



278

F

نام

نام خانوادگی

محل امضاء



278F

صبح جمعه

۹۱/۱/۲۵

اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می شود.

امام خمینی (ره)

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

آزمون ورودی
دوره های دکتری (نیمه متمرکز) داخل
در سال ۱۳۹۱

رشته ی
شیمی معدنی (کد ۲۲۱۴)

شماره داوطلبی:

نام و نام خانوادگی داوطلب:

مدت پاسخگویی: ۱۲۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سؤالات

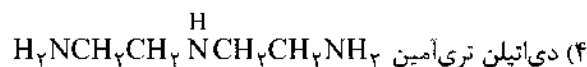
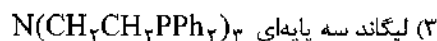
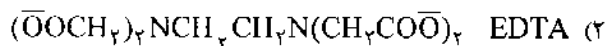
ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی (شیمی معدنی پیشرفته، سینتیک، ترمودینامیک و مکانیزم واکنش های معدنی، طیف سنجی در شیمی معدنی)	۴۵	۱	۴۵

فروردین سال ۱۳۹۱

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی باشد.

حق چاپ و تکثیر سؤالات پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می شود.

۱- کدام لیگاند با یون فلز واسطه بیشترین تعداد حلقه را تشکیل می‌دهد؟



۲- قدرت پیوند در MnO_4^{2-} و MnO_4^{3-} چه ترتیبی دارد؟ تعداد زوج‌های غیرپیوندی در کدام یک بیشتر است؟

(۱) قدرت پیوند MnO_4^{2-} بیشتر از MnO_4^{3-} است ولی زوج الکترون‌های غیرپیوندی در هر دو یکسان است.

(۲) قدرت پیوند و زوج الکترون‌های غیرپیوندی در MnO_4^{2-} بیشتر از MnO_4^{3-} است.

(۳) قدرت پیوند و زوج الکترون‌های غیرپیوندی در MnO_4^{3-} بیشتر از MnO_4^{2-} است.

(۴) قدرت پیوند MnO_4^{2-} بیشتر از MnO_4^{3-} است ولی زوج الکترون‌های غیرپیوندی در MnO_4^{2-} بیشتر از MnO_4^{3-} است.

۳- عبارت کدام گزینه در مورد یون‌های Cr^{2+} و Mn^{3+} درست است؟

(۱) قدرت اکسندگی و یا کاهش‌دهی آنها با هم قابل مقایسه نیست.

(۲) Mn^{3+} احیاکننده نسبتاً قوی و Cr^{2+} اکسیدکننده قوی است.

(۳) Cr^{2+} احیاکننده نسبتاً قوی و Mn^{3+} اکسیدکننده نسبتاً قوی است.

(۴) با توجه به اینکه هر دو آرایش d^4 دارند بنابراین قدرت اکسندگی یا کاهش‌دهی یکسانی دارند.

۴- از سه کمپلکس $\text{Ni}(\text{CO})_4$ (۱)، $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ (۲)، $[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$ (۳) کدام پارامغناطیسی، کدام فاقد انتقال $d-d$ ، و کدام ناپایدارترین است؟

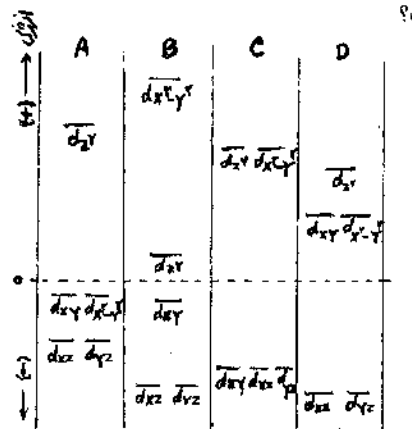
(۱) کمپلکس (۳) پارامغناطیسی و (۲) فاقد انتقال $d-d$ و ناپایدارترین کمپلکس است.

(۲) کمپلکس (۲) پارامغناطیسی و کمپلکس (۱) فاقد انتقال $d-d$ و ناپایدارترین کمپلکس است.

(۳) کمپلکس (۱) پارامغناطیسی و (۲) فاقد انتقال $d-d$ و ناپایدارترین کمپلکس است.

