



310  
F

نام:

نام خانوادگی:

محل امضا:

صبح جمعه

۹۳/۱۲/۱۵

دفترچه شماره ۱ از ۲



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

اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.

امام خمینی (ره)

**آزمون ورودی  
دوره‌های دکتری (نیمه متمرکز) داخل - سال ۱۳۹۴**

**شیمی - شیمی تجزیه  
(کد ۲۲۱۳)**

مدت پاسخگویی: ۱۵۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی (شیمی تجزیه پیشرفته + اسپکتروسکوپی تجزیه‌ای ۱ + الکتروشیمی تجزیه‌ای)	۴۵	۱	۴۵

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

اسفند ماه - سال ۱۳۹۳

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 منخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

۱- کدام جفت از آشکارسازهای کروماتوگرافی گازی، جزء دسته آشکارسازهای حساس به غلظت (Concentration Sensitive) بوده و پاسخ آن‌ها با تغییر سرعت جریان، تغییر می‌کند؟

(۱) ECD - FID

(۲) ECD - TCD

(۳) FID - TCD

(۴) Flame photometric - FID

۲- اختلاف انرژی ( $\Delta E$ ) حالت‌های کوانتومی هسته  $^1\text{H}$  چند برابر حالت‌های کوانتومی هسته  $^{13}\text{C}$  است؟

$$\gamma_{\text{H}} = 2,67 \times 10^8 \text{ T}^{-1}\text{S}^{-1}, \quad \gamma_{^{13}\text{C}} = 6,73 \times 10^7 \text{ T}^{-1}\text{S}^{-1}$$

(۱)  $\frac{1}{8}$

(۲)  $\frac{1}{4}$

(۳) ۴

(۴) ۸

۳- اثر قدرت یونی محلول بر روی ثابت تفکیک اسیدی مرحله اول  $\text{H}_2\text{A}$  با توجه به تئوری حدی دبای - هوکل

از کدام رابطه قابل تخمین است؟

$$\text{pK}'_1 = \text{pK}_1 + \sqrt{\mu} \quad (۱)$$

$$\text{pK}'_1 = \text{pK}_1 \quad (۲)$$

$$\text{pK}'_1 = \text{pK}_1 - \sqrt{\mu} \quad (۳)$$

$$\text{pK}'_1 = \text{pK}_1 - 2\sqrt{\mu} \quad (۴)$$

۴- ترتیب انتخابگری سه روش  $\text{GLC}$ ،  $\text{HPLC}$  و  $\text{SFC}$  کدام است؟

(۱)  $\text{HPLC} > \text{GLC} > \text{SFC}$

(۲)  $\text{GLC} > \text{SFC} > \text{HPLC}$

(۳)  $\text{SFC} > \text{HPLC} > \text{GLC}$

(۴)  $\text{HPLC} > \text{SFC} > \text{GLC}$

۵- کدام عبارت در مورد فلورسانس مولکولی نادرست است؟

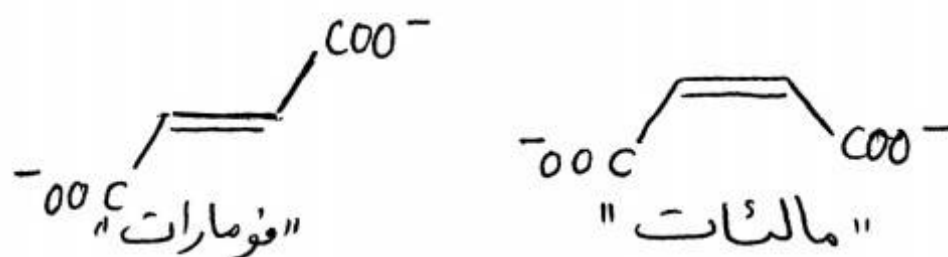
(۱) با تغییر طول موج برانگیختگی، معمولاً طول موج فلورسانس به طور قابل توجه تغییر می‌کند.

(۲) طول موج ماکزیمم فلورسانس معمولاً بزرگتر از طول موج ماکزیمم جذب است.

(۳) طیف فلورسانس معمولاً تصویر آینه‌ای طیف برانگیختگی است.

(۴) فلورسانس معمولاً از پایین‌ترین تراز ارتعاشی پایین‌ترین حالت برانگیخته الکترونی رخ می‌دهد.

۶- کدام گزینه درباره الکتروفورز دو یون مالئات و فومارات صحیح است؟



- (۱) فومارات پخش بار بیشتری دارد بنابراین تحرک الکتروفوریک بیشتری دارد.  
 (۲) مالئات دانسیته بار بیشتری دارد بنابراین تحرک الکتروفوریک کمتری دارد.  
 (۳) هر دو یون باریکسان داشته بنابراین تحرک الکتروفوریک برابر دارند.  
 (۴) فومارات دارای ضریب اصطکاک بیشتری از مالئات است بنابراین تحرک الکتروفوریک کمتری دارد.
- ۷- کدام یک از عبارات زیر درباره انواع خاموشی (Quenching) در تکنیک‌های فلوئورسانس و فسفرسانس نادرست است؟

- (۱) ثابت خاموش کنندگی Stern – Volmer مستقل از طول عمر فلوئورسانس است.  
 (۲) سرعت تبدیل برونی ( $k_{ec}$ ) متناسب با غلظت خاموش کننده و یک ثابت سرعت مرتبه دوم است.  
 (۳) واحد ثابت خاموش کنندگی Stern – Volmer  $\text{Lmol}^{-1}$  است.  
 (۴) میزان خاموش کنندگی ایستا (Static Quenching) مستقل از مقدار طول عمر فلوئورسانس است.
- ۸- کدام یک از گزینه‌های زیر درباره نحوه آرایش شکاف‌های ورودی و خروجی در دستگاه اسپکتروفلوریمتر صحیح است؟

