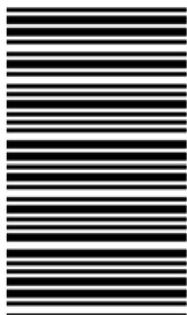


کد کنترل

683A



683A

صبح جمعه
۱۴۰۴/۱۱/۱۰
دفترچه شماره ۲ از ۲



جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
سازمان پژوهش‌آموزش کشور

«علم و تحقیق، کلید پیشرفت کشور است.»
مقام معظم رهبری

آزمون ورودی دوره‌های دکتری (نیمه‌متمرکز) - سال ۱۴۰۵
شیمی (۱) (کد ۲۲۱۱)

مدت زمان پاسخ‌گویی: ۱۳۵ دقیقه

تعداد سؤال: ۱۸۰ سؤال

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤال‌ها

| ردیف | مواد امتحانی | تعداد سؤال | از شماره | تا شماره |
|------|--|------------|----------|----------|
| ۱ | ریاضیات عمومی - شیمی پایه (شیمی آلی، معدنی، تجزیه و شیمی فیزیک) | ۲۵ | ۱ | ۲۵ |
| ۲ | شیمی فیزیک - ترمودینامیک آماری ۱ - شیمی کوآنتومی | ۴۵ | ۲۶ | ۷۰ |
| ۳ | اسپکتروسکوپی تجزیه‌ای (اتمی و مولکولی) - الکتروشیمی تجزیه‌ای - روش‌های فیزیکی و شیمیایی جداسازی در تجزیه | ۴۵ | ۷۱ | ۱۱۵ |
| ۴ | کنترل دستگاه‌ها و گسترش شیمی از آزمایشگاه به صنعت - واکنش‌گاه‌های شیمیایی - شیمی تجزیه پیشرفته | ۴۵ | ۱۱۶ | ۱۶۰ |
| ۵ | مبانی نانو تکنولوژی | ۲۰ | ۱۶۱ | ۱۸۰ |

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

این آزمون نمره منفی دارد.

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.

* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات کادر زیر، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب با شماره داوطلبی با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سؤالات، نوع و کدکنترل درج شده بر روی جلد دفترچه سؤالات و پایین پاسخنامه ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

ریاضیات عمومی - شیمی پایه (شیمی آلی، معدنی، تجزیه و شیمی فیزیک):

۱- فرض کنید به ازای عدد مختلط z نامساوی $1 < \left| \frac{6z-i}{2+3iz} \right|$ برقرار باشد. مقدار $|z|$ در کدام فاصله قرار دارد؟

(۱) $\left(\frac{1}{3}, 1\right]$

(۲) $\left(\frac{1}{2}, \frac{2}{3}\right]$

(۳) $\left(\frac{1}{3}, \frac{1}{2}\right)$

(۴) $\left[0, \frac{1}{3}\right)$

۲- مقدار $\lim_{x \rightarrow \frac{1}{2}} \frac{\left(\frac{1}{x}\right)^x - \sqrt{2}}{x - \frac{1}{2}}$ ، کدام است؟

(۱) $\sqrt{2}(-1 + \ln 2)$

(۲) $\sqrt{2} \ln 2$

(۳) $\frac{1}{\sqrt{2}}(1 + \ln 2)$

(۴) $\sqrt{2}(1 + \ln 2)$

۳- مقدار $\lim_{n \rightarrow +\infty} \frac{(n \sin \frac{1}{n}) - 1}{e^{-\frac{1}{n}} - 1}$ ، کدام است؟

(۱) $-e$

(۲) صفر

(۳) $\frac{3}{e}$

(۴) e

۴- برای $\int_0^1 \frac{dx}{x - \sin x}$ ، کدام مورد درست است؟

(۱) انتگرال همگرا به $\frac{\sqrt{\pi}}{2}$ است.

(۲) انتگرال همگرا به $\frac{\sqrt{\pi}}{2}$ است.

(۳) انتگرال همگرا به $\frac{\pi}{2}$ است.

(۴) انتگرال واگرا است.

۵- فرض کنید $(a_n)_{n=1}^{\infty}$ دنباله‌ای از اعداد حقیقی ناصفر باشد، به طوری که $\sum_{n=1}^{\infty} a_n^2$ ، یک سری همگرا است. برای

سری $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_n - 1}{a_n^2}$ ، کدام مورد درست است؟

(۱) واگرا است.

(۲) فقط به شرط $|a_n| < 1$ ، همگرا است.

(۳) همگرای مشروط است.

(۴) همگرای مطلق است.

۶- برای نقطه $(0, 0)$ در تابع با ضابطه $f(x, y) = 2(x^4 + y^4 + 1) - x^2 - y^2 - 2xy$ ، کدام مورد درست است؟

(۱) مینیمم نسبی است.

(۲) ماکزیمم نسبی است.

(۳) زینی است.

(۴) نقطه بحرانی نیست.

۷- مقدار $\int_0^1 \int_{1-y}^{4-y} ye^{\sqrt{x+y}} dx dy$ ، کدام است؟

(۱) e

(۲) e^2

(۳) e^3

(۴) e^4

۸- اگر S قسمتی از سهمی وار $z = 1 - x^2 - y^2$ باشد که بالای صفحه xy قرار دارد، آنگاه مقدار

$\iint_S \frac{z}{\sqrt{1+4x^2+4y^2}} dS$ کدام است؟

(۱) $\frac{\pi}{4}$

(۲) $\frac{\pi}{3}$

(۳) $\frac{\pi}{2}$

(۴) π

۹- فرض کنید Ω ، جسمی در فضا باشد که از پایین به صفحه xy ، از بالا به رویه $z = e^{-(x^2+y^2)^2}$ و از اطراف به استوانه $x^2 + y^2 = 1$ محدود است. اگر چگالی این جسم در هر نقطه به صورت، $\delta(x, y, z) = x^2 + y^2$ باشد، آنگاه جرم آن کدام است؟

$$(۱) \quad 2\pi \left(1 - \frac{1}{e}\right)$$

$$(۲) \quad \pi \left(1 - \frac{1}{e}\right)$$

$$(۳) \quad \frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{1}{e}\right)$$

$$(۴) \quad \frac{\pi}{4} \left(1 - \frac{1}{e}\right)$$

۱۰- فرض کنید $\vec{F}(x, y, z) = (x^2 - y, 4z, x^2)$ و C منحنی حاصل از برخورد مخروط $z = \sqrt{x^2 + y^2}$ با صفحه $z = 2$ و در جهت مثبت است. مقدار $\oint_C \vec{F} \cdot d\vec{r}$ کدام است؟

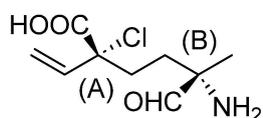
$$(۱) \quad 4\pi$$

$$(۲) \quad \frac{\pi}{4}$$

$$(۳) \quad -\frac{\pi}{4}$$

$$(۴) \quad -4\pi$$

۱۱- شیمی فضائی مراکز کایرال در مولکول زیر در کدام مورد درست است؟



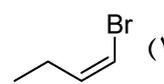
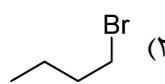
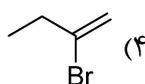
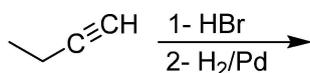
(۱) A(R) و B(S)

(۲) A(R) و B(R)

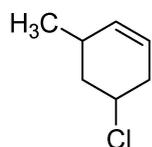
(۳) A(S) و B(S)

(۴) A(S) و B(R)

۱۲- محصول واکنش زیر کدام است؟



۱۳- نام مولکول زیر در کدام مورد درست است؟



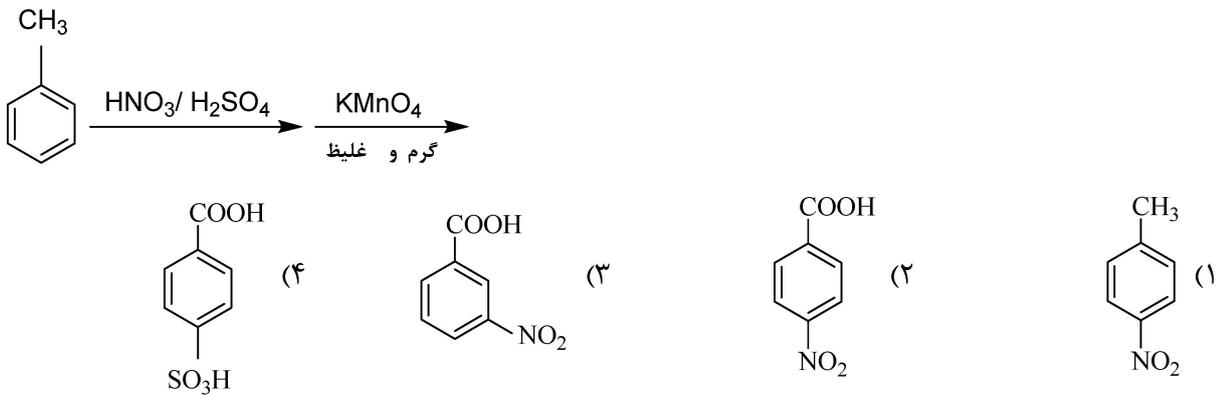
(۱) 5-Chloro-1-methyl cyclohexene

(۲) 1-Chloro-5-methyl cyclohexene

(۳) 5-Chloro-3-methyl cyclohexene

(۴) 4-Chloro-6-methyl cyclohexene

۱۴- محصول عمده واکنش زیر کدام است؟



۱۵- جمله طیفی حالت پایه آرایش الکترونی $d^1 f^1$ ، کدام مورد است؟

- (۱) 1H (۲) 1G (۳) 3G (۴) 3H

۱۶- انرژی پایداری میدان بلور (CFSE)، برای کدام یک از کمپلکس‌های زیر بیشتر است؟

- (۱) $[_{27}Co(NH_3)_6]^{3+}$ (۲) $[_{27}Co(H_2O)_6]^{3+}$
 (۳) $[_{26}Fe(H_2O)_6]^{3+}$ (۴) $[_{23}V(H_2O)_6]^{3+}$

۱۷- نوع نیم‌رسانایی، در کدام یک از موردهای زیر به درستی مشخص شده است؟

- (۱) نوع n : Si دوپه شده با B و نوع n : $Fe_{1-x}O$
 (۲) نوع n : $ZnO_{0.8}$ و نوع p : $Fe_{1-x}O$
 (۳) نوع n : $ZnO_{0.8}$ و نوع p : Si دوپه شده با Ge
 (۴) نوع p : Si دوپه شده با P و نوع n : TiO_2 دوپه شده با Li

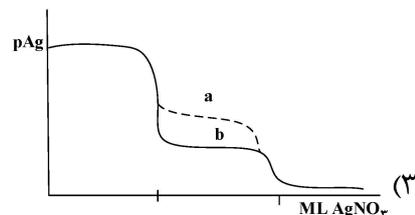
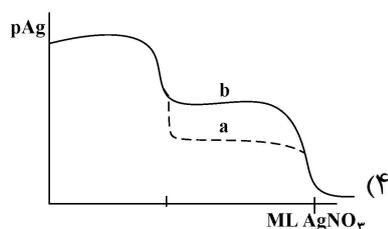
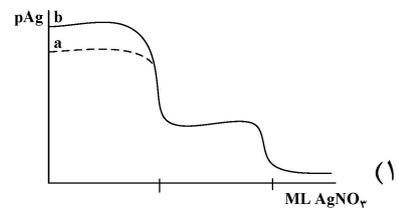
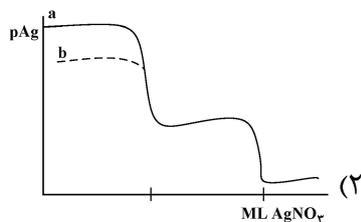
۱۸- در طیف الکترونی کدام یک از کمپلکس‌های زیر، تعداد پیک‌های مربوط به جهش الکترونی $d-d$ بیشتر است؟

- (۱) $[_{21}Sc(H_2O)_6]^{3+}$ (۲) $[_{22}Ti(H_2O)_6]^{3+}$
 (۳) $[_{23}V(H_2O)_6]^{3+}$ (۴) $[_{24}Mn(H_2O)_6]^{3+}$

۱۹- در تیتراسیون نقره‌سنجی برای مخلوط دو آنیون X^- و Y^- با غلظت یکسان 0.10 مولار، در شرایطی که

$K_{sp,AgX} = 1/5 \times 10^{-10}$ باشد، کدام مورد برای تیتراسیون در دو مقدار K_{sp} برای AgY درست است؟

- (a) $1/5 \times 10^{-14}$ ، (b) $1/5 \times 10^{-17}$



- ۲۰- در اندازه‌گیری مس در یک محلول به روش الکترولیز توده با رسوبدهی کاتدی در سطح الکتروود پلاتین، کدام مورد به کاهش پلاریزاسیون غلظت کمک نمی‌کند؟
- (۱) استفاده از الکتروود توری پلاتین به جای ورق پلاتین با مساحت هندسی یکسان
 - (۲) افزایش غلظت یون مس در محلول اندازه‌گیری
 - (۳) افزایش سرعت هم‌زدن محلول الکترولیز
 - (۴) افزایش غلظت الکتروولیت حامل
- ۲۱- محلولی دارای غلظت C_1 و جذب A_1 است. اگر غلظت محلول سه‌برابر گردد، در این صورت مقدار عبور آن (T_2) کدام است؟

$$\frac{A_1}{10^3} \quad (1)$$

$$10^3 A_1 \quad (2)$$

$$\frac{A_1}{10^{-3}} \quad (3)$$

$$10^{-3} A_1 \quad (4)$$

- ۲۲- کدام آشکارساز در دستگاه طیف‌سنج FT-IR بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد؟
- (۱) CCD (Charge Coupled Device)
 - (۲) DTGS (Deuterated Triglycine Sulfate)
 - (۳) PMT (Photo Multiplier Tube)
 - (۴) Thermocouple

۲۳- کاهش سطحی با کدام تغییر کاهش پیدا نمی‌کند؟

- (۱) اضافه کردن صابون
- (۲) اضافه کردن ناخالصی
- (۳) کاهش دما
- (۴) افزایش دما

- ۲۴- دمای بحرانی اکسیژن 155 K است. چگونه می‌توان این گاز را مایع کرد؟
- (۱) ابتدا باید دمای آن را تا زیر 155 K کاهش داد و سپس به‌طور هم‌دما آن را متراکم کرد.
 - (۲) ابتدای باید دمای آن را بالای 155 K رساند و سپس به‌طور هم‌دما آن را متراکم کرد.
 - (۳) ابتدا باید دمای آن را تا زیر 155 K کاهش داد و سپس به‌طور هم‌دما منبسط کرد.
 - (۴) ابتدا باید دمای آن را بالای 155 K رساند و سپس به‌طور هم‌دما منبسط کرد.