(۴) هر سه کمپلکس پارامغناطیسی و (۳) فاقد انتقال $d-d$ و ناپایدارترین کمپلکس است.

۵- کدام الگوی شکافتگی اوربیتال‌های d مربوط به دو هرمی با قاعده پنج‌ضلعی است؟



(۱) C

(۲) B

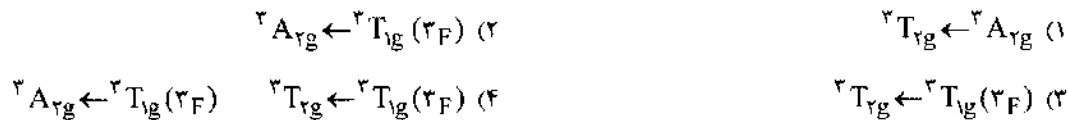
(۳) A

(۴) D

۶- در کدام یک از ترکیبات زیر انحراف یان - تلمر مشاهده نمی‌شود؟



۷- در کمپلکس‌های هشت وجهی منتظم عناصر واسطه سری اول با آرایش الکترونی d^2 جهش الکترونی v_1 با کدام مورد انطباق دارد؟



۸- تقارن اوربیتال d_{xy} در میدان تقارنی C_{2v} عبارت است از:



۹- سطوح انرژی فلز مرکزی در کمپلکس‌ها متأثر از نیروهای دافعه الکترونی و کوپلاژ اسپین - اوربیت است. ترتیب اثر این عوامل عبارت است از:

(۱) در عناصر واسطه سری اول، میدان قوی: $C.F. > S.O.C > \frac{e^2}{r_{ij}}$

(۲) در عناصر واسطه سری اول، میدان ضعیف: $\frac{e^2}{r_{jj}} \geq \text{S.O.C} > \text{C.F.}$

(۳) در عناصر واسطه سری سوم: $C.F. > \frac{e^2}{r_{ii}} > S.O.C$

(۴) در لاتنایدها: $S.O.C > \frac{e^2}{r_{ij}} > C.F.$

۱۰- کدام گزینه صحیح است؟

۱) نفوذ ترانس یک پدیده ترمودینامیکی است که با نظریه قطبش گرینبرگ توجیه می‌شود.

(۲) نفوذ ترانس یک پدیده سینتیکی است که با نظریه پیوند π برگشتی توجیه می‌شود.

(۲) نفوذ ترانس یک پدیده سینتیکی است که با نظریه قطبش گرینبرگ توجیه می‌شود.

(۴) نفوذ ترانس یک پدیده ترمودینامیکی است که با نظریه پیوند π برگشتی توجیه می‌شود.

۱۱- از واکنش $\text{Fe}(\text{CO})_5$ با C_5H_6 ابتدا کمپلکس $\text{A} = \text{C}_5\text{H}_6\text{Fe}(\text{CO})_3$ به دست می‌آید. A به راحتی به B و B با گرما به C

تبدیل می‌شود. با مشخص کردن ساختار این سه ترکیب، هر یک از طیف‌های $^1\text{H NMR}$ به کدام ترکیب تعلق دارد؟



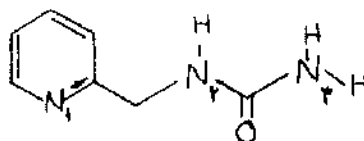
(۲) طیف (۱) به A و طیف (۲) به C تعلق دارد.

(۴) طیف (۱) به C و طیف (۲) به A تعلق دارد.

(۱) طیف (۱) به B و طیف (۲) به C تعلق دارد.

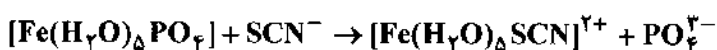
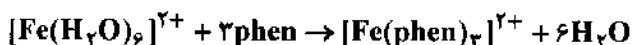
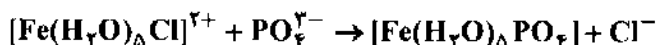
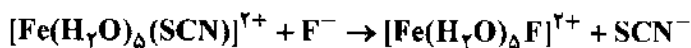
(۳) طیف (۱) به A و طیف (۲) به B تعلق دارد.