- (۱) شکاف عمودی منجر به خود جذبی بیشتر می‌شود.  
 (۲) شدت لومینسانس مستقل از آرایش شکاف‌های ورودی و خروجی است.  
 (۳) شدت لومینسانس در آرایش عمودی بیشتر از آرایش افقی است.  
 (۴) شدت لومینسانس در آرایش افقی بیشتر از آرایش عمودی است.
- ۹- برای مقایسه میانگین دو سری اندازه‌گیری با دو روش با دقت متفاوت از چه آزمونی استفاده می‌شود؟

$$(۱) \text{ از آزمون } t \text{ به صورت } F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

$$(۲) \text{ از آزمون } t \text{ به صورت } t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$(۳) \text{ از آزمون } t \text{ به صورت } t = \frac{(\bar{x} - \mu)\sqrt{n}}{s}$$

$$(۴) \text{ از آزمون } t \text{ به صورت } t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\text{Spooled} \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

۱۰- محلول  $27 \frac{\text{mg}}{\text{mL}}$  از سیکلوهگزانون در حلال کربن تتراکلرید در سلی به ضخامت  $1.7 \text{ cm}$  جذبی معادل  $0.6$  نشان می‌دهد. اگر مقدار نوفه مربوط به طیف حلال معادل  $0.001$  واحد جذب باشد، حد تشخیص روش  $(\frac{S}{N} = 3)$  برحسب  $\frac{\text{mg}}{\text{mL}}$  چقدر است؟

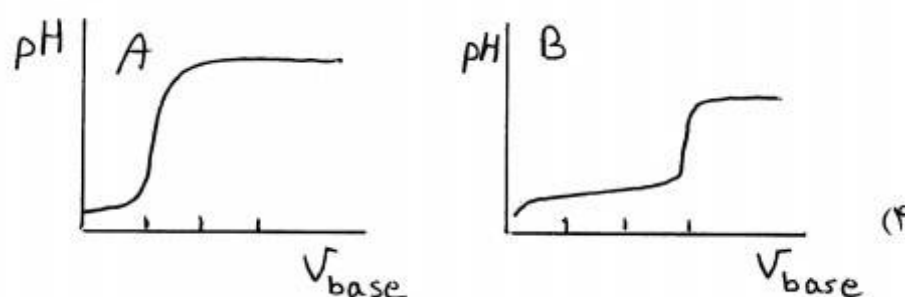
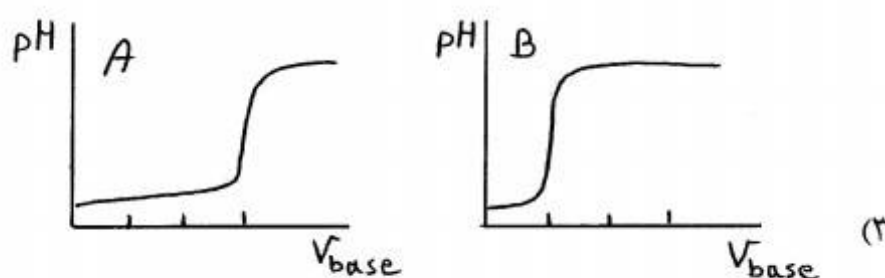
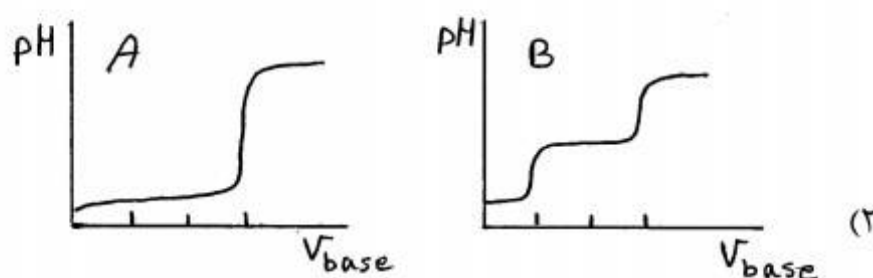
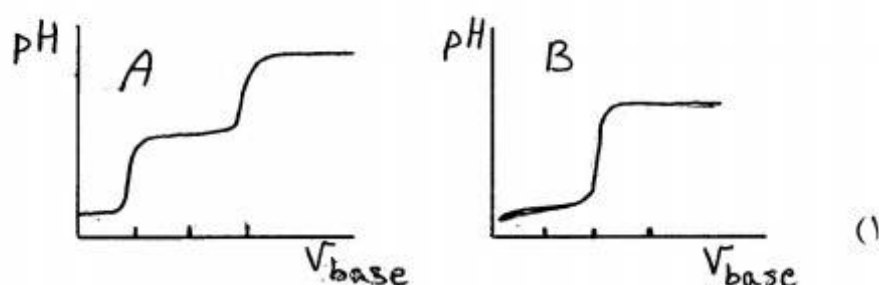
(۱)  $0.003$

(۲)  $0.002$

(۳)  $0.02$

(۴)  $0.01$

۱۱- منحنی‌های تیتراسیون محلولی حاوی مخلوط پرکلریک اسید ( $\text{HClO}_4$ ) به غلظت  $0.1$  مولار و هیدروکلریک اسید ( $\text{HCl}$ ) به غلظت  $0.2$  مولار که توسط یک باز قوی به غلظت  $0.1$  مولار تیتراسیون می‌شود در دو حلال آب (A) و استیک اسید (B) کدام است؟



