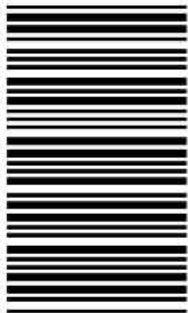


کد کنترل

253

E



253E

دفترچه شماره (۱)

صبح جمعه

۹۸/۱۲/۹



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

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

آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه متمرکز) – سال ۱۳۹۹

رشته شیمی – شیمی معدنی – کد (۲۲۱۴)

مدت پاسخ گویی: 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 معدنی پیشرفته – سینتیک – ترمودینامیک و مکاتیزم واکنش های معدنی – طیف سنجی در شیمی معدنی	۴۵	۱	۴۵

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می باشد و یا متخلفین برابر مقررات رفتار می شود.

۱۳۹۹

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

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

امضا:

۱- کدام گزینه در مورد محور چرخشی - انعکاسی  $S_n$  در یک مولکول نادرست است؟

(۱) اگر یک مولکول دارای محور  $S_n$  با  $n$  زوج باشد، باید در همان راستا دارای محور  $C_{\frac{n}{2}}$  باشد.

(۲) اگر یک مولکول دارای محور  $S_n$  با  $n$  فرد باشد، باید دارای محور  $C_n$  در همان راستا و  $\sigma$  عمود بر آن باشد.

(۳) اگر یک مولکول دارای محور  $S_n$  با  $n$  زوج باشد، باید در همان راستا دارای  $n$  محور چرخشی - انعکاسی

$S_n^1, S_n^2, \dots, S_n^n$  باشد.

(۴) اگر یک مولکول دارای محور  $S_n$  با  $n$  فرد باشد، باید در همان راستا دارای  $n$  محور چرخشی - انعکاسی

$S_n^1, S_n^2, \dots, S_n^n$  باشد.

۲- همه موارد زیر درباره گروه نقطه‌ای  $C_{\infty}$  صحیح‌اند، به جز:

(۱) مرتبه گروه  $C_{\infty}$  برابر با ۳ است.

(۲) گروه نقطه‌ای  $C_{\infty}$  یک گروه آبلی است.

(۳) کلیه اعمال تقارن در این گروه تعویض پذیر است.

(۴) گروه نقطه‌ای  $C_{\infty}$  یک گروه حلقوی است.

۳- کدام ماتریس، برای انجام تبدیل زیر مناسب است؟



$$(1) \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$(2) \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$(3) \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

$$(4) \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

۴ محور چرخشی  $R_y$  و اوربیتال  $d_{xz}$  در گروه نقطه‌ای  $C_s$  به کدام نمادهای تقارنی تعلق دارند؟

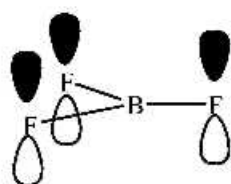
(۱)  $d_{xz}: A', R_y: A''$

(۲)  $d_{xz}: A'', R_y: A''$

(۳)  $d_{xz}: A', R_y: A'$

(۴)  $d_{xz}: A'', R_y: A'$

۵- در مولکول  $BF_3$  که به گروه نقطه‌ای  $D_{3h}$  متعلق است، نمایه کاهش پذیر مربوط به LGO's های به وجود آمده از اوربیتال های  $p$  فلوئور طبق شکل روبه‌رو، کدام است؟



$D_{3h}$	E	$2C_3$	$3C_2$	$\sigma_h$	$2S_6$	$3\sigma_v$
$\Gamma_\pi$	۳	۳	-۳	۰	۰	۳

(۱)

$D_{3h}$	E	$2C_3$	$3C_2$	$\sigma_h$	$2S_6$	$3\sigma_v$
$\Gamma_\pi$	۳	۰	-۳	-۳	۰	۱

(۲)

$D_{3h}$	E	$2C_3$	$3C_2$	$\sigma_h$	$2S_6$	$3\sigma_v$
$\Gamma_\pi$	۳	۰	-۱	-۳	۰	۱