- ۱۲- آورده معمولاً با یون فلز واسطه از طریق اتم O کوئوردینانس (همارا) می‌شود، اما (۲- پیریدیل متیلن) آورده با Ni^{2+} کمپلکس مسطح مربعی و با Zn^{2+} کمپلکس چهاروجهی تشکیل می‌دهد. عبارت کدام گزینه نادرست است؟



- (۱) لیگاند (۲- پیریدیل متیلن) آورده با Ni^{2+} از طریق اتم‌های N_1 و N_2 و با Zn^{2+} از طریق اتم‌های N_2 و N_3 کوئوردیناسیون می‌دهد.
 (۲) Zn^{2+} سیستم d^{10} است و از طریق اتم‌های N_1 و O کمپلکس چهاروجهی می‌دهد.
 (۳) دو محل کوئوردیناسیون باقی مانده می‌توانند توسط لیگاندهای کلرید اشغال شوند.
 (۴) Ni^{2+} سیستم d^8 است و از طریق اتم‌های N_1 و N_2 کمپلکس مسطح مربعی می‌دهد.

- ۱۳- در چه تعداد از واکنش‌های زیر محصول واکنش بی‌رنگ است؟



phen = فنانترویلین

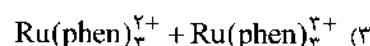
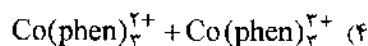
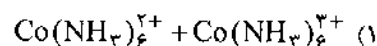
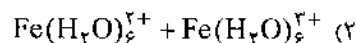
(۴) ۱

(۳) ۴

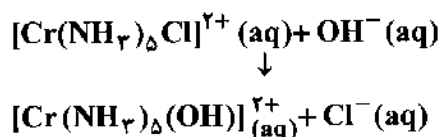
(۲) ۳

(۱) ۲

- ۱۴- کدام یک از واکنش‌های انتقال الکترون سریعتر است؟



- ۱۵- در محلول آبی یون کمپلکس $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]^{2+}$ با یون OH^- وارد واکنش شده و اطلاعات زیر بدست آمده است (در 25°C).



time, min	$[\text{Cr}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]^{2+}, \text{M}$
0	1.00
6	0.657
12	0.432
18	0.284
24	0.186
30	0.122
36	0.0805

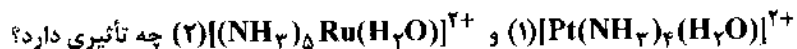
مرتبه این واکنش نسبت به $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]^{2+}$ کدام است؟

- (۱) ۲ (۲) ۱ (۳) ۰ (۴) ۳

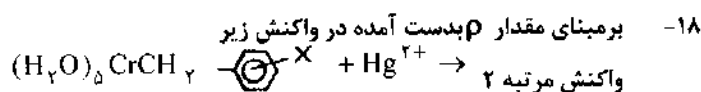
- ۱۶- در آبکافت اسیدی $[\text{Co}(\text{en})_2\text{ClX}]^{n+}$ که X یک گروه دهنده π می باشد کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) داده های سوال برای پاسخ دادن کافی نیست.
 (۲) اگر گروه X نسبت به هالیدترانس باشد، سرعت واکنش بیشتر است.
 (۳) اگر گروه X نسبت به هالید سیس باشد، سرعت واکنش بیشتر است.
 (۴) اگر گروه X نسبت به هالید سیس باشد، درمحصول دو نوع کمپلکس سیس و ترانس تولید می شود.

- ۱۷- با توجه به رابطه $\left(\frac{\partial \ln k}{\partial P}\right)_T = -\frac{\Delta V^\ddagger}{RT}$ ، افزایش فشار بر سرعت واکنش جابه جایی آب در



- (۱) سرعت (۱) و (۲) را افزایش می دهد.
 (۲) سرعت (۲) افزایش و سرعت (۱) کاهش می یابد.
 (۳) سرعت (۱) افزایش و سرعت (۲) کاهش می یابد.
 (۴) سرعت (۱) را کاهش می دهد و بر سرعت (۲) بی اثر است.