۱۲- در سیستم تعادلی  $x \rightleftharpoons 2y + z$  چنانچه تنها دو گونه  $x$  و  $y$  دارای جذب باشند، در نقطه ایزوبستیک کدام رابطه صحیح است؟

$$\epsilon_x = 2\epsilon_y \quad (1)$$

$$\epsilon_x = \epsilon_y \quad (2)$$

$$A_x = 2A_y \quad (3)$$

$$A_x = A_y \quad (4)$$

۱۳- جذب محلولی حاوی  $0.1$  مولار  $\text{NaX}$  و  $0.1$  مولار سود برابر  $0.276$  است. در صورتی که جذب محلول  $0.2$  مولار  $\text{HX}$  در همان سل و در همان طول موج برابر  $0.138$  باشد، ثابت تفکیک اسید  $\text{HX}$  کدام است؟

$$1.25 \times 10^{-2} \quad (1)$$

$$2.35 \times 10^{-2} \quad (2)$$

$$1.67 \times 10^{-2} \quad (3)$$

$$3.75 \times 10^{-4} \quad (4)$$

۱۴- آب در حلال آمونیاک مانند یک اسید ضعیف با ثابت تفکیک اسیدی  $\text{p}K_a = 19$  عمل می کند. تفکیک آب در محلول  $0.01$  مولار آب در آمونیاک برحسب مولار چقدر است؟

$$1.0 \times 10^{-11} \quad (1)$$

$$1.0 \times 10^{-7} \quad (2)$$

$$1.0 \times 10^{-14} \quad (3)$$

$$1.0 \times 10^{-22} \quad (4)$$

۱۵- طیف استوکس رامان ترکیب  $A$  به دست آمده از تابش یک لیزر با طول موج  $400$  نانومتر حاوی یک خط در  $500$  نانومتر می باشد. طول موج خط آنتی استوکس متناظر برای طیف ثبت شده در دمای اتاق کدام است؟

$$374/2 \quad (1)$$

$$384/6 \quad (2)$$

$$333/3 \quad (3)$$

$$453/3 \quad (4)$$

۱۶- کدام یک از مراحل زیر، اصلی ترین نقطه ضعف در روش های اسپکتروسکوپی اتمی است؟

(1) ورود نمونه (Sample Introduction) (2) اتمی شدن (Atomization)

(3) مهپاشی (Nebulization) (4) تبخیر شدن (Volatilization)

۱۷- در یک لامپ کاتدی حفره ای کدام عبارت صحیح است؟

(1) انتخاب گاز بی اثر هیچ تأثیری روی کار لامپ ندارد.

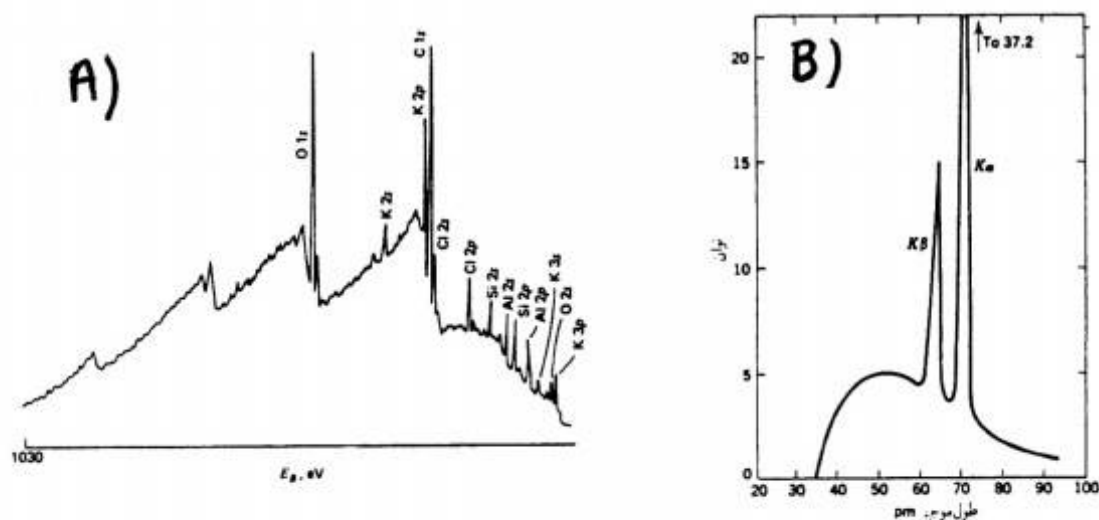
(2) انتخاب گاز بی اثر با پتانسیل یونیزاسیون فلزات بستگی ندارد.

(3) انتخاب گاز بی اثر به تداخل خطوط نشری گاز بی اثر و آنالیت بستگی ندارد.

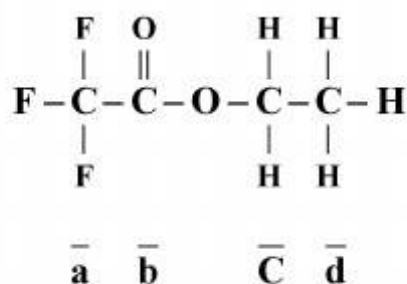
(4) انتخاب گاز بی اثر به دو عامل تداخل خطوط طیفی و پتانسیل یونیزاسیون گاز بی اثر و کاتد بستگی دارد.