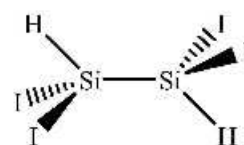
(۳)

$D_{3h}$	E	$2C_3$	$3C_2$	$\sigma_h$	$2S_6$	$3\sigma_v$
$\Gamma_\pi$	۳	۳	-۱	۰	۰	۳

(۴)

۶- ساختار ۱، ۱، ۲، ۲ تترا یدودی سیلان در زیر رسم شده است. اگر ارتعاشات کششی  $Si-I$  را به صورت بردار در نظر بگیریم نمایه کاهش پذیر و کاهش ناپذیر مطابق جدول زیر حاصل می‌شود. کدام گزینه در مورد این مولکول درست است؟

	E	$C_2$	i	$\sigma_h$	
$\Gamma$	۴	۰	۰	۰	
$A_g$	۱	۱	۱	۱	$x^2 + y^2, z^2$
$B_g$	۱	-۱	۱	-۱	$xz, yz$
$A_u$	۱	۱	-۱	-۱	z
$B_u$	۱	-۱	-۱	۱	x, y



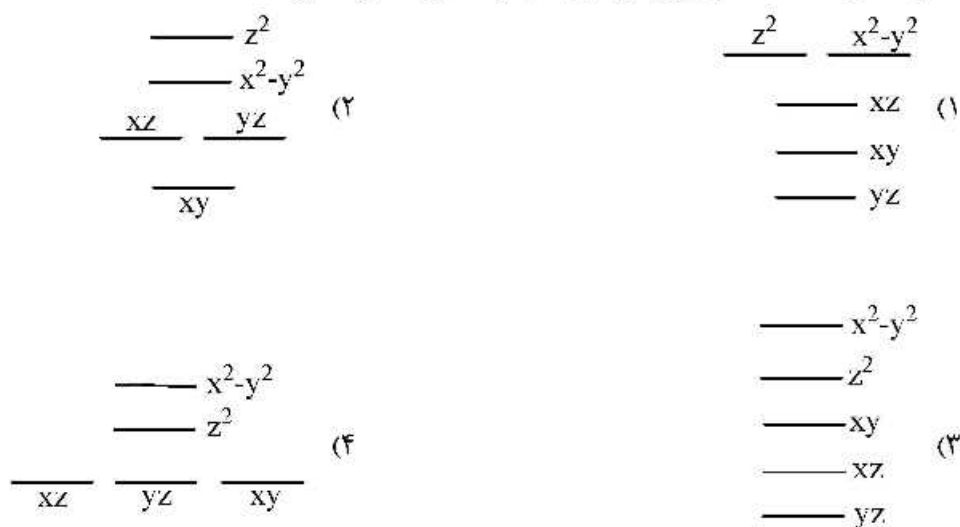
(۱) مولکول کایرال است.

(۲) گروه نقطه‌ای مولکول  $C_{2i}$  است.

(۳) دارای سه ارتعاش کششی  $Si-I$  فعال در طیف‌سنجی IR است.

(۴) دارای دو ارتعاش کششی  $Si-I$  فعال در طیف‌سنجی رامان است.

- ۷ با فرض اینکه در یک کمپلکس هشت وجهی  $ML_8$ ، لیگاندها در راستای محور  $y$  کشیده و در راستای محور  $x$  فشرده شوند، شکافتگی اوربیتال های  $d$  به چه صورت خواهد بود؟