۲۵- در اوربیتال‌های هیدروژن مانند تعداد گره‌های شعاعی کدام است؟

$$n + 1 - 1 \quad (1)$$

$$n - 1 - 1 \quad (2)$$

$$n - 1 \quad (3)$$

$$n - 1 \quad (4)$$

شیمی فیزیک - ترمودینامیک آماری ۱ - شیمی کوآنتومی:

- ۲۶- برای یک گاز در چه شرایطی $Z < 1$ (ضریب تراکم‌پذیری) است؟
- (۱) رفتار ایده‌آل
 - (۲) دافعه قوی بین مولکول‌های گاز
 - (۳) جاذبه قوی بین مولکول‌های گاز
 - (۴) جاذبه و دافعه ضعیف بین مولکول‌های گاز
- ۲۷- در چه شرایطی واکنشی با ΔH منفی و ΔS منفی خودبه‌خود خواهد بود؟
- (۱) دمای زیاد
 - (۲) دمای کم
 - (۳) دمای میانی
 - (۴) هرگز خودبه‌خود نخواهد بود.

۲۸- ماده‌ای عجیب از معادله حالت $E(S, V, N) = \frac{BS^\gamma}{V^{\frac{1}{2}}N^{\frac{1}{2}}}$ تبعیت می‌کند که B یک ثابت دارای بعد است. ضریب

انبساط حرارتی (α) این ماده کدام است؟

$$\frac{\gamma}{2T} \quad (۱)$$

$$\frac{3}{p} \quad (۲)$$

$$\frac{2T}{\gamma} \quad (۳)$$

$$\frac{p}{3} \quad (۴)$$

۲۹- بر حسب $S, N, T, C_{p,N}$ کدام است؟ (N بیان‌کننده مقدار ماده است.)

$$\frac{-NTS}{C_{p,N}} \quad (۲) \quad \frac{TS}{C_{p,N}} \quad (۱)$$

$$\frac{-NC_{p,N}}{TS} \quad (۴) \quad \frac{C_{p,N}}{TS} \quad (۳)$$

۳۰- در قانون حدی دبی-هوکل که فعالیت (a) را به غلظت یون‌ها (c) مرتبط می‌کند، شیب $\log a$ بر حسب $\log c$ کدام است؟

$$-۰/۵ \quad (۲) \quad -۱ \quad (۱)$$

$$۱ \quad (۴) \quad +۰/۵ \quad (۳)$$

۳۱- نسبت تحرک یونی $\frac{u_+}{u_-}$ کدام مورد را تحت تأثیر قرار می‌دهد؟

(۱) معادله نرنست

(۲) قانون دبی-هوکل

(۳) قانون کوهرلاش

(۴) پتانسیل اتصال مایع

۳۲- در یک الکترولیت ضریب فعالیت (γ) برای یون M^{n+} با دوبرابر شدن قدرت یونی محیط چگونه تغییر می‌کند؟

(۱) به صورت نمایی کاهش می‌یابد.

(۲) افزایش می‌یابد.

(۳) با ضریب $\sqrt{2}$

(۴) نصف می‌شود.

۳۳- برای یک محلول دوتایی شرط ایجاد آزوتروپ در فشار ثابت به شکل زیر است:

$$\frac{\partial G^E}{\partial x_1} = 0, \quad G^E > 0$$

کدام مورد در خصوص این محلول درست است؟

(۱) از قانون رائولت انحراف مثبت نشان می‌دهد.

(۲) از قانون رائولت انحراف منفی نشان می‌دهد.

(۳) از حالت ایده‌آل انحراف نشان نمی‌دهد.

(۴) با توجه به غلظت می‌تواند هم انحراف مثبت و هم انحراف منفی نشان دهد.

۳۴- در یک تبدیل فاز مرتبه دوم کدام درست است؟

$$\Delta H \neq 0 \quad (۲) \quad \Delta V \neq 0 \quad (۱)$$

(۳) C_p واگرا می‌شود.

(۴) آنتروپی ناپیوستگی دارد.

۳۵- در یک هم‌دمای جذب BET چندلایه در چه شرایطی تعداد لایه‌ها واگرا می‌شود؟

$$p \rightarrow \circ \quad (۱) \quad p \rightarrow p^\circ \quad (۲)$$

$$k \rightarrow \circ \quad (۳) \quad C \rightarrow \circ \quad (۴)$$

۳۶- گاهی پتانسیل شیمیایی برای یک گونه منفی می‌شود. مفهوم آن کدام است؟

(۱) به راحتی می‌توان ذرات بیشتر اضافه کرد. (۲) به سختی می‌توان ذرات بیشتر اضافه کرد.

(۳) نشان‌دهنده تغییر فاز است. (۴) سیستم پایدار نیست.

۳۷- در صورتی که برای واکنشی $K_c \gg 1$ باشد، کدام مورد درست است؟

(۱) بدون تعادل (۲) بدون انجام واکنش

(۳) فراورده بیشتر (۴) ماده اولیه بیشتر

۳۸- برای تبدیل فاز خودبه‌خود در حالت تعادل مقدار کدام کمیت ترمودینامیکی درست است؟

$$\Delta H < \circ \quad (۱) \quad \Delta G = \circ \quad (۲)$$

$$\Delta G < \circ \quad (۳) \quad \Delta H > \circ \quad (۴)$$

۳۹- برای واکنش تک‌مولکولی $A \rightarrow P$ مطابق مکانیسم لیندمن کدام مورد درست است؟

(۱) واکنش در $[A]$ کم مرتبه دوم است. (۲) واکنش در $[A]$ زیاد مرتبه دوم است.

(۳) همیشه $\text{سرعت} = k[A]$ (۴) واکنش مستقل از دماست.

۴۰- برای یک باتری $\Delta G = -nEF$ در چه شرایطی به کار می‌رود؟

(۱) الکترودها خنثی باشند. (۲) پل نمکی حذف شود.

(۳) جریان خیلی بالا باشد. (۴) جریان صفر باشد. (برگشت پذیر)

۴۱- برای دو سیستم مستقل A و B تابع پارش (تقسیم) کل کدام است؟

$$Q_A Q_B \quad (۱) \quad Q_A - Q_B \quad (۲)$$

$$Q_A + Q_B \quad (۳) \quad Q_A / Q_B \quad (۴)$$

۴۲- کدام رابطه افت و خیز در یک مجموعه آماری کانونی را نشان می‌دهد؟

$$\sigma_E^2 = kTC_V \quad (۱) \quad \sigma_N^2 = kT^2 C_V \quad (۲)$$

$$\sigma_E^2 = kT^2 C_V \quad (۳) \quad \sigma_N^2 = kTC_V \quad (۴)$$

۴۳- سیستمی را با N ذره مشابه اما تمیزپذیر در نظر بگیرید که هر کدام یک حالت پایه بدون چندحالتی با انرژی صفر و یک

حالت با انرژی $\epsilon > 0$ و چندحالتی تمیزپذیر دارد. در صورتی که انرژی کل سیستم مقدار ثابت $E = M\epsilon$ و M تعداد ذرات

در حالت برانگیخته باشد، تعداد کل حالت‌های قابل دسترس سیستم کدام است؟

$$\frac{N!}{N!(N-M)!} \quad (۱) \quad \frac{N!g^N}{N!(N-M)!} \quad (۲)$$

$$\frac{N!}{M!(N-M)!} \quad (۳) \quad \frac{N!g^M}{M!(N-M)!} \quad (۴)$$

۴۴- برای مطالعه سیستمی در مجموعه آماری کانونی احتمال اشغال حالت متناسب با کدام است؟

$$\beta E \quad (۱) \quad e^{-\beta E} \quad (۲)$$

$$-\beta E \quad (۳) \quad \ln(\beta E) \quad (۴)$$

۴۵- در ترمودینامیک آماری از محتمل‌ترین توزیع استفاده می‌شود. کدام مورد در خصوص این توزیع درست است؟

(۱) حداکثر آنتروپی را دارد. (۲) حداکثر انرژی را دارد.

(۳) کمترین دما را دارد. (۴) کمترین چندحالتی را دارد.

- ۴۶- آمار بولتسمان در «چه شرایطی از اشغال ترازها» بهتر عمل می‌کند؟
 (۱) اشغال مساوی همه ترازها
 (۲) بدون اشغال ترازها
 (۳) اشغال زیاد
 (۴) اشغال کم
- ۴۷- برای یک مولکول چنداتمی گاز «چه شرایط دمایی» سهم قابل توجهی در تابع پارش چرخشی خواهند داشت؟
 (۱) میانی
 (۲) بسیار کم
 (۳) بسیار بالا
 (۴) در همه شرایط دمایی سهم قابل توجهی دارند.
- ۴۸- برای یک مولکول دواتمی از گاز نسبت دمای چرخشی به دمای ارتعاشی کدام است؟
 (۱) $\frac{Ih}{8\pi^2 v_i}$
 (۲) $\frac{h v_i}{8I}$
 (۳) $\frac{h}{8\pi^2 I v_i}$
 (۴) $\frac{8\pi^2 I h}{v_i}$
- ۴۹- در یک جعبه سه‌بعدی ارتباط چگالی حالات (DOS) با انرژی کدام است؟
 (۱) متناسب با $E^{1/2}$
 (۲) متناسب با $E^{-1/2}$
 (۳) متناسب با E
 (۴) متناسب با E^{-1}
- ۵۰- نسبت تابع پارش چرخشی H_2 به تابع پارش چرخشی HD در دمای 100 K کدام است؟ (فرض کنید H_2 و HD طول پیوند مشابه دارند).
 (۱) $\frac{2}{3}$
 (۲) $\frac{3}{4}$
 (۳) $\frac{1}{2}$
 (۴) $\frac{3}{8}$
- ۵۱- با افزایش دما ($T \rightarrow \infty$) مقدار یک تابع پارش کدام مورد خواهد بود؟ (g_i چندحالتی تراز i ام)
 (۱) $\sum_i g_i$
 (۲) $\sum_i g_i$
 (۳) ۱
 (۴) g_0
- ۵۲- در یک مجموعه آماری کانونی بزرگ $\frac{\langle N^2 \rangle - \langle N \rangle^2}{\langle N \rangle}$ کدام مورد است؟
 (۱) $k_B T \left(\frac{\partial T}{\partial V} \right)_p$
 (۲) $k_B T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$
 (۳) $k_B T \left(\frac{\partial p}{\partial \rho} \right)_T$
 (۴) $k_B T \left(\frac{\partial \rho}{\partial p} \right)_T$
- ۵۳- فرض کنید که سه فرمیون هر کدام از چهار حالت انرژی قابل دسترس خود را با احتمال یکسان پر می‌کنند. آنتروپی چنین سیستمی کدام است؟
 (۱) $2k_B \ln 2$
 (۲) $k_B \ln 2$
 (۳) $3k_B \ln 4$
 (۴) $2k_B \ln 4$

۵۴- برای سیستمی با N ذره تمیزناپذیر هامیلتونی به صورت زیر است:

$$H' = \sum_{i=1}^N \left(\frac{p_i^2}{2m} + \alpha x_i^4 \right)$$

تابع پارش برای یکی از این ذرات به صورت $q_1(T) \propto T^\alpha$ با دما ارتباط دارد. α کدام مورد است؟

$$\frac{3}{2} \quad (۱)$$

$$\frac{1}{2} \quad (۲)$$

$$\frac{3}{4} \quad (۳)$$

$$\frac{1}{T} \quad (۴)$$

۵۵- در دمای بسیار بالا ($T \gg \Theta_D$) ظرفیت گرمایی دمای هر مول به مقدار حدی دولن- پتی $3R$ می‌رسد. جمله دوم تصحیح کوانتومی چه رابطه‌ای با دما دارد؟

$$\frac{1}{T} \quad (۱)$$

$$\ln T \quad (۳)$$

$$\ln\left(\frac{1}{T}\right) \quad (۴)$$

۵۶- هنگام پیداکردن ویژه مقادیر از طریق حل معادلات دیفرانسیل تنها در چه شرایطی کوانتس رخ می‌دهد؟

(۱) شرط متعامد- نرمال بودن ویژه توابع اعمال شود.