، $\rho = -0.62$ می توان گفت:

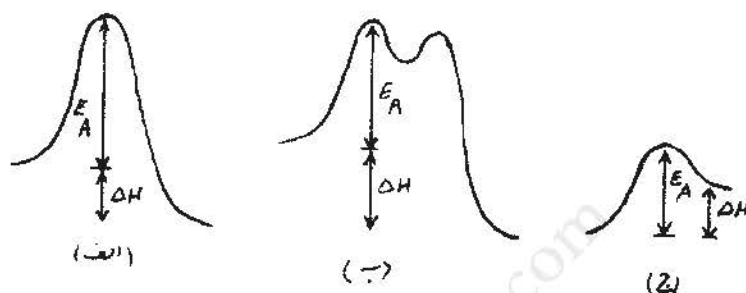
- (۱) مقدار منفی و نسبتاً کوچک ρ بیانگر واکنش الکترون دوستی با ماهیت کربن آنیونی است، انتقال از کروم به جیوه است.
 (۲) مقدار ρ بیانگر واکنش بسیار کند و تقریباً تعادلی بین کمپلکس کروم و Hg^{2+} است.
 (۳) مقدار منفی و متوسط ρ بیانگر واکنش رادیکالی است.
 (۴) مقدار منفی و نسبتاً کوچک ρ بیانگر واکنش هسته دوستی با ماهیت کربوکاتیونی از کروم به جیوه است.

۱۹- عبارت کدام گزینه در مورد واکنش جایگزینی لیگاند نادرست است؟

(۱) در مکانیسم‌های A و D همواره $\Delta H^\ddagger > 0$ است. (۲) در مکانیسم D همواره $\Delta V^\ddagger > 0$ است.

(۳) در مکانیسم A همواره $\Delta V^\ddagger < 0$ است. (۴) در مکانیسم D همواره $\Delta S^\ddagger > 0$ است.

۲۰- با توجه به نمودارهای الف، ب، ج در زیر عبارت کدام گزینه نادرست است؟



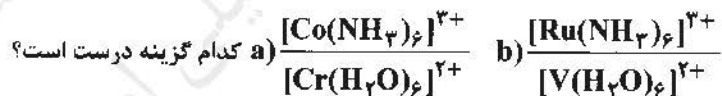
(۱) در نمودارهای الف و ب انرژی فعال‌سازی زیاد و واکنش کند است.

(۲) در نمودار ج $\Delta H < 0$ و ثابت تعادل کوچک است.

(۳) در نمودار ج انرژی فعال‌سازی کوچک و واکنش سریع است.

(۴) در نمودار ب انرژی فعال‌سازی زیاد، واکنش کند و ترکیب واسطه بالقوه قابل آشکارسازی است.

۲۱- واکنش‌های انتقال الکترونی در سیستم‌های کاهنده / اکسنده زیر را در نظر بگیرید:



(۱) واکنش b سریعتر است زیرا V^{2+} کاهنده قوی‌تری از Cr^{2+} است.

(۲) واکنش b سریعتر است زیرا هم اکسنده و هم کاهنده نیاز به بازآرایی حلال ندارند.

(۳) واکنش a سریعتر است زیرا اکسنده به فعال‌سازی نیاز ندارد ولی باید کاهنده فعال‌سازی شود.

(۴) واکنش a کندتر است زیرا هم اکسنده و هم کاهنده نیاز به فعال‌سازی دارند.

۲۲- رابطه کلی قانون سرعت در واکنش بین A و B به صورت $(\text{سرعت} = k[A]^m[B]^n)$ بیان می‌شود. عبارت کدام گزینه

نادرست است؟

(۱) ثابت سرعت واکنش با دما تغییر می‌کند.

(۲) چنانچه با دو برابر کردن غلظت B سرعت واکنش ۴ برابر شود، در آن صورت $n = 2$ است.

(۳) مرتبه کلی این واکنش به صورت $(m+n) \div 2$ تعریف می‌شود.

(۴) چنانچه با دو برابر کردن غلظت A سرعت واکنش تغییر نکند، در آن صورت $m = 0$ است.