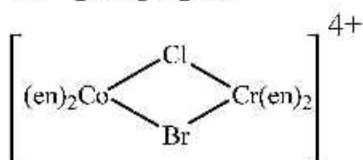


- ۸- در ساختار اسپینل معکوس،  $AB_2O_4$ ، یون های  $A$  و  $B$  کدام است؟

$$Z_{Ga} = 64; Z_{Ni} = 28; Z_{Fe} = 26; Z_{Zn} = 30; Z_{Cr} = 24; Z_{Mn} = 25$$

- (۱)  $Fe(III):B$  و  $Zn(II):A$   
 (۲)  $Cr(III):B$  و  $Fe(II):A$   
 (۳)  $Ga(III):B$  و  $Ni(II):A$   
 (۴)  $Mn(III):B$  و  $Mn(II):A$   
 ۹- گونه زیر چند ایزومر فعال نوری دارد؟

en = اتیلن دی آمین

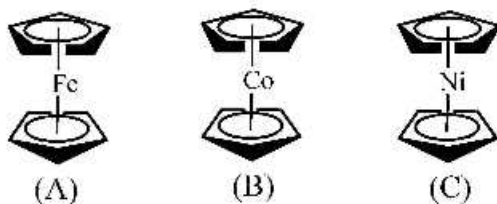


- ۱۰- گشتاور مغناطیسی  $\mu_{eff}$  کمپلکس  $[Co(en)_3Cl_3]_2[CoCl_4]$ ، کدام است؟

- (۱)  $1/4 \text{ B.M.}$   
 (۲)  $3/4 \text{ B.M.}$   
 (۳)  $3/8 \text{ B.M.}$   
 (۴)  $7/9 \text{ B.M.}$



۱۱- در مورد اکسایش و طول پیوند فلز - کربن (فاصله فلز تا مرکز حلقه پنج ضلعی) در سه ترکیب زیر، گزینه صحیح کدام است؟

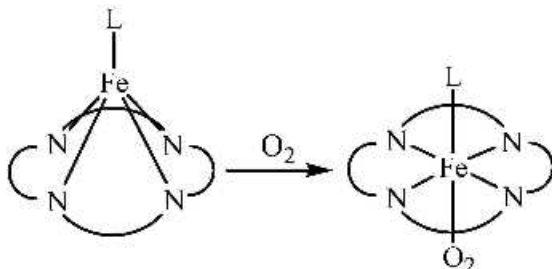


- (۱) در کمپلکس A طول پیوند کوتاه‌تر از B و C و تمایل برای اکسایش کمتر از B و C است.
- (۲) در کمپلکس B طول پیوند کوتاه‌تر از A و C و تمایل برای اکسایش کمتر از A و C است.
- (۳) در کمپلکس C طول پیوند کمتر و تمایل برای اکسایش بیشتر از دو کمپلکس A و B است.
- (۴) در کمپلکس C طول پیوند بیشتر و تمایل برای اکسایش کمتر از دو کمپلکس دیگر است.

۱۲- به‌طور کلی چگونه می‌توان به کمک طیف الکترونی دوایزومر cis و trans کمپلکس  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_4\text{Cl}_2]^+$  را از یکدیگر تشخیص داد؟

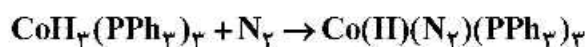
- (۱) ایزومر cis تعداد جهش‌های d - d بیشتر و شدت پیک جذبی بیشتر دارد.
- (۲) ایزومر trans تعداد جهش‌های d - d کمتر و شدت پیک جذبی بیشتر دارد.
- (۳) ایزومر trans تعداد جهش‌های d - d بیشتر و شدت پیک جذبی کمتر دارد.
- (۴) ایزومر cis تعداد جهش‌های d - d بیشتر و شدت پیک جذبی کمتر دارد.

۱۳- اتصال شماتیک مولکول اکسیژن به هموگلوبین را می‌توان به‌صورت زیر نشان داد. علت خارج از صفحه بودن اتم آهن در هموگلوبین قبل از اتصال اکسیژن و سپس داخل صفحه رفتن آن پس از اتصال اکسیژن کدام است؟ (L = ایمیدازول)