(۲) شرط نرمال بودن ویژه توابع اعمال شود.

(۳) شرط خوش رفتاری ویژه توابع اعمال شود.

(۴) شرط متعامد بودن ویژه توابع اعمال شود.

۵۷- کدام جمله در روش هارتری - فاک وجود ندارد؟

(۱) تعویض

(۲) انرژی جنبشی

(۳) برهم کنش الکترون - هسته

(۴) همبستگی الکترون - الکترون دقیق

۵۸- درمینان‌های اسلیتری برای تابع موج یک سیستم n الکترونی کدام مورد را تضمین می‌کنند؟

(۱) نامتقارن بودن

(۲) متقارن بودن

(۳) اثر اسپین

(۴) متعامد بودن

۵۹- مهم‌ترین نتیجه در جفت شدن اسپین - اوربیتال کدام مورد است؟

(۱) جداسدن اوربیتال‌های لایه‌های والانس و داخلی

(۲) جداسدن ترازهای دارای چندحالتی

(۳) جداسدن اوربیتال‌های لایه والانس

(۴) جداسدن اوربیتال‌های لایه‌های داخلی

۶۰- کدام عملگر بیان کننده اثر زیمن (اثر میدان مغناطیسی روی خطوط طیفی) است؟

$$\beta_e B \hat{L}_z \quad (۱)$$

$$\beta_e B \hat{L}_z \quad (۲)$$

$$\beta_e B \hat{L}_z \quad (۳)$$

$$\beta_e B \hat{L}_z \quad (۴)$$

۶۱- اگر b_m ویژه مقداری تک‌حالتی برای عملگر \hat{B} و g_m ویژه تابع نرمال متناظر آن باشد، هنگام اندازه‌گیری خاصیت

B در یک سیستم مکانیک کوانتومی که تابع حالت آن در زمان اندازه‌گیری ψ است، احتمال به دست آمدن b_m کدام

مورد است؟

$$|c_m|^2 \quad (۱)$$

$$|g_m|^2 \quad (۲)$$

$$|c_m| \quad (۳)$$

$$|\psi|^2 \quad (۴)$$

۶۲- برای الکترونی با اسپین $\frac{1}{2}$ ماتریس متناظر عملگر \hat{S}_x کدام مورد است؟

$$\frac{1}{2}\hbar \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \quad (۲) \qquad \frac{1}{2}\hbar \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix} \quad (۱)$$

$$\frac{1}{2}\hbar \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \quad (۴) \qquad \frac{1}{2}\hbar \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix} \quad (۳)$$

۶۳- در روش اختلال تصحیح مرتبه دوم انرژی برای یک حالت بدون چندحالتی کدام است؟

$$\sum_{n \neq 0} \frac{|\langle \psi_n | \hat{H}' | \psi_0 \rangle|^2}{E_0 - E_n} \quad (۲) \qquad \sum_{n \neq 0} |\langle \psi_n | \hat{H}' | \psi_0 \rangle|^2 \quad (۱)$$

$$\sum_{n \neq 0} \langle \psi_n | \hat{H}' | \psi_0 \rangle \quad (۴) \qquad \sum_{n \neq 0} \frac{\langle \psi_n | \hat{H}' | \psi_0 \rangle}{E_0 - E_n} \quad (۳)$$

۶۴- در روش اختلال MP، چرا در روش MP2 گاهی برای سیستم‌های با گاف کوچک انرژی همبستگی بیش از اندازه به دست می‌آید؟

(۱) چون اثرات چندحالتی، ممکن است بسط اختلال واگرا شود.

(۲) چون از توابع موج هیدروژن مانند استفاده می‌شود.

(۳) چون از همبستگی الکترونی صرف نظر می‌شود.

(۴) چون اثرات برانگیختگی لحاظ نمی‌شود.

۶۵- شرط لازم و کافی برای اینکه عملگر \hat{A} متناظر با یک مشاهده پذیر فیزیکی باشد، کدام است؟

$$\hat{A}^\dagger = \hat{A} \quad (۲) \qquad \hat{A}^\dagger \hat{A} = I \quad (۱)$$

$$\hat{A}^\dagger = \hat{A}^{-1} \quad (۴) \qquad \hat{A} = \hat{A}^\dagger \quad (۳)$$

۶۶- چندحالتی یک نوسانگر هماهنگ ایزوتروپ سه بعدی با عدد کوانتومی N کدام است؟

$$2N+1 \quad (۲) \qquad N^2 \quad (۱)$$

$$\frac{(N+1)(N+2)}{2} \quad (۴) \qquad \left(N + \frac{1}{2}\right)^2 \quad (۳)$$

۶۷- در چه صورتی انتگرال تعویض K_{jj} مقدار دارد؟

(۱) اوربیتال‌ها همپوشانی داشته باشند و اسپین‌ها موازی باشند.

(۲) اوربیتال‌ها همپوشانی داشته باشند و اسپین‌ها غیرموازی باشند.

(۳) اوربیتال‌ها متعامد- نرمال باشند.

(۴) اوربیتال‌ها متعامد باشند.

۶۸- کدام روش ورای-SCF (post-SCF) اندازه سازگار است؟

MP2 (۱)

CISD (۲)

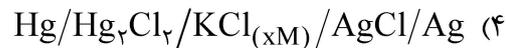
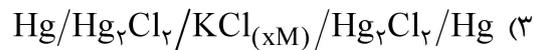
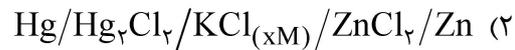
Full CI (۳)

(۴) کلاستر جفت شده با برانگیختگی تک‌ و دوگانه (CCSD)

- ۶۹- خطای برهم نهی مجموعه پایه (BSSE) با استفاده از کدام مورد تصحیح می‌شود؟
 (۱) تجزیه و تحلیل جمعیت مولیکن
 (۲) روش نیروی متعادل کننده
 (۳) قواعد اسلیتر
 (۴) قضیه کوپمن
- ۷۰- کدام روش مکانیک کوانتومی تغییری (variational) نیست؟
 (۱) HF
 (۲) DFT
 (۳) MP2
 (۴) B3LYP
- اسپکتروسکوپی تجزیه‌ای (اتمی و مولکولی) - الکتروشیمی تجزیه‌ای - روش‌های فیزیکی و شیمیایی جداسازی در تجزیه:
- ۷۱- کدام مورد از اهداف طراحی هندسه لامپ کاند تو خالی نیست؟
 (۱) کاهش خودجذبی
 (۲) افزایش طول عمر لامپ
 (۳) افزایش شدت تابش
 (۴) تمرکز بیشتر باریکه نور خروجی
- ۷۲- کدام مورد در خصوص تغییرات پتانسیل بین دو الکتروود آند و کاند در قوس الکتریکی طیف‌سنجی نشر اتمی درست است؟
 (۱) کاهش و به صورت نمایی است.
 (۲) افزایش و به صورت خطی یکنواخت است.
 (۳) کاهش و به صورت خطی یکنواخت است.
 (۴) در مجاور دو الکتروود شدیدتر از ناحیه میانی است.
- ۷۳- استفاده از سه لوله متحدالمرکز در تولید پلاسمای جفت شده القایی در طیف‌سنجی نشر اتمی (ICP - AES) به چه دلیل انجام می‌شود؟
 (۱) تمرکز جریان نمونه در داغ‌ترین مکان پلازما
 (۲) غلبه بر سد آیرودینامیکی ورود نمونه به پلازما
 (۳) ایجاد گرادیان دمایی کمتر جهت ثبات سیگنال نشر
 (۴) کاهش باز ترکیب کاتیون‌ها و الکترون‌ها به‌عنوان عامل اصلی نشر زمینه
- ۷۴- در کدام روش طیف‌سنجی نشر اتمی، خطوط نشر یون‌های اتمی غالب است؟
 (۱) جرقه الکتریکی
 (۲) قوس الکتریکی
 (۳) پلاسمای جریان مستقیم
 (۴) پلاسمای پالس لیزری
- ۷۵- کدام دو روش طیف‌سنجی نشر اتمی به ترتیب دارای بالاترین حساسیت و تکرارپذیری هستند؟
 (۱) ICP - AMS و ET - AAS
 (۲) ICP - AES و Flame - AFS
 (۳) ICP - AES و Flame - AAS
 (۴) ICP - AMS و ICP - AES
- ۷۶- گستره خطی اندازه‌گیری در کدام تکنیک‌های طیف‌سنجی اتمی بیشتر است؟
 (۱) AES و AAS
 (۲) AMS و AAS
 (۳) AES و AFS
 (۴) AFS و AAS
- ۷۷- استفاده از روش استاندارد داخلی در طیف‌سنجی نشر اتمی به چه منظوری است؟
 (۱) کاهش تأثیر نوسانات دمایی منبع اتمی کننده
 (۲) کاهش تأثیر اثرات بافت همراه نمونه
 (۳) حذف مزاحمت‌های طیفی بافت همراه نمونه
 (۴) حذف مزاحمت‌های شیمیایی بافت همراه نمونه
- ۷۸- انتخاب طول موج لیزر به‌عنوان منبع تابش در طیف‌سنجی رامان معمولاً براساس کدام معیار انجام می‌شود؟
 (۱) بیشترین توان خروجی لیزر
 (۲) به حداقل رساندن فلورسانس
 (۳) حداکثر جذب نمونه
 (۴) بیشترین انرژی فوتون تابش
- ۷۹- عمق نفوذ (penetration depth)، در یک اسپکترومتر با مد ATR به کدام پارامتر وابسته نیست؟
 (۱) طول موج منبع تابش
 (۲) ضریب شکست نمونه
 (۳) زاویه ورود تابش منبع
 (۴) ضخامت نمونه مورد آنالیز

- ۸۰- زمان عمر متوسط فلورسانس یک مولکول برابر 7×10^{-8} نانوثانیه است. چنانچه ثابت سرعت آسایش غیرتابشی (k_p) برابر $1 \times 10^8 \text{ s}^{-1}$ باشد، بازده کوانتومی مولکول کدام است؟
 (۱) $0/4$ (۲) $0/5$ (۳) $0/7$ (۴) $0/9$
- ۸۱- شدت فلورسانس یک فلوروفور در غیاب خاموش کننده معادل 120 واحد و در حضور غلظت $0/02$ مولار خاموش کننده برابر 80 واحد است. ثابت خاموشی استرن - ولمر کدام است؟
 (۱) 25 (۲) 50 (۳) 100 (۴) 200
- ۸۲- دلیل اصلی افزایش شدید شدت سیگنال در رامان تقویت شده از سطح (SERS) کدام است؟
 (۱) افزایش تعداد فوتون های تابش ورودی
 (۲) افزایش دما در سطح بستر فلزی که مولکول رامان فعال بر روی آن تثبیت شده است.
 (۳) جذب تابش توسط فلز و انتقال آن به مولکول آنالیت
 (۴) تشدید پلاسمون سطحی در نانو ساختارهای فلزی که مولکول رامان فعال بر روی آن تثبیت شده است.
- ۸۳- در طیفسنجی جرمی مولکولی، در کدام منبع یونش بیشترین قطعه قطعه شدن اتفاق می افتد؟
 (۱) یونش میدانی (FI) (۲) برخورد الکترونی (EI)
 (۳) یونش شیمیایی (CI) (۴) واجذبی میدانی (FD)
- ۸۴- چرا $C - NMR$ حساسیت کمتری نسبت به $H - NMR$ دارد؟
 (۱) شکافتگی اسپینی $C - C$ رخ نمی دهد.
 (۲) طیف های $C - NMR$ در فرکانس کمتری گرفته می شوند.
 (۳) ^{13}C فراوانی طبیعی کمتری دارد.
 (۴) کربن سنگین تر از هیدروژن است.
- ۸۵- کدام مورد در خصوص طیفسنجی فوتوالکترون اشعه X (XPS) نادرست است؟
 (۱) اطلاعات کیفی آنالیز عنصری از سطح آنالیت به دست می دهد.
 (۲) اطلاعات کیفی گروه های عاملی مشابه طیفسنجی IR می دهد.
 (۳) اطلاعات کیفی محیط شیمیایی مشابه طیفسنجی NMR می دهد.
 (۴) اطلاعات آنالیز کمی دقیقی از توده آنالیت به دست می دهد.
- ۸۶- در آرایش سل سه الکترودی، الکترود مرجع با نوک کاپیلاری حتی الامکان نزدیک به سطح الکترود کار تعبیه می شود. این عمل بر کدام یک از موارد زیر اثر دارد؟
 (۱) پتانسیل اعمال شده بین الکترود کار و الکترود مقابل
 (۲) کاهش اندازه اضافه ولتاژ انتقال بار برای گونه های الکتروفعال
 (۳) کاهش میزان مقاومت انتقال جرم برای گونه های الکتروفعال
 (۴) کاهش اثر مقاومت جبران نشده در پتانسیل اندازه گیری شده الکترود کار
- ۸۷- با تغییر پتانسیل الکترود کار سرب (Pb) از مقدار مدار باز (OCP، $i = 0$) به سمت پتانسیل های منفی (نسبت به مرجع $Ag | AgCl$)، کدام فرایند زیر در مخلوط $0/010$ مولار از یون های H^+ ، Ni^{2+} ، Sn^{2+} و Zn^{2+} ابتدا رخ می دهد؟
 (I) احیاء یون قلع (II) احیاء یون نیکل
 (۳) احیاء یون روی (۴) احیاء یون H^+ و آزاد شدن هیدروژن
- ($E^\circ_{Zn^{2+}/Zn} = -0/761 \text{ V}$ ، $E^\circ_{Ni^{2+}/Ni} = -0/231 \text{ V}$ ، $E^\circ_{Sn^{2+}/Sn} = -0/136 \text{ V}$ ، $E^\circ_{2H^+/H_2} = 0/000 \text{ V}$)