- ۱۸- رابطه پهنای دوپلری خطوط جذبی و نشر یک اتم با دما و جرم اتمی به گونه‌ای است که:
- (۱) با افزایش دما کاهش و با افزایش جرم اتمی افزایش می‌یابد.
  - (۲) با افزایش دما افزایش و با افزایش جرم اتمی کاهش می‌یابد.
  - (۳) با افزایش دما و جرم اتمی افزایش می‌یابد.
  - (۴) با افزایش دما و جرم اتمی کاهش می‌یابد.
- ۱۹- پهنای طبیعی یک خط نشری، ناشی از طول عمری است که اتم‌ها .....  
  - (۱) در سطح انرژی پایینی دارند که انتقال از آن صورت می‌گیرد.
  - (۲) در سطح انرژی پایینی دارند که انتقال به آن صورت می‌گیرد.
  - (۳) در سطح انرژی بالا و پایینی دارند که انتقال بین آن‌ها صورت می‌گیرد.
  - (۴) در سطح انرژی بالایی دارند که انتقال به آن صورت می‌گیرد.
- ۲۰- حد تشخیص و تکرارپذیری شعله در مقایسه با کوره گرافیتی برای جذب اتمی (به ترتیب) چگونه است؟  
  - (۱) پایین‌تر - بیشتر
  - (۲) پایین‌تر - کمتر
  - (۳) بالاتر - بیشتر
  - (۴) بالاتر - کمتر
- ۲۱- در روش‌های اسپکتروسکوپی جذب اتمی، عموماً افزایش مقداری از اتانول به نمونه باعث افزایش ارتفاع پیک جذبی آنالیت مورد اندازه‌گیری می‌شود. الکل، کشش سطحی محلول را . . . می‌دهد و در نتیجه آن سبب تشکیل قطرات . . . می‌شود.  
  - (۱) افزایش - بزرگتر
  - (۲) کاهش - کوچکتر
  - (۳) افزایش - کوچکتر
  - (۴) کاهش - بزرگتر
- ۲۲- مزایای تکنیک تولید هیدرید در طیف‌سنجی جذب اتمی برای برخی عناصر چیست؟  
  - (۱) زمان اقامت در اتم‌کننده را کوتاه کرده و نشر زمینه را کاهش می‌دهد.
  - (۲) نشر زمینه کم می‌شود و در درجات حرارت بالا عمل کرده و راندمان اتمی شدن را بالا می‌برد.
  - (۳) آنالیت در حجم بیشتری به اتم‌کننده می‌رسد و به علت سرعت کمتر آنالیت به اتم‌کننده، زمان اقامت در آن زیاد می‌شود.
  - (۴) آنالیت از ماتریکس نمونه جدا شده و تداخل کمتر است و نیز حد تشخیص بهبود می‌یابد.
- ۲۳- کدام یک از مطالب زیر درباره منابع لیزر صحیح است؟  
  - (۱) لیزرهای چهار ترازی با صرف انرژی دمش کمتر نسبت به لیزرهای سه ترازی ایجاد می‌شوند.
  - (۲) لیزرهای سه ترازی با صرف انرژی دمش کمتر نسبت به لیزرهای چهار ترازی ایجاد می‌شوند.
  - (۳) لیزرها فقط قادرند در یک طول موج خاص نشر کنند و قابلیت کوک‌پذیری ندارند.
  - (۴) لیزرهای دو ترازی با صرف فشار کمتر نسبت به لیزرهای سه ترازی و چهارترازی ایجاد می‌شوند.
- ۲۴- در روش تصحیح زمینه به کمک روش اسمیت - هیغه (S-H) پالس جریان کم جهت اندازه‌گیری کدام عبارت تجزیه‌ای استفاده می‌شود؟  
  - (۱) سیگنال جذب زمینه
  - (۲) سیگنال جذب آنالیت
  - (۳) مجموع سیگنال آنالیت + زمینه
  - (۴) نشر زمینه
- ۲۵- نشر پیوسته در ICP مربوط به کدام فرآیند است؟  
  - (۱) نشر یون‌ها در دمای بالا
  - (۲) نشر اتم‌های آرگون در دمای بالا
  - (۳) نشر ملکول‌ها در دمای بالا
  - (۴) ترکیب مجدد یون‌ها و الکترون‌ها

- ۲۶- تغییر شکل پلاسمای آرگون در روش ICP با تغییر فرکانس RF از ۵MHz به ۲۷MHz ناشی از کدام است؟  
 (۱) اثر Skin-depth  
 (۲) ایجاد خاصیت آئرودینامیکی پلازما  
 (۳) تغییر اثر ohmic heating  
 (۴) تغییر سرعت جریان eddy یون های  $Ar^+$
- ۲۷- کدام عبارت در مورد طیف بینی پرتو X درست نمی باشد؟  
 (۱) خطوط سری K نتیجه انتقال های الکترونی بین سطوح بالاتر انرژی و لایه K حاصل می شوند.  
 (۲) طیف های خطی پرتو X از انتقال های الکترونی درونی ترین اوربیتال های اتمی حاصل می شوند.  
 (۳) برای عناصر سنگین تر خطوط M و N در طول موج های بالاتر و شدت بالاتر حاصل می شوند.  
 (۴) در عناصر سنگین تر به دلیل افزایش بار روی هسته، تابش سری K در طول موج های کوتاه تر حاصل می شوند.
- ۲۸- زمینه پیوسته در طیف XPS (طیف A) و طیف نشری پرتو X حاصل از هدف مولیبدن (طیف B) به ترتیب ناشی از کدام است؟



- (۱) برخورد های inelastic متفاوت الکترون های خروجی، فلئورسانس پرتو X  
 (۲) برخورد های inelastic متفاوت الکترون های خروجی، تابش ترمزی  
 (۳) نشر اوژه، فلئورسانس پرتو X  
 (۴) نشر اوژه، تابش ترمزی
- ۲۹- در طیف فوتوالکترون پرتو X (XPS) کربن ۱s، اتیل تری فلئورواستات، پیک کدام یک از کربن ها در انرژی اتصال ( $E_b$ ) بیشتری ظاهر می شود؟



- a (۱)  
 b (۲)  
 c (۳)  
 d (۴)

۳۰- به مخلوطی شامل ترکیبات آلی نظیر بنزوئیک اسید و بنزوات، مقدار ۴۰ میلی گرم بنزوئیک اسید با  $^{14}\text{C}$  با فعالیت  $2000 \frac{\text{count}}{\text{min}}$  اضافه می شود. پس از رسیدن به تعادل، مخلوط اسیدی شده و با یک حلال غیرقابل امتزاج استخراج می شود. ماده استخراج شده به وزن ۵۰ میلی گرم فعالیتی معادل  $500 \frac{\text{count}}{\text{min}}$  نشان می دهد. وزن بنزوئیک اسید بر حسب mg در مخلوط اولیه کدام است؟

(۱) ۹۰

(۲) ۱۶۰

(۳) ۱۸۰

(۴) ۲۰۰

۳۱- در یک پیل الکتروشیمیایی برای گونه های با فرآیند الکترودی برگشت پذیر برای یک گونه بدون بار کدام عبارت صحیح است؟