- (۱) با افزودن  $\text{O}_2$ ، یون  $\text{Fe}^{\text{II}}$  به  $\text{Fe}^{\text{III}}$  تبدیل شده و شعاع کاهش می‌یابد و می‌تواند در حلقه قرار گیرد.
- (۲) شعاع اتم آهن در هر دو مورد یکی است اما در هموگلوبین اکسیژن‌دار لازمه ایجاد حالت هشت‌وجهی قرار گرفتن اتم آهن در صفحه لیگاند است.
- (۳) به علت ایجاد پیوند هیدروژنی توسط  $\text{O}_2$  کنوردینه شده در ساختار هموگلوبین، یون آهن به داخل صفحه کشیده می‌شود.
- (۴) در هموگلوبین بدون اکسیژن آهن پراسپین و دارای یک الکترون در  $d_{x^2-y^2}$  است که شعاع اتم آهن را زیاد می‌کند. در هموگلوبین اکسیژن‌دار، آهن کم اسپین است و الکترونی در  $d_{x^2-y^2}$  ندارد و شعاع اتم آهن کم می‌شود و می‌تواند در حلقه قرار گیرد.

۱۴ - تشکیل کمپلکس های  $N_2$  به وسیله جذب مستقیم گاز  $N_2$  در فشار اتمسفر در واکنش هایی مثل زیر مشاهده شده است:



در ساختار این کمپلکس پیوند  $Co-N-N$  مانند پیوند در گروه  $M-CO$  خطی است. با این حال، کمپلکس های حاوی لیگاند  $N_2$  پایداری کمتری نسبت به هم تایی  $CO$  دارند. کدام گزینه در مورد مقایسه قدرت پیوند فلز - لیگاند در این دو نوع کمپلکس درست است؟

(۱) پیوندهای  $N \equiv N$  در کمپلکس های حاوی لیگاند  $N_2$  غیرقطبی هستند در حالی که  $CO$  قطبی است و پیوند قوی تری دارد.

(۲) لیگاند  $N_2$  هم  $\sigma$  دهنده و هم  $\pi$  پذیرنده ضعیف تری نسبت به  $CO$  است، بنابراین پیوند آن با فلز ضعیف تر می باشد.

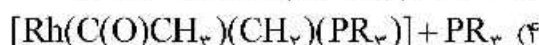
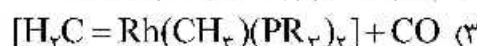
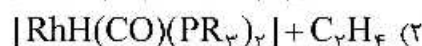
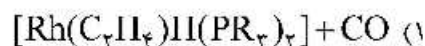
(۳) اگر چه لیگاند  $N_2$   $\sigma$  دهنده قوی تری از  $CO$  می باشد ولی چون  $\pi$  پذیرنده ضعیف تری نسبت به  $CO$  می باشد پیوند آن با فلز ضعیف تر است.

(۴) علی رغم اینکه  $N_2$  لیگاند  $\pi$ -پذیر قوی تری نسبت به  $CO$  است، به علت خصلت  $\sigma$ -دهندگی ضعیف تر آن نسبت به  $CO$ ، پیوند آن با فلز ضعیف تر است.

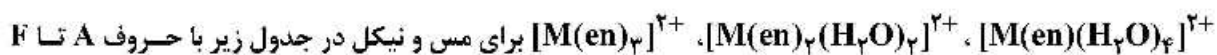
۱۵ - صرف نظر از مجاز یا غیرمجاز بودن جهش، کدام یک از جهش های زیر پر انرژی تر است؟



۱۶ - کمپلکس زیر ناپایدار است و به سرعت واکنش می دهد تا به پایداری برسد. محصولات واکنش این کمپلکس کدام است؟



۱۷ - ثابت های پایداری مرحله ای در محلول آبی در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد برای تشکیل یون های



داده شده است. کدام یک کمترین مقدار ثابت پایداری مرحله ای را دارد؟

(ساختار موضعی اطراف فلز را به صورت هشت وجهی در نظر بگیرید.)