۸۸- منحنی جریان - پتانسیل (i-E) در کدام سل الکتروشیمیایی زیر برای محاسبه مقاومت اهمی محلول می تواند استفاده شود؟



۸۹- کدام عبارت در مورد پتانسیل غشاء (E_m) اندازه گیری شده به وسیله الکتروود غشائی کاتیون گزین M^+ در محلول حاوی نمک MA نادرست است؟

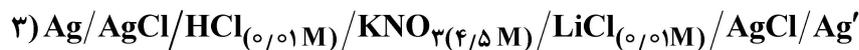
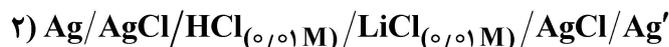
(۱) لازمه ایجاد E_m ، وجود خاصیت نفوذگزینی (Permselectivity) غشاء است.

(۲) E_m کاملاً تابع اختلاف تحرک یونی یون های M^+ و A^- در محلول آنالیت است.

(۳) E_m نوعی از پتانسیل اتصال مایع است که تحرک یونی یون مخالف آن (A^-) به صفر می رسد.

(۴) در غیاب عبور جریان، در اغلب سل های حقیقی پتانسیل غشا در سل پتانسیومتری به مقدار ثابت حالت پایا می رسد.

۹۰- ترتیب پتانسیل الکتروشیمیایی اندازه گیری شده در سل های زیر کدام است؟



| یون | H^+ | Na^+ | K^+ | Li^+ | NH_4^+ | Cl^- | NO_3^- |
|-------------|-------|--------|-------|--------|----------|--------|----------|
| λ_0 | ۳۴۹٫۸ | ۵۰٫۱۱ | ۷۳٫۵۲ | ۳۸٫۶۹ | ۷۳٫۴۰ | ۷۶٫۳۴ | ۷۱٫۴۴ |

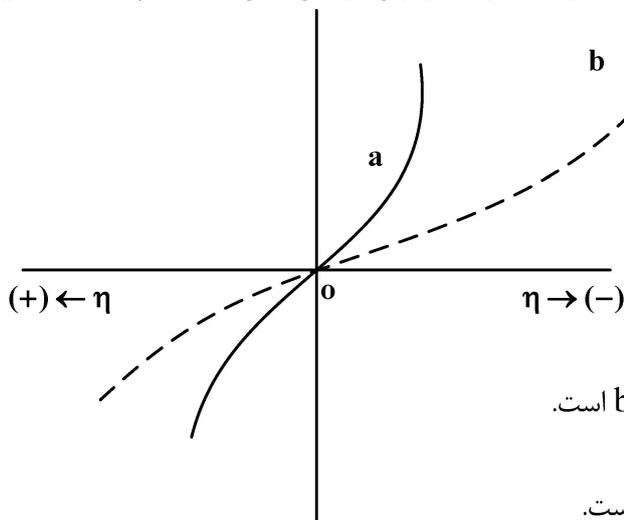
$$(۲) ۳ < ۴ < ۱ < ۲$$

$$(۱) ۱ < ۴ < ۲ < ۳$$

$$(۴) ۳ < ۲ < ۱ < ۴$$

$$(۳) ۴ < ۳ < ۲ < ۱$$

۹۱- منحنی جریان - اضافه ولتاژ ($i-\eta$) را برای دو فرایند (a) و (b) در شکل زیر در نظر بگیرید. کدام مقایسه در مورد این دو فرایند نادرست است؟



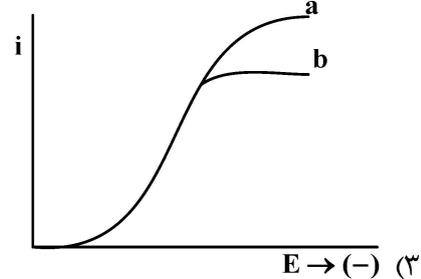
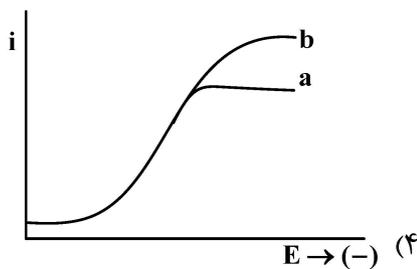
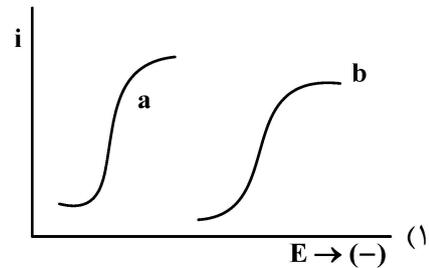
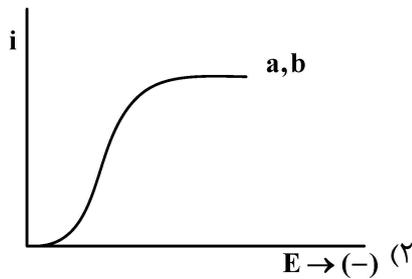
(۱) مقدار جریان تعویضی (i_0) برای فرایند a کوچکتر از b است.

(۲) ضریب انتقال (α) برای دو فرایند یکسان نیست.

(۳) مقدار اضافه ولتاژ سینتیکی برای فرایند b بیش از a است.

(۴) در فرایند a، اثرات انتقال جرم در اضافه ولتاژهای کمتری نسبت به b ظاهر می شود.

۹۲- کدام مورد در خصوص مقایسه موج پلاروگرافی با نمونه‌برداری از جریان (fast-polarograr.) برای محلول $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ مولار 0.0010 در دو غلظت مختلف KNO_3 درست است؟ (a) 0.100 M ، (b) 1.00 M



۹۳- اندازه‌گیری هیدروکینون در سطح الکتروود کربن شیشه‌ای به روش ولتامتری پالس تفاضلی (DPV) انجام می‌شود. $10/0$ میلی‌لیتر نمونه بهداشتی حاوی هیدروکینون به وسیله بافر فسفات $\text{pH} = 7.0$ به حجم $100/0 \text{ mL}$ رسانده شد. $25/0$ میلی‌لیتر از این محلول به سل ولتامتری منتقل و جریان پیک DPV برابر $20 \mu\text{A}$ برای آن حاصل شد. افزایش $2/0$ میلی‌لیتر محلول استاندارد هیدروکینون 0.0010 مولار به درون سل و ثبت مجدد ولتاموگرام، جریان پیک $22 \mu\text{A}$ را نشان داد. میلی‌گرم هیدروکینون در نمونه بهداشتی اولیه کدام است؟
(جرم مولی هیدروکینون = 114 g/mol)

(۲) 0.356 (۱) 1.425 (۴) 0.1425 (۳) 2.850

۹۴- کدام عبارت در مقایسه با روش‌های پالسی ولتامتری زیر درست است؟

- ولتامتری پالس نرمال (NPV)

- ولتامتری پالس تفاضلی (DPV)

- ولتامتری موج مربعی (SWV)

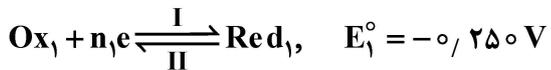
(۱) در کلیه این تکنیک‌ها، حذف مؤثر جریان خازنی به‌طور یکسان انجام می‌پذیرد.

(۲) در اندازه‌گیری‌های کمی، روش SWV همواره حساسیت بالاتری را نسبت به دو روش دیگر نشان می‌دهد.

(۳) در روش DPV با افزایش دامنه پالس پتانسیل، همواره جریان پیک افزایش می‌یابد.

(۴) جریان‌های فاراده‌ای نفوذی در روش NPV اساساً بزرگتر از روش DPV هستند.

۹۵- فرایند الکترودی با مکانیسم زیر را در سطح الکتروود میکرو دیسک پلاتین در نظر بگیرید:



کدام مورد در خصوص رفتار ولتامتری چرخه‌ای (CV) سیستم در سرعت‌های روبش پتانسیل مختلف نادرست است؟

(۱) نسبت $\frac{i_p(\text{IV})}{i_p(\text{II})}$ با کاهش سرعت روبش افزایش می‌یابد.

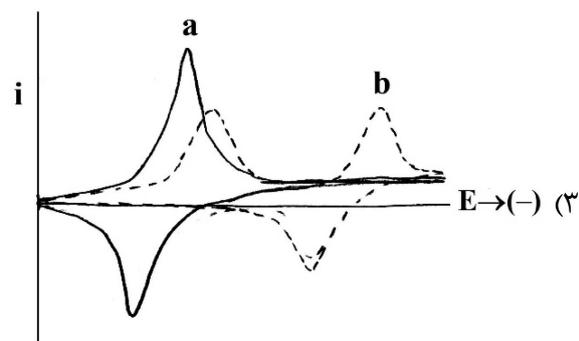
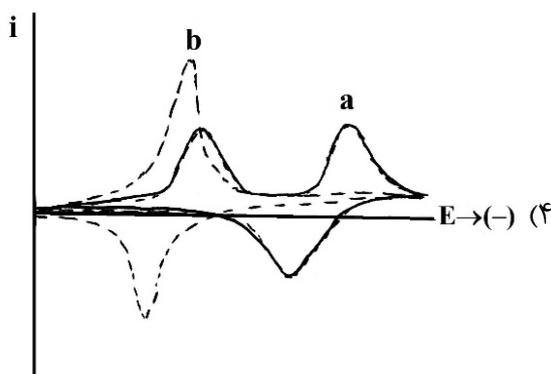
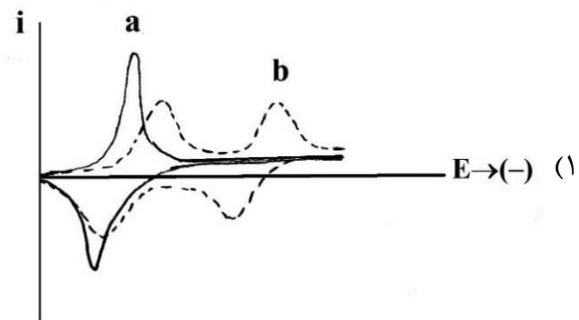
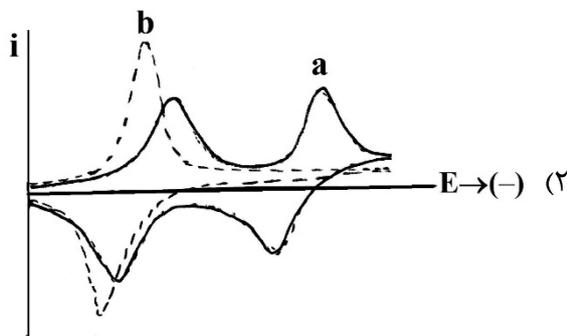
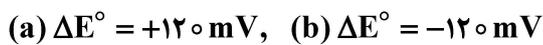
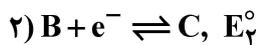
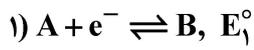
(۲) نسبت $\frac{i_p(\text{II})}{i_p(\text{I})}$ با افزایش سرعت روبش کاهش می‌یابد.

(۳) نسبت $\frac{i_p(\text{IV})}{i_p(\text{III})}$ در تمامی سرعت‌های روبش برابر یک است.

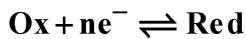
(۴) نسبت $\frac{i_p(\text{III})}{i_p(\text{I})}$ با کاهش سرعت روبش افزایش می‌یابد.

۹۶- کدام مورد شکل ولتاموگرام چرخه‌ای را برای فرایند با مکانیسم زیر در یک سرعت روبش پتانسیل ثابت و در دو

ΔE° مختلف نشان می‌دهد؟ ($\Delta E^\circ = E_2^\circ - E_1^\circ$)



۹۷- برای فرایند الکترودی با مکانیسم زیر، با افزایش ثابت سرعت واکنش شیمیایی همراه (k)، کدام تغییر زیر رخ نمی‌دهد؟
(A و P غیرفعال الکتروشیمیایی هستند).