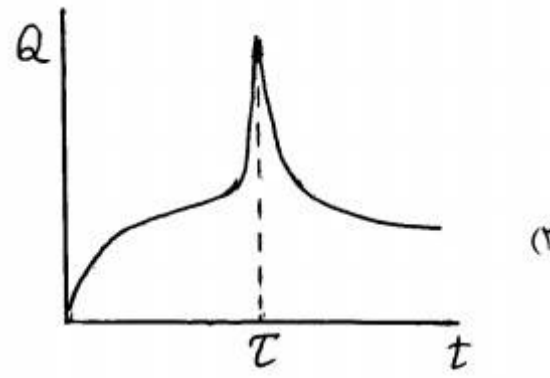
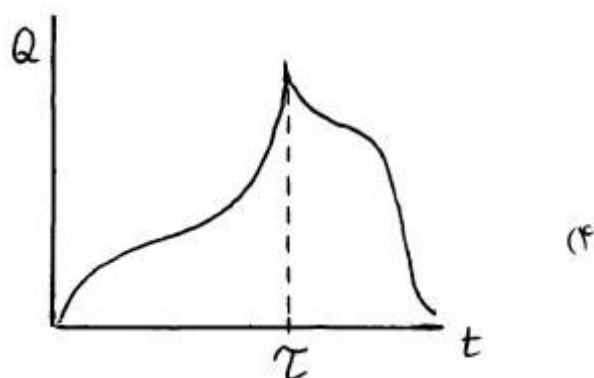
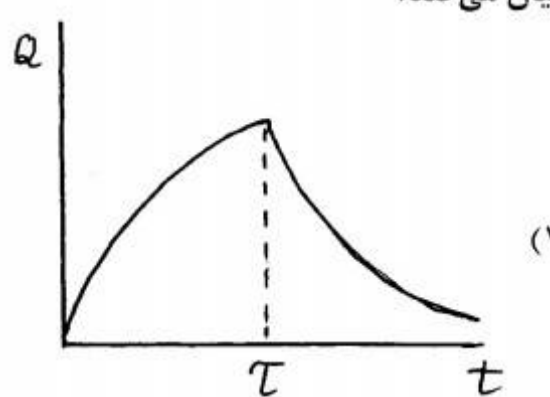
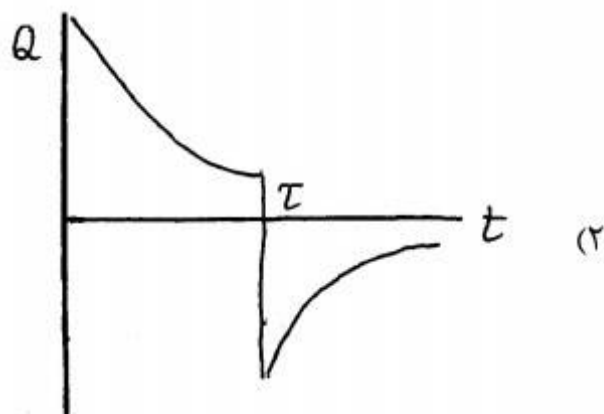
(۱) پتانسیل الکتروشیمیایی با پتانسیل شیمیایی برابر است.

(۲) پتانسیل الکتروشیمیایی بیشتر از پتانسیل شیمیایی است.

(۳) پتانسیل شیمیایی بیشتر از پتانسیل الکتروشیمیایی است.

(۴) پتانسیل شیمیایی صفر است.

۳۲- کدام نمودار، پاسخ کرنوکولومتری با پله دوگانه پتانسیل را برای یک فرآیند الکترودی برگشت پذیر بدرستی بیان می کند؟





۳۳- برای اندازه‌گیری کمی یک گونه الکتروفعال که واکنش اکسایش الکتروشیمیایی برگشت‌پذیر دارد، کدام روش از حساسیت بیشتری برخوردار است؟

(۱) ولتامتری روبش خطی (۲) ولتامتری چرخه‌ای

(۳) ولتامتری پالس تفاضلی (۴) ولتامتری موج مربعی

۳۴- در یک پیل الکترولیتی افزایش غلظت الکترولیت حامل، باعث کدام تغییر می‌شود؟

(۱) تأثیری بر جریان حد ندارد. (۲) کاهش جریان حد می‌شود.

(۳) افزایش جریان حد می‌شود. (۴) جریان حد ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابد.

۳۵- در خصوص نمودار تافل (Tafel plot) کدام عبارت نادرست است؟

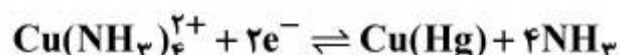
(۱) در پتانسیل‌های اضافی زیاد به دلیل محدودیت ناشی از انتقال جرم از حالت خطی منحرف می‌شود.

(۲) در پتانسیل‌های اضافی پایین به دلیل تأثیر جزئی واکنش برگشت از حالت خطی منحرف می‌شود.

(۳) از عرض از مبدأ منحنی تافل می‌توان ضریب نفوذ گونه (D) را تعیین کرد.

(۴) از روی شیب نمودار تافل می‌توان ضریب انتقال ( $\alpha$ ) گونه را تعیین کرد.

۳۶- برای فرآیند الکترودی احیاء زیر در سطح DME، کدام گزینه در ارتباط با آن در روش پلاروگرافی پالس نرمال، صحیح است؟



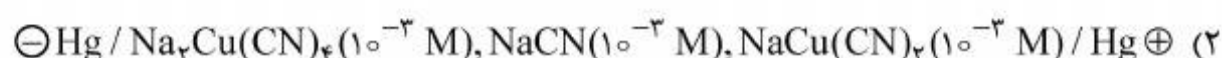
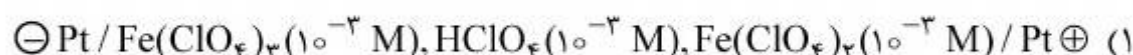
(۱) پتانسیل نیمه موج، به دلیل برگشت‌پذیر بودن فرآیند، مستقل از غلظت آمونیاک است.

(۲) افزایش غلظت آمونیاک در محلول سبب جابجایی منفی در پتانسیل نیمه موج می‌شود.

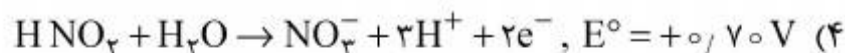
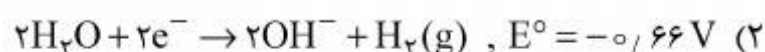
(۳) افزایش pH محلول الکترولیت حامل سبب جابه‌جایی مثبت در پتانسیل نیمه موج می‌شود.