	$[M(en)(H_2O)_4]^{2+}$	$[M(en)_2(H_2O)_2]^{2+}$	$[M(en)_3]^{2+}$
Cu	A	B	C
Ni	D	E	F

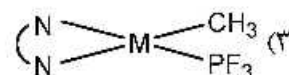
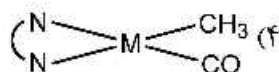
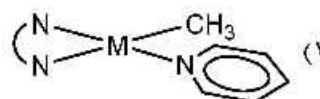
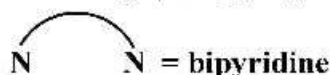
D (۴)

C (۳)

B (۲)

A (۱)

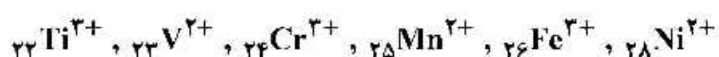
۱۸- کدام یک از کمپلکس‌های زیر واکنش افزایش همراه با اکسایش با  $\text{CH}_3\text{I}$  را با سرعت بیشتری انجام می‌دهد؟



۱۹- واکنش تبادل آب در کمپلکس‌های هگزاآکوای هشت وجهی عناصر واسطه به صورت زیر است:



کمترین و بیشترین مقدار حجم فعال سازی ( $\Delta V^\ddagger$  Activation volume) مربوط به کدام یک از یون‌های زیر است؟



(۲) بیشترین  $\text{Mn}^{2+}$  و کمترین  $\text{Cr}^{3+}$

(۱) بیشترین  $\text{Fe}^{3+}$  و کمترین  $\text{V}^{2+}$

(۴) بیشترین  $\text{Ni}^{2+}$  و کمترین  $\text{Ti}^{3+}$

(۳) بیشترین  $\text{Cr}^{3+}$  و کمترین  $\text{Ti}^{3+}$

۲۰- ثابت سرعت واکنش کمپلکس  $\text{trans} - [\text{Pt}(\text{PEt}_3)_2\text{PhCl}]$  با تیواوره (tu) به صورت  $k_{\text{obs}} = k_1 + k_2[\text{tu}]$  است. رسم  $k_{\text{obs}}$  نسبت به غلظت tu یک خط راست است که تقریباً از مبدأ مختصات می‌گذرد. در مورد این

مشاهده چه می‌توان گفت؟

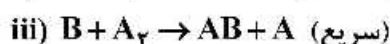
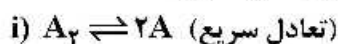
(۱) سرعت واکنش به غلظت و ماهیت لیگاند واردشونده بستگی ندارد.

(۲) مکانیسم واکنش تفکیکی است.

(۳) پارامتر هسته دوستی ( $n_{\text{pt}}$ ) برابر صفر است.

(۴) مسیر وابسته به حلال ( $k_1$ ) در واکنش سهم ناچیزی دارد.

۲۱- مطالعات سینتیکی واکنش  $\text{A}_2 + \text{B}_2 \rightarrow 2\text{AB}$  پیشنهاد می‌کند که مکانیسم واکنش به صورت زیر است:

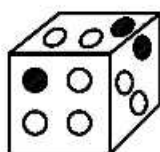
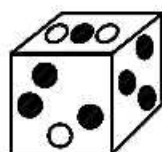
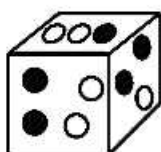


مرتبه واکنش نسبت به  $[\text{A}_2]$  چقدر است؟

(۱) ۱ (۲)  $\frac{1}{2}$  (۳)  $\frac{3}{2}$  (۴) ۲

۲۲- معادله سرعت برای واکنش  $\text{A} + \text{B} \rightarrow \text{C}$  برابر است با  $\text{Rate} = k[\text{A}][\text{B}]^2$ . هر کدام از جعبه‌های زیر نشان‌دهنده

مخلوطی از واکنش است (A دایره سفید و B دایره سیاه) ترتیب افزایش سرعت در جعبه‌ها کدام است؟



