داده می‌شود؟

- (۱) سرعت همگرایی دو روش با هم برابر بوده، ولی نیوتن-رفسن به محاسبات کمتری نیاز دارد.
  - (۲) سرعت همگرایی دو روش با هم برابر بوده، ولی روش نیوتن-رفسن به مقدار حدس اولیه وابسته نیست.
  - (۳) سرعت همگرایی آن از درجه دوم است، درحالی‌که روش تکرارشونده ساده دارای سرعت همگرایی درجه  $\frac{1}{2}$  است.
  - (۴) سرعت همگرایی آن از درجه دوم است، درحالی‌که روش تکرارشونده ساده دارای سرعت همگرایی درجه ۱ است.
- ۴۳- در حل معادله دیفرانسیل با روش گلرکین المان محدود:

$$\frac{d}{dx} \left( x \frac{dU}{dx} \right) + q = 0$$

$$x = 2 \Rightarrow U = 0 \quad \& \quad x = 9 \Rightarrow U = 2$$

اعضا ماتریس ضرایب عبارت است از:

$$A_{ij} = \int x \frac{d\phi_i}{dx} \frac{d\phi_j}{dx} dx$$

در دیدگاه محلی پس اعمال انتگرال گیری گوس،  $A_{ij}$  برابر کدام گزینه است؟

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

$$A_{ij} = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^N w_k \left( \frac{1}{\Delta x} + e^{-1 + \frac{g_k + 1}{2}} \right) \left| \frac{d\phi_i}{d\xi} \frac{d\phi_j}{d\xi} \right|_{\frac{g_k + 1}{2}} \quad (2)$$

$$A_{ij} = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^N w_k \left( \frac{2}{\Delta x} + e^{-1 + \frac{g_k + 1}{2}} \right) \left| \frac{d\phi_i}{d\xi} \frac{d\phi_j}{d\xi} \right|_{\frac{g_k + 1}{2}} \quad (3)$$

$$A_{ij} = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^N w_k \left( \frac{3}{\Delta x} + e^{-1 + \frac{g_k + 1}{2}} \right) \left| \frac{d\phi_i}{d\xi} \frac{d\phi_j}{d\xi} \right|_{\frac{g_k + 1}{2}} \quad (4)$$



۴۴- اگر از روش المان محدود و انتگرال گیری گوس (Gaussians quadrature) دو نقطه‌ای استفاده شود، برای معادله کدام گزینه، جواب بر جواب تحلیلی منطبق خواهد شد؟

$$\frac{d}{dx} \left( \frac{dT}{dx} \right) + q = 0 \quad (۱)$$

$$\frac{d}{dx} \left( \frac{dT}{dx} \right) + qe^x = 0 \quad (۲)$$

$$\frac{d}{dx} \left( \frac{dT}{dx} \right) + qx^4 = 0 \quad (۳)$$

$$\frac{d}{dx} \left( \frac{dT}{dx} \right) + q\sqrt{x} = 0 \quad (۴)$$

۴۵- در حل معادله دیفرانسیل به روش المان‌های محدود و با استفاده از منطق حداقل مربعات (Least square)، تابع وزنی کدام گزینه است؟

$$\frac{d}{dx} \left( x \frac{dT}{dx} \right) + q = 0$$

$$x = 0 \Rightarrow T = T_a \quad \& \quad x = 1 \Rightarrow T = T_b$$

q پارامتر است.

$$w_i = \varphi_i \quad (۱)$$

$$w_i = \frac{d\varphi_i}{dx} \quad (۲)$$

$$w_i = x\varphi_i + \frac{d^2\varphi_i}{dx^2} \quad (۳)$$

$$w_i = x \frac{d^2\varphi_i}{dx^2} + \frac{d\varphi_i}{dx} \quad (۴)$$

### مبانی علوم و فن آوری رنگ

۴۶- در یک سامانه کوپلیمریزاسیون رادیکالی دو منومری،  $r_1 = 0.6$  و  $r_2 = 0.4$  است. اگر کسر مولی اولیه منومر اول در خوراک ورودی برابر با  $0.5$  باشد، انتظار می‌رود در درجات تبدیل کم با پیشرفت واکنش، کسر مولی لحظه‌ای منومر اول در کوپلیمر تولیدی چه تغییری کند؟

(۱) افزایش یابد.