(۴) جریان حد مشاهده شده برای احیاء کمپلکس با افزایش غلظت آمونیاک کاهش می‌یابد.

۳۷- در کدام یک از سل‌های الکترولیتیک زیر پدیده مهاجرت (migration) کمترین نقش را در انتقال جرم گونه‌های الکتروفعال به سطح الکتروود دارد؟



۳۸- کدام فرایند الکترودی در سطح الکتروود قطره‌ای جیوه در عمل، در سنجش‌های پلاروگرافی می‌تواند مشاهده شود؟ (پتانسیل‌های استاندارد نسبت به مرجع SCE بیان شده‌اند)



۳۹- ترکیب آلی A در ولتامتری روبش خطی با استفاده از الکتروود میکرو دیسک پلاتین طی یک فرآیند برگشت پذیر دو الکترونی به ترکیب B کاهیده می شود. هرگاه پیک کاتدی به ازاء هر واحد کاهش pH محلول الکترولیت به اندازه ۵۸ میلی ولت جابجا شود، با توجه به اینکه پتانسیل پیک کاتدی در  $\text{pH} = 7.0$  برابر با  $-0.241$  ولت (نسبت به مرجع) مشاهده می شود، تعداد پروتونهای شرکت کننده در فرآیند الکتروود و پتانسیل پیک در محلول با  $\text{pH} = 5.0$  کدام است؟

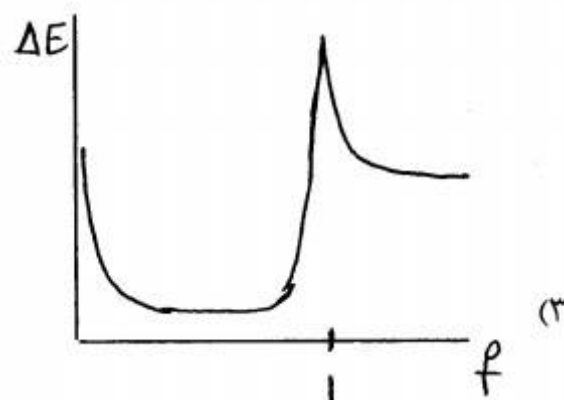
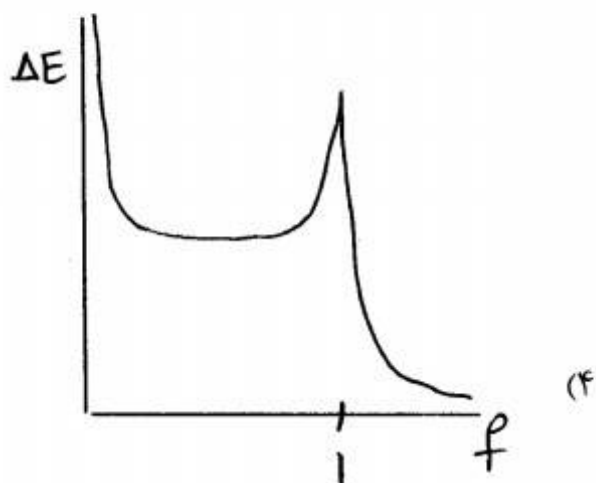
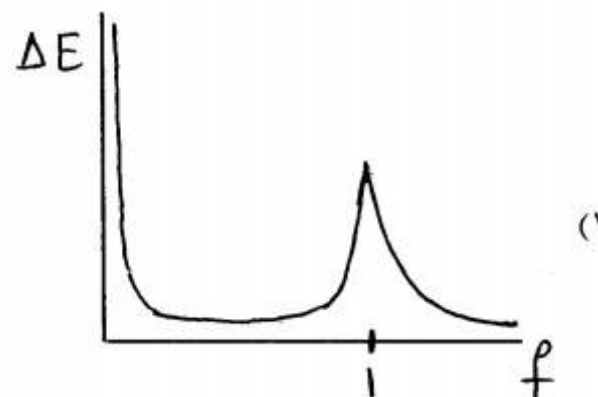
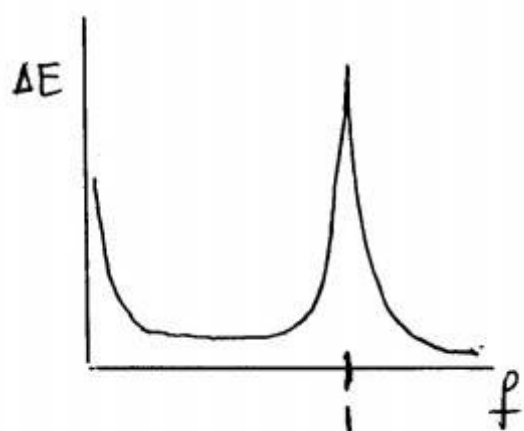
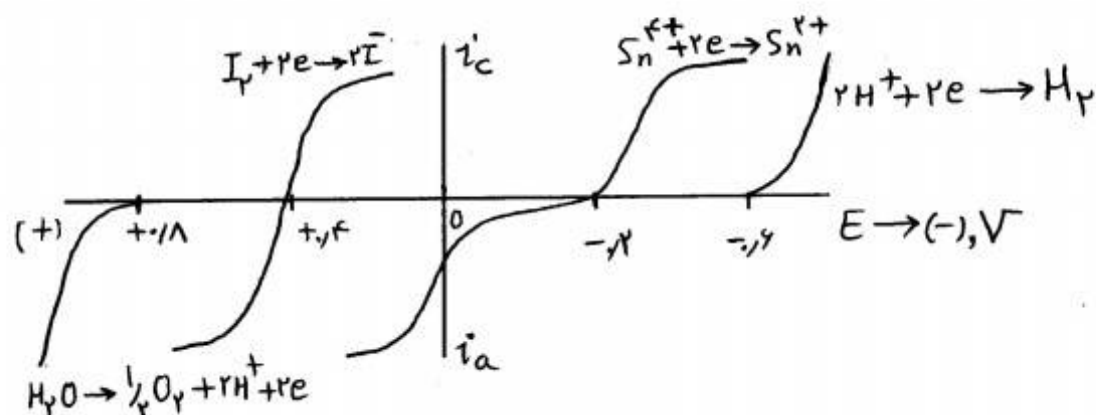
(۱) ۲ و  $-0.123$  ولت