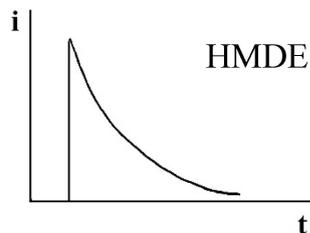
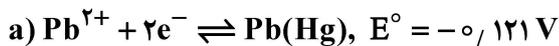
(۱) نسبت $\frac{i_{p,a}}{i_{p,c}}$ در تکنیک ولتامتری چرخه‌ای کاهش می‌یابد.

(۲) نسبت $\frac{Q_f}{Q_r}$ در کرنوکولومتری با پله دوگانه پتانسیل افزایش خواهد یافت.

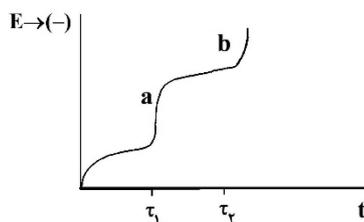
(۳) با توجه به ماهیت برگشت‌پذیر فرایند الکترودی، نسبت $\frac{i_{p,a}}{i_{p,c}}$ همواره ۱ و مستقل از k است.

(۴) نسبت $\frac{\tau_2}{\tau_1}$ در کرنوپتانسیومتری برگشتی (پله دوگانه) کوچکتر از $\frac{1}{3}$ خواهد شد.

۹۸- برای محلول ۰/۱۰ میلی‌مولار یون‌های Pb^{2+} و Zn^{2+} ، در شرایطی که ضریب نفوذ هر دو یون یکسان باشد، کدام نمودار زیر نادرست است؟

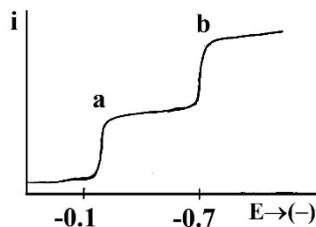


(۱) کرنوآمپرومتری با پله پتانسیل ثابت $-0,80 \text{ V}$ و الکتروود HMDE

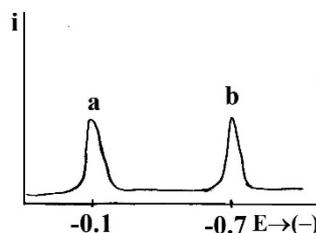


(۲) آزمایش کرنوپتانسیومتری با استفاده از الکتروود HMDE

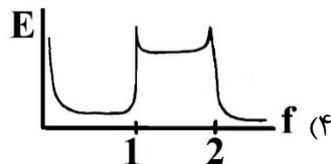
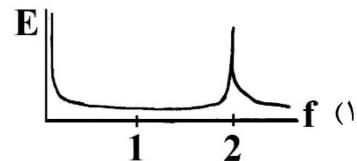
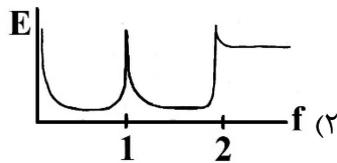
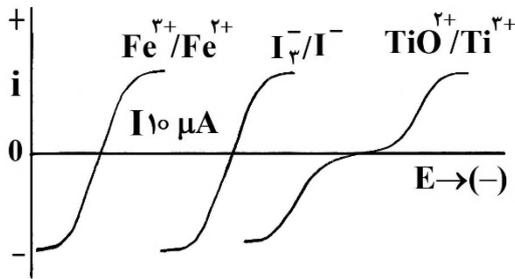
(۳) آزمایش tast پلاروگرافی



(۴) آزمایش ولتامتری پالس تفاضلی با استفاده از DME



۹۹- شکل منحنی تیتراسیون بی‌پتانسیومتری مخلوط ۱/۰ میلی‌مولار Ti^{3+} و I^- به وسیله معرف تیترکننده Fe^{3+} با استفاده از دو الکتروود میکروسیم پلاتین یکسان و تحت جریان ثابت $10 \mu\text{A}$ کدام است؟



۱۰۰- برای احیای مرحله‌ای RuO_4^{2-} در محلول الکترولیت ۰/۱۰ مولار H_2SO_4 در سطح الکتروود گرافیت، در آزمایش کروئوپتانسیومتری تحت یک پله جریان ثابت، نسبت $\frac{\tau_2}{\tau_1}$ کدام است؟



۱/۲۵ (۱)

۲/۰۰ (۲)

۲/۵۰ (۳)

۱۶/۰ (۴)

۱۰۱- حلالیت گونه A در کربن تتراکلرید ۴ برابر حلالیت آن در آب است. ۱۰/۰ mL از نمونه آبی یکبار با ۱۰/۰ mL از CCl_4 و بار دیگر طی دو مرحله و هر بار با ۱۵/۰ mL استخراج شد. در روش دوم چند درصد استخراج بهبود یافته است؟

۱۲ (۲)

۹ (۱)

۱۷ (۴)

۱۵ (۳)

۱۰۲- در کدام گزینه، افزایش تمامی موارد ذکر شده ارتفاع بشقابک‌های تئوری را در روش‌های کروماتوگرافی معمولاً افزایش می‌دهد؟

(۱) قطبیت فاز متحرک، ضخامت فاز ساکن، اندازه ذرات پرکننده ستون

(۲) ضخامت فاز ساکن، فشار پمپ یا گاز، تخلخل فاز ساکن

(۳) سرعت خطی فاز متحرک، طول ستون، pH فاز متحرک

(۴) ویسکوزیته فاز متحرک، قطر ستون، دما در GC

۱۰۳- در خصوص روش‌های کروماتوگرافی گازی، چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- ۱- هر چه بتوان دما را پایین تر نگه داشت، کارایی فرایند جداسازی بهتر است.
 - ۲- با توجه به کارایی بیشتر GC نسبت به HPLC، ارتفاع بشقاب‌های تئوری در GC کمتر است.
 - ۳- برای اندازه‌گیری آلاینده‌های هیدروکربنی و فرار در نمونه‌های آبی مستقیماً کارآمد است.
 - ۴- با تغییر گاز حامل می‌توان K' (فاکتور بازداری) را به خوبی تغییر داد.
 - ۵- با افزایش حجم تزریق و کاهش سرعت تزریق، کروماتوگرام‌های بهتری به دست می‌آید.
- (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴) ۴

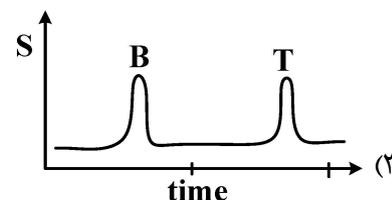
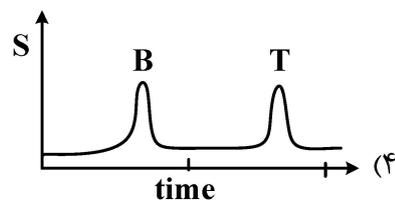
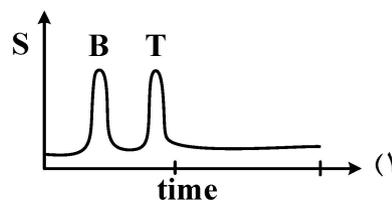
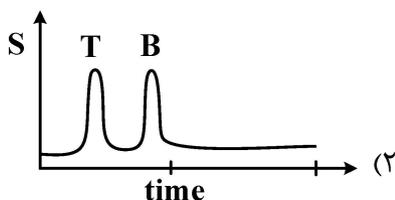
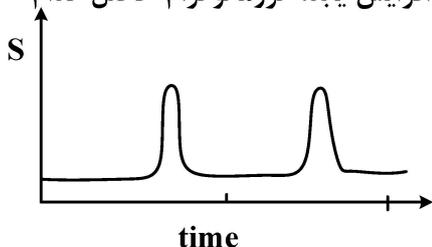
۱۰۴- برای آنالیز اسیدهای آمینه با استفاده از HPLC کدام آشکارساز از حساسیت بیشتری برخوردار است؟

- (۱) پراکندگی نور تبخیری (ELSD)
- (۲) ضریب شکست (RID)
- (۳) فرابنفش - مرئی (UV-Vis)
- (۴) فلئورسانس (FLD)

۱۰۵- کدام یک از آشکارسازهای GC، دامنه خطی محدودتری دارد؟

- (۱) اسپکترومتری جرمی (MS)
- (۲) ربایش الکترون (ECD)
- (۳) هدایت گرمایی (TCD)
- (۴) یونش شعله (FID)

۱۰۶- در جداسازی دو ترکیب تولوئن (T) و بنزن توسط کروماتوگرافی فاز معکوس با فاز متحرک ۵۰ : ۵۰ آب - استونیتریل کروماتوگرام زیر حاصل شده است. در صورتی که درصد استونیتریل به ۷۰٪ افزایش یابد، کروماتوگرام حاصل کدام خواهد بود؟



۱۰۷- روش نرمال کردن سطح برای اندازه‌گیری مخلوطی که صرفاً محتوی بنزن، تولوئن، اتیل‌بنزن و پارازیلین است، با دستگاه GC به کار برده شده است. با توجه به جدول داده‌ها، مجموع غلظت تولوئن و پارازیلین چند درصد است؟

| نام ترکیب | فاکتور پاسخ‌دهی آشکارساز | مساحت پیک |
|-----------|--------------------------|-----------|
| بنزن | ۱ | ۳۵۰۰۰ |
| تولوئن | ۰/۸۰ | ۲۰۰۰۰ |
| اتیل‌بنزن | ۰/۹۰ | ۸۱۰۰۰ |
| پارازیلین | ۰/۷۰ | ۳۵۰۰۰ |

- (۱) ۲۶/۲
- (۲) ۲۷/۵
- (۳) ۳۷/۵
- (۴) ۳۲/۲

- ۱۰۸- معادله ون دیومتر توصیف واقع بینانه تری از پهن شدن باندهای کروماتوگرافی نسبت به نظریه بشقابک تئوری ارائه می‌کند. کدام مورد درست است؟
- (۱) نظریه بشقابک تئوری تعادل آنی را فرض می‌کند، درحالی‌که معادله ون دیومتر مقاومت‌های مختلف انتقال جرم را لحاظ می‌کند.
- (۲) نظریه بشقابک تئوری فقط در کروماتوگرافی گازی کاربرد دارد، درحالی‌که معادله ون دیومتر فقط در کروماتوگرافی مایع کاربرد دارد.
- (۳) نظریه بشقابک تئوری نفوذ را کاملاً نادیده می‌گیرد، درحالی‌که معادله ون دیومتر فقط نفوذ طولی را در نظر می‌گیرد.
- (۴) معادله ون دیومتر تجربی است، درحالی‌که نظریه بشقابک تئوری مکانیزی می‌است.
- ۱۰۹- در کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا (HPLC)، پهن‌شدگی باند خارج ستونی (Extra-Column Effects) به کدام دلیل بیشترین اهمیت را در بهبود تفکیک دارد؟
- (۱) نفوذ طولی در دبی‌های کم غالب می‌شود.
- (۲) زمان پاسخ آشکارساز کندتر از نفوذ حل‌شونده است.
- (۳) ویسکوزیته فاز متحرک در HPLC بیشتر از GC است.
- (۴) بازده ستون آنقدر بالا است که حجم‌های خارج ستونی سهم قابل توجهی در واریانس کل دارند.
- ۱۱۰- مهم‌ترین مزیت برنامه‌ریزی دمایی در کروماتوگرافی گازی (GC) کدام است؟
- (۱) نفوذ گردابی (eddy diffusion) را در ستون‌های پر شده کاهش می‌دهد.
- (۲) جداسازی ترکیبات با نقاط جوش بسیار متفاوت را در یک آنالیز ممکن می‌سازد.
- (۳) ضریب ظرفیت (k') همه آنالیت‌ها را ثابت نگه می‌دارد.
- (۴) نیاز به فازهای ساکن انتخابی را حذف می‌کند.
- ۱۱۱- در خصوص روش‌های کروماتوگرافی، کدام مورد نادرست است؟
- (۱) ستون‌های مگابور در دسته ستون‌های موئینه (capillary columns) در نظر گرفته نمی‌شوند.
- (۲) نسبت توزیع (k) در کروماتوگرافی تبادل یونی برای Ag^+ بیشتر از Li^+ است.
- (۳) ترتیب زمان خروج تری فلئورواستیک‌اسید و پروپیونیک‌اسید در کروماتوگرافی تبادل آنیون و کروماتوگرافی طرد یون، معکوس یکدیگر است.
- (۴) توانایی حل کردن مولکول‌های غیرفرار بزرگ توسط سیال فوق بحرانی به چگالی سیال که به حالت مایع آن نزدیکتر است، مربوط می‌شود.
- ۱۱۲- در خصوص کارایی دو ستون C18 مشابه با طول ۲۵ cm، قطر داخلی ۴/۶ mm و اندازه ذرات پرکننده ۵ μm، کدام مورد نادرست است؟
- (۱) در صورتی‌که با تزریق ترکیب غیرقطبی A، هر دو ستون بازداری یکسانی ایجاد کنند، هر ستون که پیک با پهنای کمتری ایجاد کند دارای کارایی جداسازی بیشتری است.
- (۲) در صورتی‌که ترکیب غیرقطبی A به هر دو ستون تزریق شود، ستونی که زمان بازداری بیشتری را برای ترکیب A ایجاد کند، دارای کارایی بیشتری است.
- (۳) ارتفاع بشقابک تئوری (H)، در ستونی که پهنای پیک کمتری را برای ترکیب A ایجاد می‌کند، بیشتر است.
- (۴) مقدار k' برای ترکیب غیرقطبی A در ستون با کارایی بیشتر، عدد بزرگتری است.