(۲) کاهش یابد.

(۳) در یک مقدار مشخص ثابت بماند.

(۴) با اطلاعات مسأله نمی‌توان تعیین کرد.

۴۷- در پلیمریزاسیون رادیکالی منومر (M) در حضور عامل انتقال زنجیر (T) کدام رابطه داده شده صحیح است؟ (فرض می‌شود تنها انتقال به عامل مربوطه صورت می‌گیرد و از انتقال‌های دیگر صرف نظر می‌شود). [T] غلظت

اولیه عامل انتقال زنجیر بوده و  $C_T = \frac{k_{tr}}{k_p}$  و  $k_{tr}$  ثابت سرعت انتقال به عامل انتقال زنجیر است.

$$\frac{[T]}{[T]_0} = C_T \frac{[M]}{[M]_0} \quad (۲)$$

$$\frac{[T]}{[T]_0} = C_T \frac{[M]}{[M]_0} \quad (۱)$$

$$\frac{[T]}{[T]_0} = \left( \frac{[M]}{[M]_0} \right)^{C_T} \quad (۴)$$

$$\frac{[T]}{[T]_0} = \left( \frac{[M]}{[M]_0} \right)^{C_T} \quad (۳)$$

- ۴۸- در مورد سینتیک واکنش پلیمریزاسیون رادیکالی یک منومر، کدام گزینه صحیح است؟  
 (۱) سرعت واکنش با نسبت توان یک غلظت منومر و غلظت شروع کننده و ثابت سرعت رشد ( $k_p$ ) افزایش می یابد.  
 (۲) سرعت واکنش با نسبت توان یک غلظت منومر و غلظت شروع کننده و معکوس ثابت سرعت رشد ( $k_p$ ) افزایش می یابد.  
 (۳) سرعت واکنش با نسبت توان یک غلظت منومر و ثابت سرعت رشد ( $k_p$ ) و توان  $\frac{1}{4}$  غلظت شروع کننده افزایش می یابد.  
 (۴) سرعت واکنش با نسبت توان یک غلظت منومر و توان  $\frac{1}{4}$  غلظت شروع کننده و معکوس ثابت سرعت ( $k_p$ ) رشد افزایش می یابد.

۴۹- سرعت واکنش در کدام دسته از رزین های آمینوپلاست بالاتر است؟

(۱) High IMINO

(۲) Low IMINO

(۳) Highly Alkylated

(۴) Partially Alkylated

- ۵۰- جهت ساخت یک پوشش پودری هیبریدی از یک رزین پلی استر با عدد اسیدی  $100$  (میلی گرم KOH بر گرم) و یک رزین اپوکسی با اکی والان وزنی  $561$  استفاده شده است. نسبت وزنی رزین اپوکسی به رزین پلی استر کدام است؟  
 (۱)  $30$  به  $70$   
 (۲)  $40$  به  $60$   
 (۳)  $50$  به  $50$   
 (۴)  $60$  به  $40$

- ۵۱- دمای انتقال از حالت شیشه ای مخلوط رزینی الکید/نیتروسولوز شامل  $40\%$  درصد وزنی الکید با  $T_g = -73^\circ\text{C}$  و  $60\%$  درصد رزین نیتروسولوز با  $T_g = +27^\circ\text{C}$  چند درجه است؟

(۱)  $+23^\circ\text{C}$

(۲)  $+13^\circ\text{C}$

(۳)  $-13^\circ\text{C}$

(۴)  $-23^\circ\text{C}$

- ۵۲- جهت ساخت یک رزین پلی استر از  $2$  مول اتیلن گلیکول و  $3$  مول ایزوفتالیک اسید استفاده شده است. میانگین عددی درجه پلیمری شدن این رزین در میزان تبدیل صد در صد چه مقدار است؟