(۲) ۱ و  $-0.259$  ولت

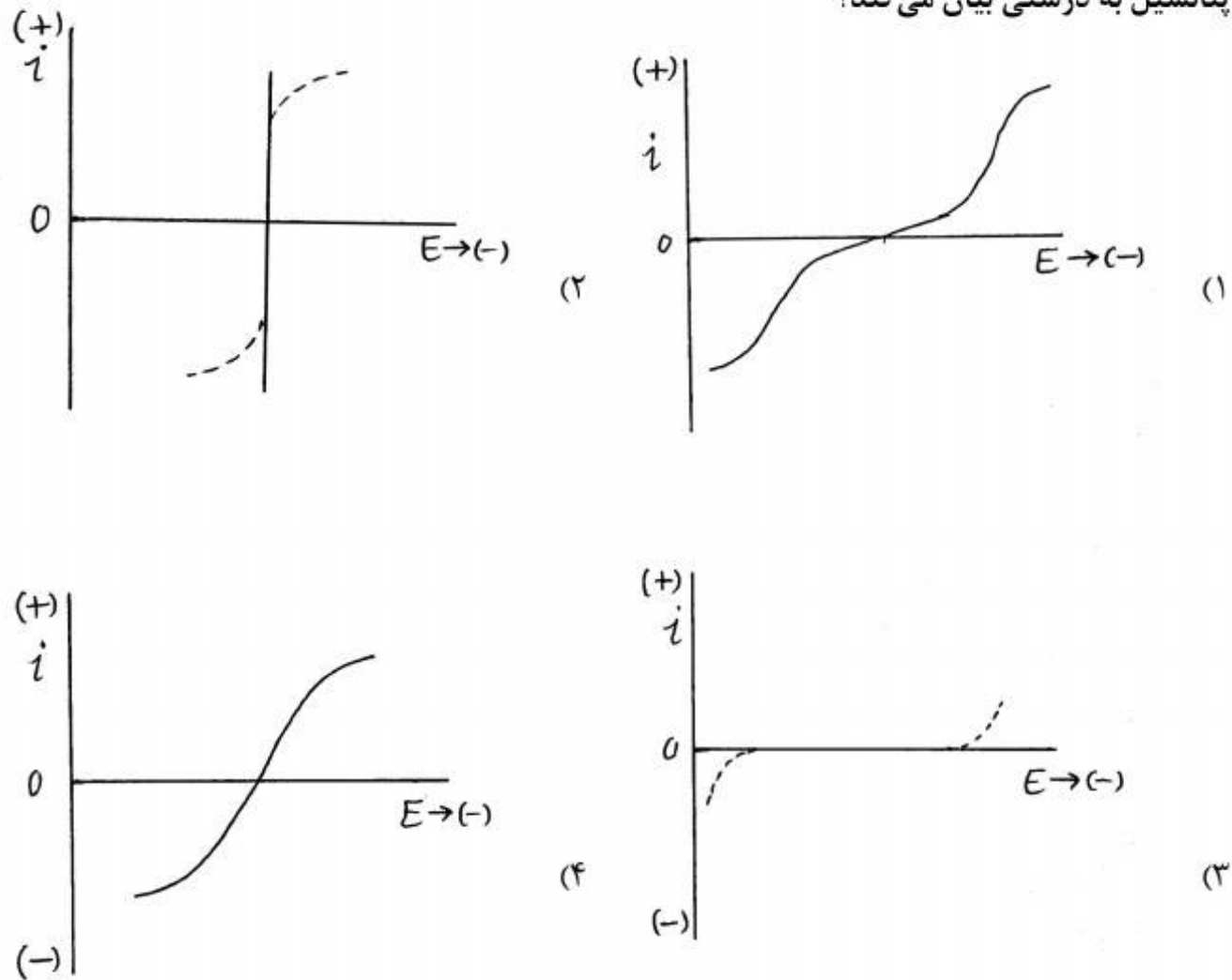
(۳) ۲ و  $-0.182$  ولت

(۴) ۱ و  $-0.300$  ولت

۴۰- با توجه به منحنی جریان / پتانسیل زیر، کدام گزینه نمودار منحنی تیتراسیون بی پتانسیومتری مربوط به تیتراسیون محلول  $\text{Sn}^{2+}$  توسط محلول  $\text{I}_2$  را بدرستی بیان می کند؟



۴۱- کدام یک از منحنی‌های جریان / پتانسیل زیر، رفتار یک الکتروود غیر پلاریزه ایده‌آل را در تکنیک‌های کنترل پتانسیل به درستی بیان می‌کند؟