۲۳- از واکنش $\text{Fe}(\text{CO})_5$ با NO محصول واکنش کدام است؟



۲۴- ثابت‌های سرعت کاهش کمپلکس‌های $[\text{CoA}_5\text{Cl}]^{2+}$ (۱) ، $[\text{CoA}_5\text{C}_2\text{O}_4\text{H}]^{2+}$ (۲) و $[\text{CoA}_5(\text{NTA})]^{2+}$ (۳) با یون $\text{Fe}(\text{aq})^{2+}$ و مکانیسم هر واکنش کدام است؟

$\text{A} = \text{NH}_3$, $\text{NTA} = \text{N}(\text{CH}_2\text{COOH})_3$

a) $1/25 \times 10^{-2} \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1} = k$ b) $1 \times 10^5 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1} = k$ c) $0/43 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1} = k$

(۱) (a) به (۲) ، (c) به (۳) و (b) به (۱) تعلق دارد به ترتیب ISET , OSET , ISET

(۲) (a) به (۳) ، (b) به (۲) و (c) به (۱) تعلق دارد به ترتیب OSET , ISET , OSET

(۳) (a) به (۳) ، (b) به (۱) و (c) به (۲) تعلق دارد به ترتیب مکانیسم هر سه OSET

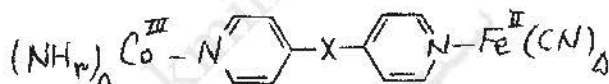
(۴) (a) به (۱) ، (b) به (۳) و (c) به (۲) تعلق دارد به ترتیب مکانیسم هر سه ISET

۲۵- توضیح دهید در واکنش‌های انتقال الکترون درون مولکولی بین یون‌های فلزی ترکیب فوق عامل تغییرات مشاهده شده در ثابت سرعت چیست؟

$\text{X} = \text{CH}_2, k < 6 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$

$\text{X} = (\text{CH}_2)_2, k = 2/1 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$

$\text{X} = -\text{CH}=\text{CH}-, k = 1/4 \times 10^{-2}$



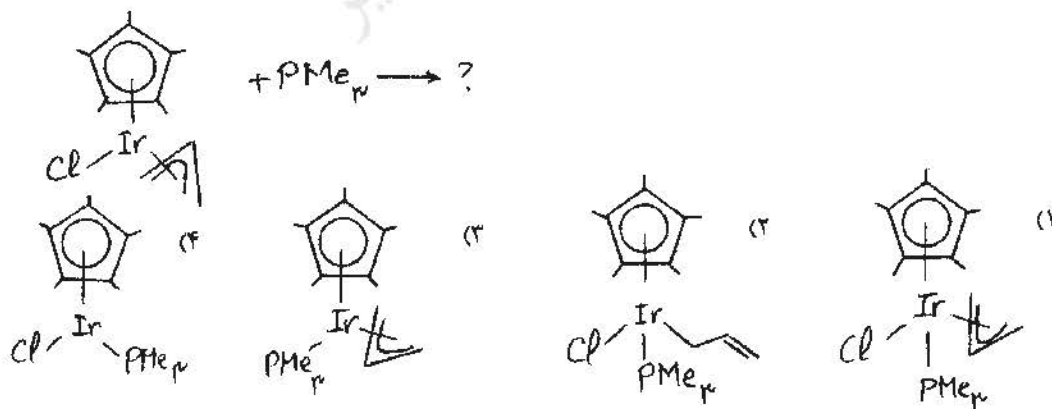
(۱) مزدوج بودن در لیگاندیل باعث بزرگ شدن ثابت سرعت می‌شود.

(۲) هر چه مراکز فلزی به هم نزدیکتر باشند و چرخش آزاد در لیگاند X وجود داشته باشد ثابت سرعت بزرگتر می‌شود.

(۳) تغییرات نشان می‌دهد که انتقال الکترون از مکانیزم قشر داخلی I.S.E.T تبعیت می‌کند.

(۴) کوچک شدن پل در مورد $\text{X} = \text{CH}_2$ سرعت را کم کرده نشان می‌دهد که انتقال الکترون از مکانیزم قشر خارجی تبعیت می‌کند. O.S.E.T