۱۱۳- کدام ویژگی به طور بنیادی کروماتوگرافی با سیال فوق بحرانی (SFC) را از HPLC و GC متمایز می کند و علت اصلی قابلیت تنظیم پذیری بالای قدرت شویندگی (elution strength) در این تکنیک است؟

- ۱) تغییرپذیری شدید چگالی سیال فوق بحرانی با تغییرات کوچک فشار و دما
- ۲) قطبیت ذاتی بالای CO_۲ فوق بحرانی نسبت به حلال های آلی
- ۳) چگالی بالای سیال فوق بحرانی که مستقل از فشار است.
- ۴) غالب بودن نفوذ طولی به عنوان مکانیسم اصلی پهن شدن باند

۱۱۴- در الکتروفورز موئینه ای (Capillary Electrophoresis, CE)، کدام عامل بیشترین نقش را در جهت و سرعت مهاجرت ظاهری (Apparent migration velocity) اغلب آنالیت ها ایفا می کند و باعث می شود کاتیون ها، آنیون ها و ترکیبات خنثی بتوانند در یک آنالیز از هم تفکیک شوند؟

- ۱) نفوذ مولکولی در میدان الکتریکی
 - ۲) شیب دمایی ایجاد شده در طول موئینه
 - ۳) جریان الکترواسمزی (Electroosmotic flow, EOF)
 - ۴) تحرک الکتروفورزی ذاتی یون ها (Electrophoretic mobility)
- ۱۱۵- در کروماتوگرافی اندازه پردی ایده آل، اگر برای یک ستون مشخص روابط زیر برقرار باشد:

$$K_{av} = \frac{V_e - V_o}{V_t - V_o} \text{ and } \log M = a - bK_{av}$$

که در آن V_e حجم واجذب، V_o حجم فضای بین دانه ای و V_t حجم کل ستون است، کدام نتیجه از نظر فیزیکی و کروماتوگرافی درست تر است، اگر شیب خط کالیبراسیون (b) به طور قابل توجهی افزایش یابد، در حالی که V_t و V_o ثابت باقی بمانند؟

- ۱) تفکیک مولکول های بزرگ افزایش می یابد، زیرا نفوذ آن ها به منافذ بیشتر می شود.
- ۲) حساسیت ستون نسبت به اختلاف جرم مولکولی در ناحیه کاری افزایش می یابد.
- ۳) ترتیب واجذب معکوس می شود و مولکول های کوچک زودتر خارج می شوند.
- ۴) پخش باند کاهش می یابد، زیرا مکانیسم جذب حذف شده است.

کنترل دستگاه ها و گسترش شیمی از آزمایشگاه به صنعت - واکنش گاه های شیمیایی - شیمی تجزیه پیشرفته:

۱۱۶- در طیفسنجی جرمی TOF، اگر یون با انرژی ۳/۰ keV شتاب داده شود و طول پرواز ۱/۵ m باشد، زمان پرواز بر حسب μ s چقدر است؟ (۱۰۰ amu = جرم یون)

- | | |
|--------|--------|
| ۱) ۱/۸ | ۲) ۳/۲ |
| ۳) ۴/۷ | ۴) ۸/۱ |

۱۱۷- برای شناسایی گروه های عاملی ترکیب آلی کدام مناسب تر است؟

- | | |
|---------------|-----------------|
| ۱) HPLC و NMR | ۲) FTIR و NMR |
| ۳) XRD و SEM | ۴) FTIR و MS/LC |

۱۱۸- کدام دستگاه ها برای دو آنالیز اسانس و دارو کاربرد دارد؟

- | | |
|---------------|--------------|
| ۱) FTIR - NMR | ۲) NMR - MS |
| ۳) GC - FTIR | ۴) HPLC - GC |

- ۱۱۹- یک شرکت تولیدکننده عطر قصد دارد ترکیبات موجود در یک نمونه اسانس گل محمدی را شناسایی کند، این ترکیبات فرآر هستند. کدام دسته برای این منظور مناسب تر است؟
- (۱) GC - MS
(۲) HPLC - UV
(۳) XRD - NMR
(۴) UV - Vis
- ۱۲۰- یک شرکت به منظور بررسی کیفیت هوای داخل ساختمان، نمونه‌ای از هوا را جمع‌آوری می‌کند و با دستگاه GCMS آنالیز می‌کند و مشخص می‌شود که در آن ترکیبات بنزن، تولوئن، اتیل بنزن و زایلن‌ها وجود دارد. این آلودگی ناشی از کدام مورد است؟
- (۱) سیکلوآلکان‌ها و سیکلون‌ها
(۲) ترکیبات آلی فرآر (VOC_s)
(۳) گازهای اسیدی و استرها سبک
(۴) گازهای گلخانه‌ای و ترکیبات آلی آسفالتن
- ۱۲۱- در هنگام Scale-up یک همزن پارویی، اگر معیار حفظ عدد رینولدز باشد و قطر مخزن ۳ برابر شود، سرعت دورانی تقریباً چگونه تغییر می‌کند؟
- (۱) ثابت می‌ماند.
(۲) ۳ برابر کاهش می‌یابد.
(۳) ۳ برابر افزایش می‌یابد.
(۴) ۹ برابر افزایش می‌یابد.
- ۱۲۲- در یک سیستم کنترلی PID، افزایش زیاد بهره تناسبی (Kp) در ستون تقطیر صنعتی چه اثری دارد؟
- (۱) کاهش بهره حلقه باز
(۲) افزایش زمان نشست
(۳) کاهش حساسیت ورودی
(۴) نوسان شدید و کاهش پایداری
- ۱۲۳- در راکتور صنعتی همزده که از نسخه آزمایشگاهی Scale-up می‌شود، مهم‌ترین پارامتر برای حفظ Selectivity چیست؟
- (۱) زمان ماند
(۲) نوع سازه
(۳) سرعت همزن
(۴) نرخ انتقال حرارت
- ۱۲۴- اگر توان همزن در مقیاس آزمایشگاهی 50 W باشد و قانون توان $P \propto N^3 D^5$ را حفظ کنیم، افزایش قطر مخزن از 0.2 m به 1.0 m ، توان جدید را چگونه تغییر می‌دهد؟
- (۱) حدود $10,000$ برابر افزایش
(۲) حدود 100 برابر می‌شود.
(۳) ثابت می‌ماند.
(۴) نصف می‌شود.
- ۱۲۵- در انتقال مدل کنترل از راکتور آزمایشگاهی به صنعتی، بیشترین خطا معمولاً از کدام پدیده ناشی می‌شود؟
- (۱) خطای کالیبراسیون
(۲) زمان مُرد
(۳) دمای محیط
(۴) نویز سنسور
- ۱۲۶- برای Scale-up یک راکتور گاز - مایع، اگر معیار حفظ $k-La$ باشد، مهم‌ترین پارامتر عملیاتی کدام است؟
- (۱) ویسکوزیته
(۲) فشار سیستم
(۳) توان ویژه ورودی (P/V)
(۴) نسبت مایع به گاز
- ۱۲۷- در طراحی کنترلر برای یک راکتور بزرگ، چرا مدل First-Order-Plus-Dead-Time (FOPDT) اغلب استفاده می‌شود؟
- (۱) بهترین تقریب برای سیستم‌های دارای تأخیر بزرگ است.
(۲) بهینه‌ترین پاسخ را می‌دهد.
(۳) پارامترهای کمتری دارد.
(۴) نیاز به تیونینگ ندارد.

- ۱۲۸- در فرایند **Scale-up** همزن توربینی، اگر هدف ثابت نگه‌داشتن ویژه باشد، با ۲ برابر شدن قطر همزن چه اتفاقی برای سرعت N می‌افتد؟
- (۱) ثابت می‌ماند. (۲) ۲ برابر می‌شود.
- (۳) ۴ برابر کاهش می‌یابد. (۴) به $\frac{1}{\sqrt{2}}$ کاهش می‌یابد.
- ۱۲۹- در ستون جذب صنعتی، مهم‌ترین علت شکست کنترل سطح (**Level Control**) در مقیاس بزرگ چیست؟
- (۱) افزایش فشار (۲) تغییر چگالی
- (۳) پدیده سلاینگ و ناپایداری جریان (۴) نقص شیر کنترلی
- ۱۳۰- در **Scale-up** یک راکتور لوله‌ای، بهترین روش حفظ الگوی جریان چیست؟
- (۱) ثابت نگه‌داشتن عدد رینولدز در مقیاس جدید (۲) افزایش طول راکتور انجام گیرد.
- (۳) کاهش دبی خوراک اتفاق بیافتد. (۴) افزایش دما روی دهد.
- ۱۳۱- در یک کنترل دمای راکتور بسیار بزرگ، کدام عامل بیشترین مشکل را ایجاد می‌کند؟
- (۱) ثابت‌نبودن حسگر (۲) کیفیت بد همزن
- (۳) پایدارنبودن خوراک (۴) تأخیر حرارتی
- ۱۳۲- در سیستم انتقال از آزمایشگاه به صنعت، چرا واکنش‌های بسیار گرمازا در مقیاس بزرگ خطرناک‌تر می‌شوند؟
- (۱) افزایش نسبت تولید گرما به دفع گرما (۲) تغییر سینتیک واکنش
- (۳) افزایش چگالی مخلوط مواد شرکت‌کننده (۴) کاهش فشار سامانه
- ۱۳۳- مهم‌ترین دلیل عدم تطابق رفتار مخلوط بین مقیاس آزمایشگاهی و صنعتی چیست؟
- (۱) تفاوت در فشار راکتور (۲) تفاوت در سینتیک
- (۳) تغییر در زمان اختلاط (۴) تغییر دمای محیط
- ۱۳۴- در کنترل جریان گاز در راکتور بزرگ، چرا مدل‌های خطی ساده خطا می‌دهند؟
- (۱) نویز حرارتی (۲) اتلاف مکانیکی
- (۳) خطای شیر کنترلی (۴) تراکم‌پذیری گاز
- ۱۳۵- در **Scale-up** فرایند انتقال جرم مایع - مایع، کدام پارامتر در مقیاس صنعتی معمولاً محدودکننده می‌شود؟
- (۱) کاهش سطح بین‌فازی مؤثر (۲) دمای محیط
- (۳) فشار روی سطح مایع (۴) سرعت پمپ
- ۱۳۶- در واکنش‌های چندمرحله‌ای با مکانیسم پیچیده، وقتی مرحله کند واکنش در میانه مسیر است، کدام روش بیشترین دقت را در تعیین نسبت پوشش سطحی (**Surface coverage**) دارد؟
- (۱) روش شبه‌همگن (۲) نظریه شبه‌پایدار
- (۳) توازن ماکرو مقیاس (۴) مدل مزوحفره
- ۱۳۷- در راکتور **PFR** غیرایده‌آل با پخش محوری قوی، شرایطی که عدد پکله $Pe < 1$ باشد، نشان‌دهنده چیست؟
- (۱) تک‌دامنه‌ای بودن جریان (۲) رفتار کامل جریان ایده‌آل
- (۳) غلبه انتشار محوری بر جابه‌جایی (۴) تبدیل مستقل از سرعت واکنش
- ۱۳۸- برای واکنش‌های با ضریب ترتیبی غیر صحیح (**fractional-order kinetics**)، مهم‌ترین عامل ایجاد چنین مرتبه‌ای چیست؟
- (۱) اختلاط جانبی (۲) تغییر حجم مولی
- (۳) افزایش دمای آدیاباتیک (۴) تعادل جذب - واجذب روی سطح کاتالیست