(۱)  $1 > 2 > 3$

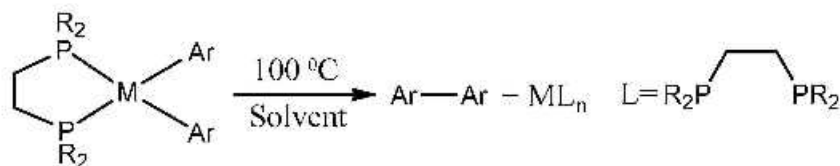
(۲)  $2 > 1 > 3$

(۳)  $3 > 1 > 2$

(۴)  $1 = 2 = 3$



۲۳- واکنش حذفی - کاهش زبر را در نظر بگیرید. با توجه به اطلاعات سینتیکی داده شده در جدول، کدام گزینه نادرست است؟



Ar	$k(\text{sec}^{-1})$ at $100^\circ\text{C}$	$\Delta H^\ddagger$ (kcal/mol)	$\Delta S^\ddagger$ (kcal/mol)
Ph	$1.8 \times 10^{-7}$	37.8	11.5
4-F-C <sub>6</sub> H <sub>4</sub>	$4.7 \times 10^{-7}$	37.2	11.8
2,6-F <sub>2</sub> -C <sub>6</sub> H <sub>3</sub>	$3.6 \times 10^{-6}$	31.7	1.1
C <sub>6</sub> F <sub>5</sub>	$2.2 \times 10^{-4}$	28.7	1.4

- (۱) واکنش ابتدا شامل افزایش یک مولکول حلال و سپس حذف دو گروه آریل از یک مرکز فلز ۵ کتوردینه است.
- (۲) واکنش شامل تفکیک یک دندانۀ فسفین و سپس حذف دو گروه آریل از روی یک مرکز فلزی ۳ کتوردینه است.
- (۳) هرچه تعداد اتم‌های فلوئور روی گروه‌های آریل بیشتر باشد، بار مثبت روی فلز افزایش یافته و تمایل آن برای کاهش بیشتر است.
- (۴) مقادیر  $\Delta G^\ddagger$  برای همه موارد با لیگاندهای آریل مختلف منفی است و واکنش در دمای  $100^\circ\text{C}$  به صورت خودبه‌خودی انجام می‌شود.

۲۴-  $\Delta H$  فرایند برای واکنش  $\text{P}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{P}(\text{g})$  برابر  $217 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$  می‌باشد. اگر انرژی پیوند ساده P-P برابر

$200 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$  باشد، انرژی یک پیوند سه‌گانه  $\text{P} \equiv \text{P}$  (برحسب  $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ ) چقدر است؟

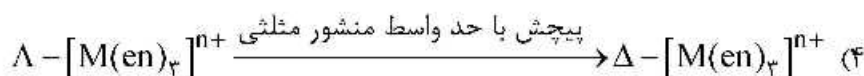
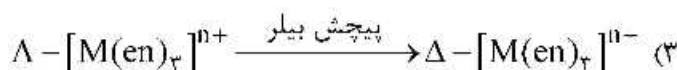
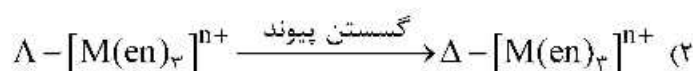
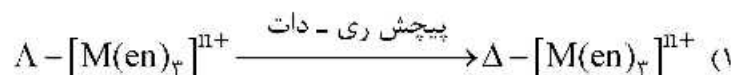
(۱) ۴۹۲

(۲) ۲۱۷

(۳) ۲۰۰

(۴) ۶۵۱

۲۵- با در نظر گرفتن برگشت‌ناپذیری و گزینش‌پذیری فرایندهای زیر، محصول واکنش در کدام گزینه نادرست است؟





۲۶- اولین مرحله در فرایند هیدروژن دار کردن کاتالیزی توسط کاتالیزگر  $ML_3Cl$  (که در آن L یک لیگاند فسفین است)، شامل تفکیک یک لیگاند L است. کدام یک از کمپلکس های زیر در این فرایند فعال تر عمل می کنند؟