(۱)  $3$

(۲)  $5$

(۳)  $8$

(۴)  $10$

- ۵۳- جهت پخت یک کیلوگرم رزین پلی استر هیدروکسیله با درصد هیدروکسیل  $1/7$ ، چند گرم پلی ایزوسیانات به عنوان عامل پخت با  $21\%$  درصد گروه ایزوسیانات نیاز است؟

(۱)  $250\text{ gr}$

(۲)  $100\text{ gr}$

(۳)  $150\text{ gr}$

(۴)  $200\text{ gr}$

- ۵۴- محصول واکنش ایزوسیانات با آب کدام است؟

(۱) Urea group

(۲) Amine group

(۳) Amide group

(۴) Urethane group

- ۵۵- الکترو د پلاتین در محلول اسیدی قرار گرفته است. پتانسیل این الکترو د وقتی که هیدروژن بر روی آن تولید می شود، برابر با  $0.85\text{V(SCE)}$  است. اگر pH در الکترو لیت  $2$  باشد، پتانسیل اضافی هیدروژن چند ولت است؟

(۱)  $0.0608$

(۲)  $0.0608$

(۳)  $0.0488$

(۴)  $0.012$

۵۶- در واکنش آندی  $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$  و کاتدی  $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$  درون یک پیل، در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد مقدار  $\Delta G^\circ$  چند  $\frac{\text{K.J}}{\text{mol}}$  است؟

$$F = 96485$$

$$E^\circ \text{Fe}^{2+}/\text{Fe} = -0.44$$

$$E^\circ \text{Cu}^{2+}/\text{Cu} = -0.33$$

$$(1) -150 \quad (2) -75$$

$$(3) 75 \quad (4) 150$$

۵۷- در صورتی که راندمان فلز روی برای حفاظت کاتدی فولاد ۸۵٪ باشد، ۹۱۲ گرم از این فلز چه مدت می تواند سطح فولاد را حفاظت کند؟ ( $\text{Zn} = 65/4 \text{g}$ ) و مقدار جریان مورد نیاز ۱ آمپر در نظر گرفته شود.

(۱) کمتر از یک ماه (۲) ۲ ماه (۳) ۴ ماه (۴) ۵ ماه

۵۸- در خصوص تعیین میزان مقاومت پوشش در نمودار نایکوئیست کدام مورد صحیح است؟

(۱) مستقل از فرکانس است. (۲) در فرکانس کمینه انجام می شود.  
(۳) در فرکانس بیشینه انجام می شود. (۴) در فرکانس های متغیر انجام می شود.

۵۹- یک پوشش ایدئال در ابتدای غوطه وری در محلول آب نمک ۳/۵ درصد وزنی در روش طیف سنجی امپدانس الکتروشیمیایی چه رفتاری از خود نشان می دهد؟

(۱) خازنی (۲) القاگری (۳) مقاومتی (۴) خازنی - مقاومتی

۶۰- پوشش های اپوکسی - پلی آمید، در برابر کدام محیط ضعیف عمل می کنند؟

(۱) سایش (۲) مواد شیمیایی (۳) حلال های آلیفاتیک (۴) حلال های آروماتیک

۶۱- فلز Zn در محلول اسیدی و حاوی غلظت ۰/۷ مولار از  $\text{ZnCl}_2$  غوطه ور شده است. پتانسیل سل الکتروشیمیایی معادل ۰/۶۹ ولت و ضریب فعالیت یون های روی نیز برابر با ۰/۱۶۳۳ است. اگر فشار گاز هیدروژن معادل یک اتمسفر در نظر گرفته شود، pH محلول کدام است؟ (پتانسیل های تعادلی الکتروود هیدروژن و روی به ترتیب صفر و ۰/۷۶ - ولت در شرایط استاندارد است.)