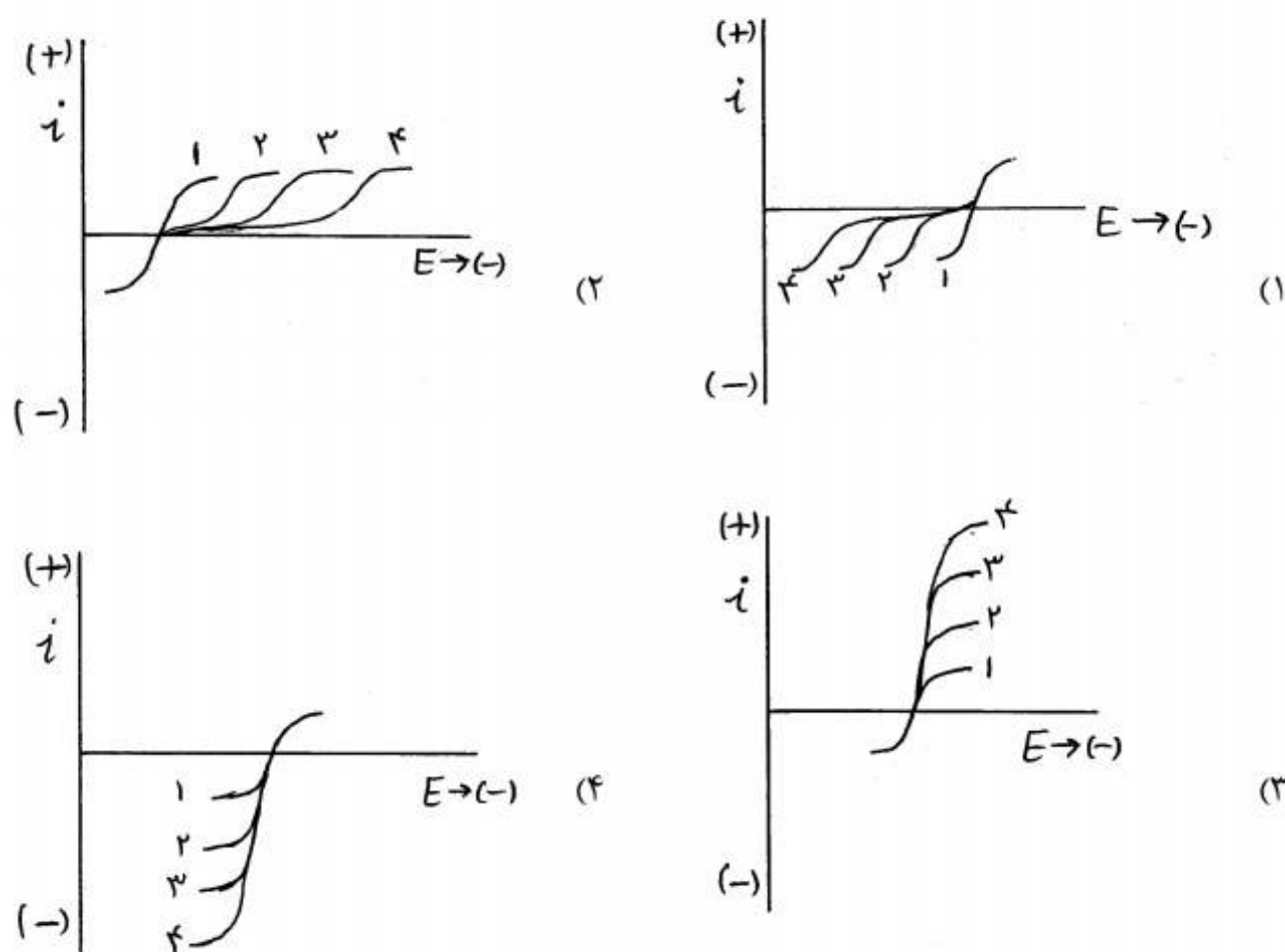


۴۲- کدام یک از بیانات زیر در خصوص الکتروودهای یون‌گزینه‌ای غشائی صحیح نیست؟

- (۱) هم استخراجی آنیون و کاتیون در غشاء الکتروود، حد تشخیص پایین (LDL) را در الکتروودهای غشائی محدود می‌کند.
- (۲) پتانسیل ایجاد شده در فصل مشترک غشاء/ محلول نوعی از پتانسیل اتصال مایع است که در حالت ایده‌آل تحرک یونی یک یون برابر یک می‌باشد.
- (۳) حصول شیب نرنستی برای منحنی تنظیم پتانسیل الکتروود بر حسب لگاریتم فعالیت یون اطمینان از گزینشی بودن پاسخ الکتروود را می‌افزاید.
- (۴) لیگاندهای چند دندانه (کی‌لیت) آگریز به عنوان عامل یون‌پذیر در غشاء الکتروودهای گزینش‌پذیر کاتیونی مطلوب هستند.

۴۳- برای فرآیند الکترودی  $Ox + ne^- \rightleftharpoons Red$  که در آن  $Ox$  و  $Red$  به صورت محلول بوده و با غلظت  $10^{-4} \times 10^{-4}$  مولار حضور دارند، کدام نمودار پلاروگرامهای پالس نرمال (NPP) را برای چهار نسبت ضریب انتقال جرم  $(\frac{m_O}{m_R})$  به درستی نشان می‌دهد؟

$\frac{m_O}{m_R}$ : ۱, ۲, ۳, ۴



۴۴- در ولتامتری با نمونه‌برداری از جریان (tast) طی دو مرحله به  $Fe(II)$  و  $Fe(0)$  (به ترتیب در  $E_1$  و  $E'_1$ ) کاهیده می‌شود. محلولی حاوی هر دو گونه آهن دو موج با جریان‌های نفوذی حدی برابر با ۱۰۰ و ۲۵۰ میکروآمپر، به ترتیب در  $E_1$  و  $E'_1$  نشان می‌دهد. هرگاه به این محلول یک میلی‌مول یدید ( $I^-$ ) اضافه کنیم (که سبب کاهش  $Fe(III)$  به  $Fe(II)$  می‌شود)، جریان‌های حدی ذکر شده به ترتیب به ۵۰ و ۳۵۰ میکروآمپر تغییر می‌کنند. چنانچه محلول اندازه‌گیری حجمی برابر با ۱۰۰ میلی‌لیتر داشته باشد، غلظت مولار گونه‌های  $Fe(III)$  و  $Fe(II)$  به ترتیب عبارتند از:

(۱) ۰/۰۱۰ و ۰/۰۰۲۵

(۲) ۰/۰۲۰ و ۰/۰۰۵

(۳) ۰/۰۱۰ و ۰/۰۰۵

(۴) ۰/۰۲۰ و ۰/۰۰۲۵

۴۵- برای مکانیسم فرآیند الکتروشیمیایی به صورت زیر، کدام نمودار ولتاموگرام چرخه‌ای را در سرعت روبشی که در آن تبدیل مؤثر C به D رخ می‌دهد، به درستی بیان می‌کند؟