- ۱۳۹- در یک راکتور توربولنت صنعتی، اگر تانسور کرنش باعث تولید انبساط موضعی شود، بیشترین اثر آن بر چیست؟
 (۱) افزایش زمان ماند
 (۲) کاهش نفوذپذیری حفرات
 (۳) افزایش نرخ انتقال جرم بین‌فازی
 (۴) تغییر مسیر مکانیسم واکنش
- ۱۴۰- در واکنشگرهای بستر سیال، افت فشار ناگهانی (**defluidization**) معمولاً ناشی از چیست؟
 (۱) افزایش سرعت حداقل سیال‌شدگی
 (۲) کلوخه‌سازی ذرات تولیدشده
 (۳) افزایش دمای گاز سامانه
 (۴) کاهش تلاطم مخلوط
- ۱۴۱- در تحلیل راکتورهای حرارتی - کاتالیستی، اگر واکنش به شدت گرمازا باشد، کدام شرط می‌تواند منجر به ناپایداری بایفورکیشن حرارتی شود؟
 (۱) واریانس زیاد مقاومت حرارتی در طول بستر
 (۲) نرخ جریان جرمی یکنواخت در طول بستر
 (۳) فشار عملیاتی کم باشد.
 (۴) دمای ورودی پایین باشد.
- ۱۴۲- برای سیستم‌های فشار بالا، انحراف سرعت واکنش از مدل آرنیوس معمولاً ناشی از چیست؟
 (۱) فرض اختلاط کامل سیالات
 (۲) رفتار جریان لامینار
 (۳) وابستگی چگالی به دمای محیط
 (۴) وابستگی انرژی فعال‌سازی به فشار
- ۱۴۳- در واکنش‌های آدر پیشنهادشده توسط مدل **Langmuir-Hinshelwood**، وقتی ترم مهار (**inhibition term**) غالب شود، رفتار ظاهری واکنش چگونه است؟
 (۱) شبه - دوم مرتبه
 (۲) شبه - صفر مرتبه
 (۳) مستقل از دما
 (۴) خطی نسبت به فشار
- ۱۴۴- در راکتورهای غشایی، وقتی ضریب تراوایی خوراک افزایش یابد، چه اثری بر تبدیل خواهد داشت؟
 (۱) بهبود شیفیت تعادلی به محصولات
 (۲) افزایش مقاومت غشایی
 (۳) کاهش زمان ماند
 (۴) کاهش عدد پکله
- ۱۴۵- در واکنش‌های بسیار سریع در فاز مایع، کنترل سرعت بیشتر تابع کدام پارامتر است؟
 (۱) ویسکوزیته کل سیالات
 (۲) مجموع انرژی فعال‌سازی مراحل
 (۳) ثابت سرعت واکنش کلی
 (۴) ضخامت فیلم نفوذی اطراف قطرات واکنش‌گر
- ۱۴۶- در مدل جامع **RTD** وقتی توزیع زمانی خروج دو قله داشته باشد، نشان‌دهنده چیست؟
 (۱) رفتار **CSTR** کامل است.
 (۲) تک‌فازی بودن سیستم
 (۳) جریان ایده‌آل است.
 (۴) وجود دو ناحیه اختلاط مجزا
- ۱۴۷- برای واکنش چندجزئی با پدیده تورم (**swelling**) در پلیمرها، بیشترین تأثیر روی کدام بخش معادله سرعت است؟
 (۱) چگالی پلیمر
 (۲) دمای ورودی
 (۳) غلظت اولیه
 (۴) ضریب نفوذ غلظتی
- ۱۴۸- در یک سیستم اتوکاتالیتیک، وقوع انفجار حرارتی تحت چه شرایطی محتمل‌تر است؟
 (۱) فشار پایین باشد.
 (۲) حجم کم راکتور و انرژی فعال‌سازی زیاد
 (۳) نرخ تولید گرمای وابسته به غلظت فرآورده
 (۴) خوراک اشباع بوده و فشار بالا برود.
- ۱۴۹- در راکتورهای بستر ثابت قطر کوچک، افزایش عدد **Mach** چه اثر حرارتی دارد؟
 (۱) کاهش دمای واکنش
 (۲) افزایش گرادیان دمای محوری
 (۳) ثابت‌ماندن عدد ناسلت
 (۴) کاهش گرادیان فشار

۱۵۰- در واکنش‌های سری $A \rightarrow B \rightarrow C$ ، وقتی واکنش اول بسیار سریع‌تر از واکنش دوم باشد، بهترین طراحی برای بیشینه‌کردن غلظت B کدام است؟

(۱) با زمان ماند زیاد CSTR (۲) خنک‌سازی تدریجی و زمان ماند حداقلی PFR

(۳) بستر ثابت آدیاباتیک و خنک‌کردن تدریجی (۴) راکتور ناپیوسته و زمان ماند بالا

۱۵۱- در تیتراسیون ۱۰ mL از اسید HA ($K_a = 2 \times 10^{-4}$)، از یک تیترانت سود با غلظت $\sqrt{2}$ مولار استفاده می‌شود. اگر خطای قرائت بورت مورد استفاده برای اندازه‌گیری حجم تیترانت $0.01 \text{ mL} \pm$ باشد و خطای نسبی کل قرائت حجم

تیترانت توسط بورت ۱٪ باشد، غلظت H_3O^+ در محلول اولیه HA قبل از شروع تیتراسیون کدام مورد است؟

(۱) ۰/۲ (۲) ۰/۴

(۳) ۰/۰۲ (۴) ۰/۰۴

۱۵۲- برای تهیه ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول بافر با $\text{pH} = 8.0$ میزان ۱۹۰ میلی‌لیتر از محلول NH_4^+ و ۱۰ میلی‌لیتر از محلول NH_3 که غلظت هر یک از آنها C مولار می‌باشد لازم است. در صورتی که pH محلول NH_4^+ برابر با ۵٫۰ باشد، غلظت NH_3 مورد استفاده در ساخت بافر چند مولار است؟

(۱) ۰/۱۹ (۲) ۱/۹

(۳) ۰/۰۱۹ (۴) ۱۹/۰

۱۵۳- پیل الکتروشیمیایی زیر را در نظر بگیرید:

$\text{Pt}, \text{H}_2(1/00 \text{ atm}) / \text{H}^+(0.10 \text{ M}) // \text{M}^+(0.10 \text{ M}) / \text{M}(\text{E}_{\text{H}^+/\text{H}_2}^\circ = 0.0 \text{ V})$ است و

اگر pH محفظه آندی، ۲ واحد افزایش یابد، پتانسیل پیل چند میلی‌ولت تغییر خواهد نمود؟

(۱) -۶۰ (۲) +۶۰

(۳) -۱۲۰ (۴) +۱۲۰

۱۵۴- هرگاه ۰/۱۶۰ گرم از یک اسید آلی خالص تک‌ظرفیتی به‌وسیله یون هیدروکسید تولید شده در سطح کاتد پلاتین تحت جریان ثابت ۰/۴۰ آمپر و در زمان الکترولیز ۳۲۰ ثانیه خنثی شود، جرم مولی اسید آلی کدام است؟ ($1 \text{ F} = 96500 \text{ C}$)

(۱) ۱۸۹/۳۷ (۲) ۱۲۶/۲۵

(۳) ۲۵۲/۵۰ (۴) ۶۳/۱۲

۱۵۵- اندازه‌گیری کمی کدام گونه در محلول الکترولیت ۰/۱۰۰ مولار KNO_3 با استفاده از الکتروود قطره‌ای جیوه به روش ولتامتری پالس امکان‌پذیر نیست؟ (پتانسیل‌های نیمه موج نسبت به مرجع SCE می‌باشند.)

(۱) $\text{Co}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Co}(\text{Hg}), E_{1/2} = -0.297 \text{ V}$

(۲) $\text{K}^+ + e^- \rightarrow \text{K}(\text{Hg}), E_{1/2} = -2.52 \text{ V}$

(۳) $\text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2, E_{1/2} = -0.450 \text{ V}$

(۴) $\text{SeO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{H}_2\text{O}, E_{1/2} = +0.950 \text{ V}$

۱۵۶- چرا آشکارسازهای تابشی در ناحیه امواج فرسرخ (IR) مناسب نیستند؟

(۱) امواج فرسرخ انرژی کافی نشر فوتوالکترون از آند را ندارند.

(۲) امواج فرسرخ طول موج مناسب برای نشر فوتوالکترون را ندارند.

(۳) امواج فرسرخ انرژی کافی نشر فوتوالکترون از کاتد را ندارند.

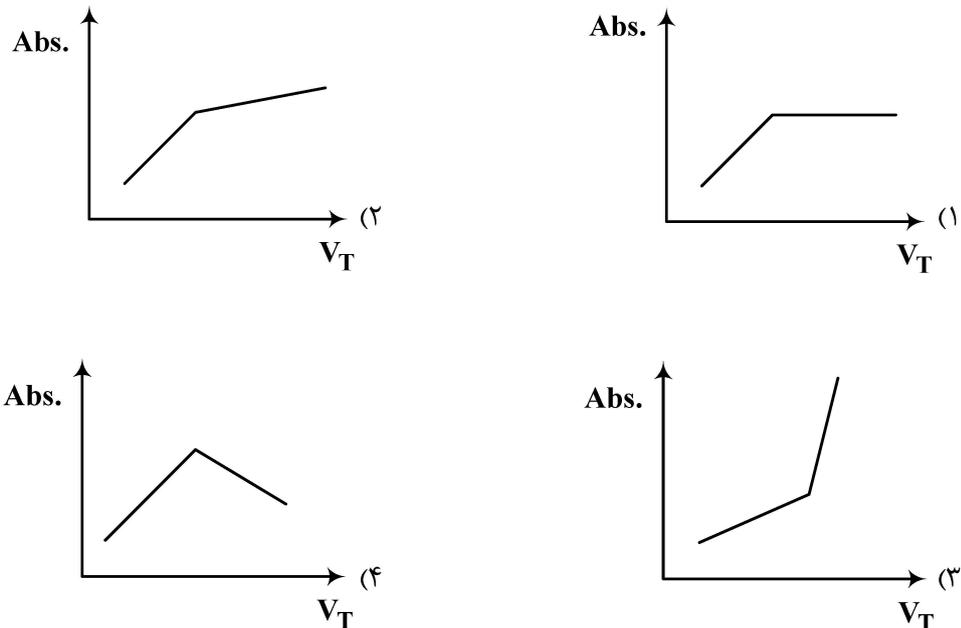
(۴) این آشکارسازها حساسیت کافی برای ثبت تغییرات گرمایی را ندارند.

۱۵۷- کدام مورد در خصوص اثر افزایش شدت منبع تابش در روش‌های طیف‌سنجی درست است؟

- (۱) بر روی مقدار جذب تأثیری ندارد، اما باعث افزایش شدت نشر فلورسانس می‌شود.
- (۲) باعث افزایش مقدار جذب می‌شود ولی بر شدت نشر فلورسانس تأثیر ندارد.
- (۳) باعث افزایش در مقدار جذب و شدت نشر فلورسانس می‌شود.
- (۴) تأثیری بر شدت جذب و نشر فلورسانس ندارد.

۱۵۸- منحنی تیتراسیون فوتومتری محلولی از آنالیت (A) با تیرانت (T) که منجر به تولید محصول (P) می‌شود، کدام است؟

$$\epsilon_P > \epsilon_T > \epsilon_A$$



۱۵۹- اگر در HPLC به‌جای حلال متانول از استونیتریل در فاز متحرک استفاده شود، فشار برگشتی سیستم و زمان‌های

بازداری پیک‌ها به‌ترتیب چگونه تغییر می‌کند؟

- (۱) کاهش - کاهش
- (۲) افزایش - افزایش
- (۳) افزایش - کاهش
- (۴) کاهش - افزایش

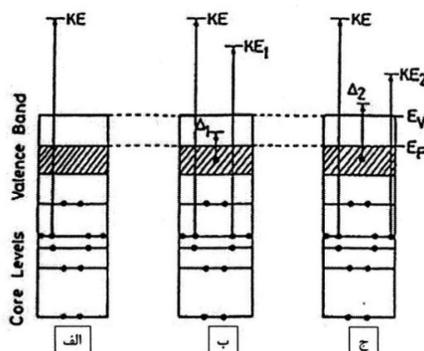
۱۶۰- برای استخراج ترکیبات نیمه فرار و فرار با ثابت توزیع کوچک، از کدام شیوه ریز استخراج فاز جامد استفاده می‌شود؟

- (۱) روش غوطه‌وری
- (۲) روش مستقیم
- (۳) فضای فوقانی
- (۴) فیبر محافظت‌شده

مبانی نانو تکنولوژی:

۱۶۱- کدام یک از سه طرح شماتیکی زیر، علت ظهور پیک‌های ماهواره‌ای shake-off در طیف‌سنجی فوتوالکترون

پرتو X (XPS) را به‌درستی نشان می‌دهد؟

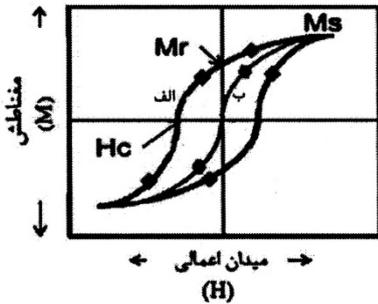


- (۱) «الف»
- (۲) «ب»
- (۳) «ج»
- (۴) «ب» و «ج»

۱۶۲- در طیف XPS مربوط به اوربیتال $C(1s)$ ، پیوندهای مختلف کربن با عناصر گوناگون مانند $C-C$ ، $C-N$ و $C-F$ پیک‌هایی در انرژی‌های اتصال متفاوت ایجاد می‌کنند. کدام یک از این پیوندها، پیک مربوط به $C(1s)$ را در بیشترین انرژی اتصال نشان می‌دهد؟

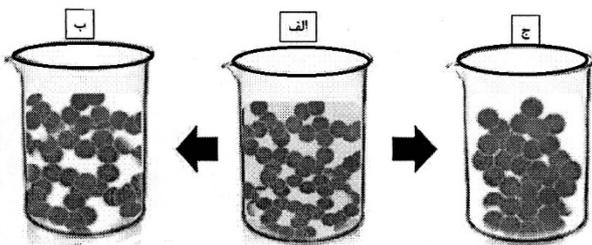
- (۱) $C-C$ (۲) $C-F$ (۳) $C-N$ (۴) $C-Cl$