(۱) ۲/۵ (۲) ۱/۸۵ (۳) ۱/۳۴ (۴) ۰/۳

۶۲- کدام گزینه معیاری از ویژگی چسبیدگی کامل (intactness) یک پوشش به سطح فلز است؟

(۱) زاویه فازی (۲) زاویه تماس (۳) مقاومت فارادیک (۴) مقاومت محلول

۶۳- کدام جمله در مورد کروموزن های نیترو و نیتروزو صحیح است؟

(۱) در نیتروزوها با افزایش قطبیت حلال اثر باتوکرومیک مشاهده می شود.

(۲) در نیترو حضور دو اتم اکسیژن سبب کاهش سطح انرژی n می شود.

(۳) در نیترو سطح انرژی n پایین و سطح  $\pi^*$  بالا می رود.

(۴) در نیتروزو اختلاف سطح انرژی n و  $\pi^*$  بیشتر است.

۶۴- یک راه برای تولید کاغذهای فتوکپی استفاده از رنگزاهای کایرال (chiral) جهت چاپ یک لایه فیلم روی سطوح است. این دسته از مواد رنگزا در لایه چاپ شده چگونه عمل می کنند؟

(۱) با بی رنگ کردن سطح (۲) با تغییر رنگ در زوایای مختلف

(۳) با رنگی شدن بر اثر حرارت (۴) با انتشار بالا از سطح چاپ شده



۶۵- مفیدترین تئوری اوربیتال در تشریح رفتار مواد رنگزا، کدام است؟

- (۱) تئوری اوربیتال مولکولی PPP  
(۲) تئوری اوربیتال مولکولی میدان بلور  
(۳) تئوری اوربیتال مولکولی HMO  
(۴) تئوری اوربیتال مولکولی FEMO

۶۶- ترکیب پارانیتروآنیلین متعلق به کدام طبقه کروموفری است؟

- (۱) کروموژن‌های سیانینی  
(۲) کروموژن‌های  $n \rightarrow \pi^*$   
(۳) کروموژن‌های پلی‌ان حلقوی  
(۴) کروموژن‌های دهنده - گیرنده

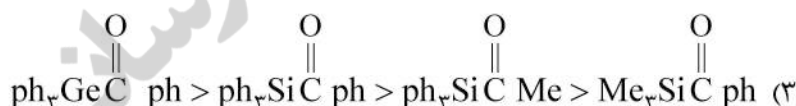
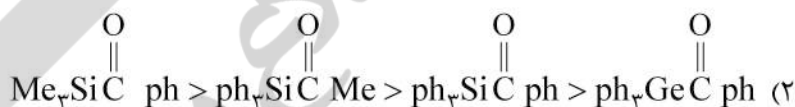
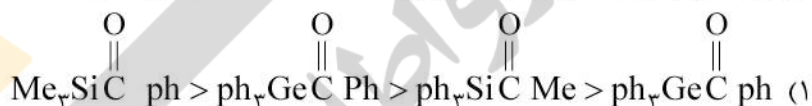
۶۷- ترتیب اثر گروه‌های زیر بر حسب جابه‌جایی باتوکرومیک، کدام است؟

- (۱) متین < کربونیل < ایمینو < آزو  
(۲) ایمینو < متین < آزو < کربونیل  
(۳) آزو < کربونیل < ایمینو < متین  
(۴) آزو < متین < ایمینو < کربونیل

۶۸- علت رنگ آبی ایندیگو کدام مورد است؟

- (۱) حضور گروه‌های رنگیار قوی  
(۲) وجود پیوند هیدروژنی بین مولکولی  
(۳) عدم حضور گروه‌های اسیدسولفونیک محلول در آب  
(۴) حضور گروه‌های الکترون دهنده و الکترون گیرنده که جابه‌جایی باتوکرومیک ایجاد می‌کنند.

۶۹- در مورد طول موج ماکزیمم جذب ترکیبات داده شده، کدام گزینه درست است؟



۷۰- در ساختار شیمیایی زیر، کدام ترتیب استخلافات، براساس افزایش طول موج ماکزیمم جذب درست است؟