۲۶- محصول واکنش زیر کدام است؟



- ۲۷- با در نظر گرفتن مکانیسم واکنش مشخص کنید که سرعت جابه جایی ^{13}CO در کدام کمپلکس بیشتر است؟
 (۱) $\text{W}(\text{CO})_6$ (۲) $\text{Ir}(\text{CO})\text{Cl}(\text{PPh}_3)_2$ (۳) $\text{Ir}(\text{CO})\text{Cl}(\text{PPh}_3)_2$ (۴) $\text{Ir}(\text{CO})\text{Cl}(\text{PPh}_3)_2$
 (۱) $d(2) > a(1)$ ، سرعت (۱) بیشتر است.
 (۲) $a(1) > a(2)$ ، سرعت (۱) بیشتر است.
 (۳) $d(1) > d(2)$ ، سرعت هر دو نزدیک به هم است.
 (۴) $d(1) > a(2)$ ، سرعت (۲) بیشتر است.
- ۲۸- راسمی شدن $[\text{Co}^{\text{III}}(\text{acac})_3]$ (۱) در غیاب ، (۲) در حضور، ماده کاهنده چگونه رخ می دهد؟ و کدام سریعتر صورت می گیرد؟
 (۱) پیچش بیلر (درون مولکولی)، (۲) همراه با گسستن پیوند و بازآرایی، (۱) $>$ (۲) : سرعت
 (۲) (۱) و (۲) هر دو پیچش بیلر ، (۲) $\approx$ (۱) : سرعت
 (۳) (۱) و (۲) گسستن پیوند و بازآرایی، (۲) $\approx$ (۱) : سرعت
 (۴) (۱) گسستن پیوند و بازآرایی، (۲) پیچش بیلر (درون مولکولی)، (۲) $>$ (۱) : سرعت
- ۲۹- کدام یک از کمپلکس های زیر دارای بالاترین ثابت پایداری است؟ (اتیلن دی آمین = en، دی اتیلن تری آمین = dien)
 (۱) $[\text{Ni}(\text{dien})_2]^{2+}$ (۲) $[\text{Ni}(\text{en})_3]^{2+}$ (۳) $[\text{Ni}(\text{en})_2]^{2+}$ (۴) $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$
- ۳۰- واکنش زیر در محیط اسیدی با حفظ اکسیژن ایزوتوپی (*) در محصول انجام می شود، زیرا:

$$[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{OH}]^{2+} + \text{NO}_2^- \rightarrow [(\text{NH}_3)_5\text{Co} * \text{ONO}]^{2+}$$

 (۱) در این محیط N_2O_3 تشکیل می شود و به OH^* حمله می کند.
 (۲) NO_2^- در این pH شکسته می شود و گروه NO^- به OH^* حمله می کند.
 (۳) پس از جدا شدن OH^- در محیط با گروه نیتريت تعویض اکسیژن صورت می گیرد.
 (۴) NO_2^- به جای حمله به فلز مرکزی به OH^* حمله می کند.
- ۳۱- انرژی تابشی با طول موج 300 nm بر حسب kJ mol^{-1} کدام است؟

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$c = 3.00 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

 (۱) ۲۷۵ (۲) ۴۵۰ (۳) ۴۰۰ (۴) ۳۹۹

۳۲- در کدام گونه فرکانس کششی CN از همه کمتر است؟

- (۱) CN^- (۲) $\text{K}_5[\text{Mn}(\text{CN})_6]$ (۳) $\text{K}_4[\text{Mn}(\text{CN})_6]$ (۴) $\text{K}_3[\text{Mn}(\text{CN})_6]$

۳۳- عبارت کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) طیف UPS مولکول H_2 یک نوار در $15/4 \text{ eV}$ نشان می‌دهد در صورتی که انرژی یونش اتم هیدروژن $13/6 \text{ eV}$ است.
 (۲) در UPS (طیف بینی فوتوالکترون فرابنفش) نوار یونش N_2 با کمترین مقدار انرژی نسبت به نوار یونش O_2 با کمترین مقدار انرژی، در سطح انرژی بالاتری قرار دارد.
 (۳) در XPS (طیف‌بینی فوتوالکترون پرتو ایکس) نوار یونش $\text{N}(1s)$ در انرژی بالاتری نسبت به نوار یونش $\text{O}(1s)$ قرار دارد.
 (۴) نوار طیف H_2 ساختار ظریف نشان می‌دهد در صورتی که این ساختار در H° دیده نمی‌شود.