۱۶۳- پژوهشگران از نانوذرات مغناطیسی برای جداسازی و خالص‌سازی پروتئین‌ها استفاده کرده‌اند. این نانوذرات باید در حضور میدان مغناطیسی، خاصیت مغناطیسی داشته و در عدم حضور میدان مغناطیسی، خاصیت مغناطیسی خود را از دست بدهند. شکل زیر نمودار مغناطش براساس میدان اعمالی برای ۲ نانوذره مختلف را نشان می‌دهد. کدام یک از این نانوذرات برای کاربرد اشاره شده مناسب‌تر است؟



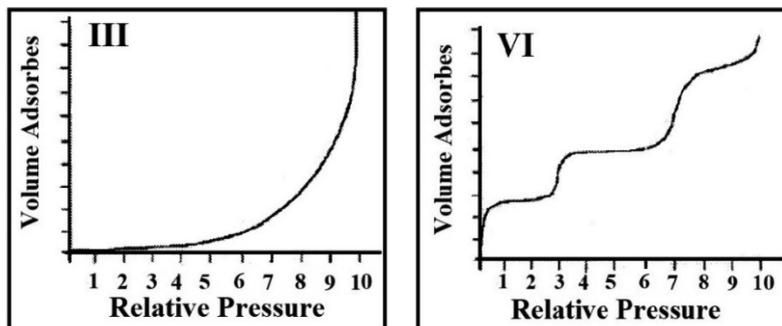
- (۱) الف
(۲) ب
(۳) هر دو
(۴) هیچ‌کدام

۱۶۴- کدام مورد به‌درستی به ماده موجود در هر یک از ظروف آزمایشگاهی زیر اشاره دارد؟



- (۱) الف: ژل، ب: آئروژل، ج: زیروژل
(۲) الف: ژل، ب: زیروژل، ج: آئروژل
(۳) الف: سوسپانسیون، ب: ژل، ج: زیروژل
(۴) الف: سوسپانسیون، ب: سل، ج: ژل

۱۶۵- کدام مورد در خصوص دو نوع ایزوترم زیر نادرست است؟



- (۱) ایزوترم نوع VI مربوط به جذب لایه‌به‌لایه روی یک سطح یکنواخت غیرمتخلخل است.
(۲) در ایزوترم نوع III چون نقطه زانویی وجود ندارد، پس تشکیل تک‌لایه قابل تشخیص هم رخ نمی‌دهد.
(۳) در ایزوترم نوع VI ارتفاع هر مرحله نشان‌دهنده ظرفیت هر لایه جذبی است، درحالی‌که تیزی مرحله وابسته به سیستم و دما است.
(۴) در ایزوترم نوع III برهم کنش جاذب و جذب‌شونده بسیار قوی است و مولکول‌های جذب‌شده روی سطح جامد مزومتخلخل تجمع می‌کنند.

۱۶۶- برای تولید صفحات لمسی، به جای استفاده از الکترودهای اکسید قلع ایندیم که با وجود شفاف و رسانا بودن، بسیار شکننده و پرهزینه هستند، فیلم‌های لایه نازک پلیمر تقویت‌شده با کدام ترکیب جایگزین بهتری است؟

(۱) گرافن (۲) اکسید سرب (۳) نانوذرات رس (۴) اکسید تیتانیوم

۱۶۷- به منظور بررسی سطح لایه نازک سنتز شده، در کدام روش‌ها برای رسیدن به نتیجه بهتر، نیاز به رسانا بودن نمونه است؟

(۱) AFM و TEM (۲) AFM و XRF

(۳) STM و SEM (۴) XRF و TEM

۱۶۸- کدام مورد درست است؟

(۱) به دلیل شبکه سه‌بعدی حفرات تخلخل در آئروژل، انتقال حرارت از طریق بخش جامد آن از مسیر غیرمستقیم صورت گرفته و بنابراین انتقال حرارت در آن به آهستگی صورت می‌گیرد.

(۲) خاصیت عایق حرارتی بودن آئروژل‌ها به دلیل فصل مشترک بالا بین جامد و حفرات و نقش مهم این فصل مشترک‌ها در پراکندگی مسیر حرکت الکترون است.

(۳) به دلیل وجود حفرات نانومتری در آئروژل‌ها انتقال حرارت در این مواد صفر است.

(۴) خاصیت عایق حرارتی بودن آئروژل‌ها به دلیل ثابت دی‌الکتریک بالای آنها است.

۱۶۹- روی زیر لایه فلوریت، پوشش لایه نازکی از جنس سولفید سرب با ساختار کریستالی اعمال شده است. کدام یک از آنالیزهای زیر برای تعیین فاز پوشش مناسب است؟

(۱) XRD (۲) Grazing XRD

(۳) X-Ray reflectivity (۴) Mossbauer spectroscopy

۱۷۰- کدام مورد تعریف درستی از بازده فرایند کندوپاش است؟

(۱) نسبت تعداد یون‌های جدا شده از سطح به تعداد اتم‌های برخوردکننده

(۲) نسبت تعداد یون‌های برخوردکننده لازم برای جدا کردن یک اتم از سطح

(۳) نسبت تعداد اتم‌های منتقل شده به فاز بخار به تعداد یون‌های برخوردکننده به سطح

(۴) نسبت انرژی اتم‌های منتقل شده به فاز بخار به انرژی اولیه یون‌های برخوردکننده به سطح

۱۷۱- پراش اشعه X برای یک پوشش نانوکامپوزیتی پایه نیکل حضور پیک متناظر با فاز نیکل با صفحات کریستالی

(۱۱۱) در زاویه $2\theta = 44^\circ$ را نشان می‌دهد. عرض پیک در نصف شدت بیشینه برای این پیک 0.12° است. اندازه

کریستالیت‌های این نمونه براساس رابطه شرر چند نانومتر است؟

($\lambda = 0.154 \text{ nm}$, $K = 1$, $\pi = 3$, $\cos 44 = 0.71$, $\cos 22 = 0.92$)

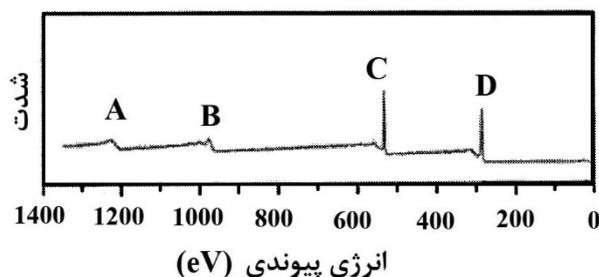
(۱) ۷۴ (۲) ۸۴

(۳) ۱۰۲ (۴) ۱۰۶

۱۷۲- برای پی‌بردن به ترکیب شیمیایی یک نانوساختار، طیف XPS آن را تحت فوتون‌های 1487 الکترون ولت ثبت

کردیم. اگر انرژی الکترون‌های آزاد شده از تراز $1s$ کربن و تراز $1s$ اکسیژن به ترتیب 1202 و 955 الکترون ولت

باشد، کدام پیک‌ها مربوط به $O(1s)$ و $C(1s)$ است؟



(۱) B : C (1s) , A : O (1s)

(۲) A : C (1s) , B : O (1s)

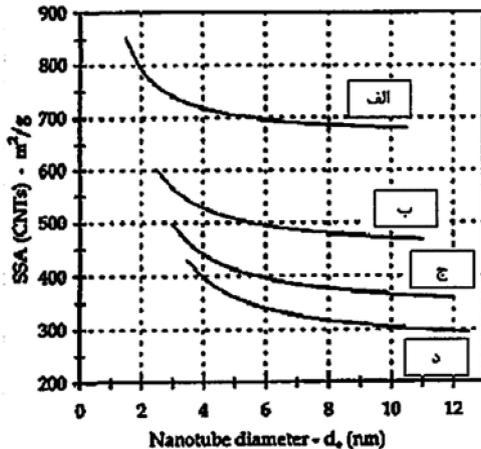
(۳) D : C (1s) , C : O (1s)

(۴) C : C (1s) , D : O (1s)

۱۷۳- کدام مورد در خصوص سنتز مواد با روش هیدروترمال نادرست است؟

- (۱) محصولات این روش به کلسینه و آسیا کردن نیاز ندارند.
- (۲) این روش فقط برای پیش ماده‌های یونی مناسب است.
- (۳) در این روش می‌توان فشار و زمان انجام واکنش و غلظت پیش ماده را کنترل کرد.
- (۴) بلورینگی محصولات سنتز شده در این روش مناسب و توزیع اندازه ذرات آن‌ها باریک است.

۱۷۴- نمودار زیر تغییرات سطح ویژه (Specific Surface Area) را برحسب قطر نانولوله در نمونه‌های نانولوله کربنی با تعداد دیواره‌های مختلف نشان می‌دهد. با توجه به داده‌های شکل، کدام مورد درباره افزایش تعداد دیواره‌ها درست است؟



- (۱) الف: دو دیواره، ب: پنج دیواره، ج: چهار دیواره، د: سه دیواره
- (۲) الف: دو دیواره، ب: سه دیواره، ج: چهار دیواره، د: پنج دیواره
- (۳) الف: پنج دیواره، ب: چهار دیواره، ج: سه دیواره، د: دو دیواره
- (۴) الف: پنج دیواره، ب: سه دیواره، ج: دو دیواره، د: تک دیواره

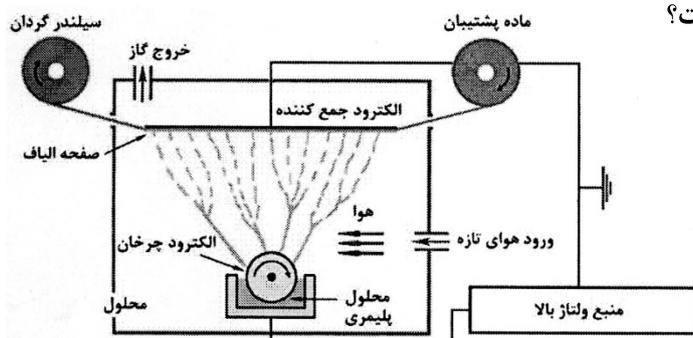
۱۷۵- گاهی در سلول‌های خورشیدی حساس شده با نقاط کوانتومی، سطح نقاط کوانتومی با لایه نازکی از ترکیبات معدنی نظیر ZnS پوشانده می‌شود. دلیل آن کدام مورد است؟

- (۱) کاهش سرعت بازترکیبی جفت‌های الکترون / حفره در فصل مشترک
- (۲) کاهش سینتیک واکنش اکسایش / کاهش
- (۳) کاهش طول نفوذ الکترون در سلول خورشیدی
- (۴) کاهش ظرفیت سلول خورشیدی

۱۷۶- کدام مورد درست است؟

- (۱) گرافن صفحه‌ای متشکل از اتم‌های کربن با هیبرید sp^3 است.
- (۲) در یک ماده نانومتخلخل با کاهش ابعاد حفره‌ها؛ میزان هدایت الکتریکی، میزان جذب گاز و نوع پیوند شیمیایی تغییر می‌کند.
- (۳) پدیده رسانایی بالستیک در نانولوله‌های کربنی، هنگامی رخ می‌دهد که طول نانولوله کربنی بیشتر از طول میانگین پویس آزاد الکترون باشد.
- (۴) اگر اندازه ذرات نیمه‌رسانا CdSe کمتر از حد شعاع بحرانی جدایی اکسایتون باشد، با افزایش اندازه ذرات طول موج نشر فوتولومینسانس به سمت طول موج‌های بزرگ‌تر جابه‌جا می‌شود.

۱۷۷- شکل شماتیک روبه‌رو، کدام نوع الکتروریسی است؟



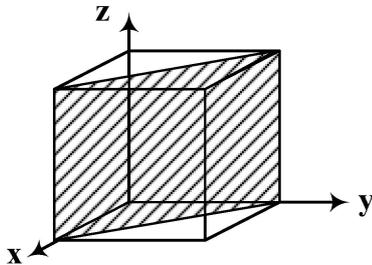
- (۱) به کمک میدان مغناطیسی

(۲) گریز از مرکز

(۳) بدون سوزن

(۴) چند نازل

۱۷۸- شکل زیر یک صفحه کریستالوگرافی را در شبکه مکعبی نشان می‌دهد. با توجه به قواعد پراش پرتوایکس در کدام ساختار مکعبی می‌تواند در الگوی پراش حضور داشته باشد؟



(۱) ساده (SC)

(۲) مرکزدار (BCC)

(۳) ساده (SC) و مرکزدار (BCC)

(۴) ساده (SC) و مرکز وجوه پر (FCC)

۱۷۹- برای بررسی اندازه نانوذرات تولیدشده با روش آلیاژسازی مکانیکی از سه روش TEM، DLS و XRD استفاده شد. با توجه به اصول به‌دست آوردن اندازه ذره در هر سه مورد، در کدام مورد انتظار می‌رود اندازه ذرات به‌دست آمده از اندازه واقعی آنها بزرگ‌تر باشد؟

(۱) XRD

(۲) DLS

(۳) TEM

(۴) هر سه روش

۱۸۰- کدام روش برای تعیین شکاف انرژی در نیمه‌رساناها استفاده می‌شود؟

(۱) XPS

(۲) Raman

(۳) XRD

(۴) UV-Vis