۳۴- انرژی نوارهای یونش $\text{C}(1s)$ در گزینه‌های ۱ تا ۴ مربوط به مولکول‌های CH_4 ، CO_2 ، CF_4 و CH_3OH است. انرژی

کدام نوار مربوط به CH_4 است؟

- (۱) $301/8 \text{ eV}$ (۲) $290/7 \text{ eV}$ (۳) $292/3 \text{ eV}$ (۴) $297/5 \text{ eV}$

۳۵- کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) طیف فوتوالکترون H_2 یک پیک جذبی تیز نشان می‌دهد.
 (۲) طیف فوتوالکترون H_2 ساختار ظریف نشان می‌دهد.
 (۳) طیف فوتوالکترون هیدروژن اتمی یک پیک تیز مربوط به $1s^0 \rightarrow 1s^1 + e$ نشان می‌دهد.
 (۴) طیف فوتوالکترون هیدروژن اتمی یک پیک تیز در $13/6 \text{ eV}$ نشان می‌دهد.

۳۶- در مورد کمپلکس‌های $[\text{M}(\text{CO})_6]^+$ و $[\text{M}(\text{CO})_6]^-$ کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) فرکانس کششی کربونیل در $[\text{M}(\text{CO})_6]^+$ بیشتر است.
 (۲) در این کمپلکس‌ها لیگاند کربونیل یک لیگاند π -پذیر است.
 (۳) مرتبه پیوند CO در $[\text{M}(\text{CO})_6]^+$ کمتر از $[\text{M}(\text{CO})_6]^-$ است.
 (۴) مرتبه پیوند CO در $[\text{M}(\text{CO})_6]^+$ بیشتر از $[\text{M}(\text{CO})_6]^-$ است.

۳۷- کدام یک از موارد زیر نمی‌تواند باعث افزایش شدت یک پیک شود؟

- (۱) انحراف یان - تِلر
 (۲) تغییر در چندگانگی اسپین حالت برانگیخته
 (۳) جفت شدن اسپین - اوربیت
 (۴) حذف مرکز تقارن

۳۸- الگوی طیف ^{29}Si NMR در مولکول SiF_4 چگونه است؟

- (۱) پنج تایی (۲) یکتایی (۳) دوتایی از دوتایی ها (۴) چهار تایی

۳۹- در طیف $^1\text{Hnmr}$ کدام ترکیب پیک های ماهواره ای مربوط به $\text{Ge}(I = \frac{9}{2})$ با فراوانی $7/6$ درصد دیده می شود؟

- (۱) GeBrH_3 (۲) GeFH_3 (۳) GeClH_3 (۴) GeH_4

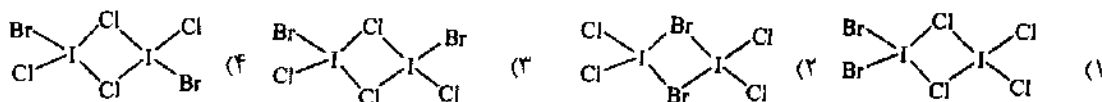
۴۰- به طور معمول در طیف سنجی موسباور طیف بر مبنای به دست می آید.

- (۱) شدت برحسب فرکانس (۲) شدت برحسب انرژی هسته ای γ
(۳) شدت برحسب طول موج (۴) شدت برحسب سرعت

۴۱- پارامتر جابجایی شیمیایی در طیف موسباور، برای ترکیبات $\text{I}_2\text{Cl}_4\text{Br}_2$ و I_2Cl_6 به صورت زیر است:

	$\text{IS}^{129} / \text{mm s}^{-1}$
I_2Cl_6	$+3/50$
$\text{I}_2\text{Cl}_4\text{Br}_2$	$+3/48$
	$+2/82$

کدام گزینه شکل صحیح را برای $\text{I}_2\text{Cl}_4\text{Br}_2$ نشان می دهد؟



(۴) A تایی از سه تایی‌ها (با ۲۴ علامت) 1:2:1:2:1:2:1:2:1:2:1:2:1:2:1:2

۴۵- طیف ESR کمپلکس $K_3[Cr(CN)_5NO]$ یک سه تایی با شدت یکسان نشان می‌دهد. برای ^{14}N ، $I = 1$ و اسپین هسته‌ای ایزوتوپ اصلی Cr (۸۴٪) نیز صفر است. آرایش الکترونی کروم در این کمپلکس کدام است؟

(۱) t_{2g}^3 (۲) $t_{2g}^2 e_g^2$ (۳) t_{2g}^5 (۴) t_{2g}^4