- (۱)  $Ir(PPh_3)_3 Cl$  (۲)  $Ir(PPh_2Me)_3 Cl$   
(۳)  $Rh(PPh_3)_3 Cl$  (۴)  $Rh(PPh_2Me)_3 Cl$

۲۷- داده های فاکتور تمایز هسته دوستی (Nucleophilic discrimination factor) (s) برای تعدادی از کمپلکس های پلاتین در زیر داده شده است. کدام گزینه در مورد تفسیر این جدول درست است؟

کمپلکس	s
$trans - Pt(PEt_3)_2 Cl_2$	۱/۴۳
$trans - Pt(AsEt_3)_2 Cl_2$	۱/۲۵
$Pt(en) Cl_2$	۵/۸۴
$[Pt(dien) Cl]^+$	۵/۶۵

- (۱) واکنش پذیری کمپلکس  $trans - Pt(PEt_3)_2 Cl_2$  نسبت به کلیه لیگاندهای واردشونده بیشتر از سایر کمپلکس ها است.  
(۲) واکنش پذیری کمپلکس  $[Pt(dien) Cl]^+$  نسبت به کلیه لیگاندهای واردشونده بیشتر از سایر کمپلکس ها است.  
(۳) برای کمپلکس  $trans - Pt(PEt_3)_2 Cl_2$  سرعت واکنش جانشینی نسبت به تغییر لیگاند واردشونده حساسیت بیشتری دارد.

(۴) برای کمپلکس  $[Pt(dien) Cl]^+$  سرعت واکنش جانشینی نسبت به تغییر لیگاند واردشونده حساسیت بیشتری دارد.

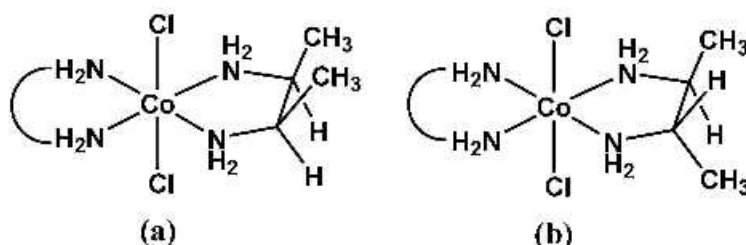
۲۸- سرعت واکنش کاهش  $Co(NH_3)_6^{3+}$  با  $[Fe(CN)_6]^{4-}$  تقریباً با کاهش  $Co(NH_3)_6^{3+}$  توسط  $Co(NH_3)_5 F^{2+}$  توسط  $[Fe(CN)_6]^{4-}$  برابر است. کدام گزینه در مورد مکانیسم این واکنش ها درست است؟

- (۱) هر دو واکنش از طریق مکانیسم انتقال الکترون فضای خارجی پیش می روند.  
(۲) کاهش  $Co(NH_3)_5 F^{2+}$  برخلاف  $Co(NH_3)_6^{3+}$  با مکانیسم فضای داخلی پیش می رود.  
(۳) با توجه به وجود لیگاند پل ساز در  $[Fe(CN)_6]^{4-}$  هر دو واکنش مکانیسم انتقال الکترون فضای داخلی دارند.  
(۴) چنانچه لیگاند پل ساز F در کمپلکس  $Co(NH_3)_5 F^{2+}$  با Br جایگزین شود، سرعت واکنش افزایش خواهد یافت.

۲۹- کمپلکس شش آبه وانادیم (IV) می تواند به عنوان اسید عمل کند و پروتون از دست بدهد. کدام گزینه در مورد واکنش پروتون دهی این گونه ها نادرست است؟

- (۱) کمپلکس  $[V(H_2O)_6]^{4+}$  می تواند با از دست دادن یک پروتون به  $[V(H_2O)_5(OH)]^{3+}$  تبدیل شود.  
(۲) کمپلکس  $[V(H_2O)_6]^{4+}$  می تواند با از دست دادن سه پروتون به  $[V(H_2O)_3(OH)_3]^{+}$  تبدیل شود.  
(۳) کمپلکس  $[V(H_2O)_5(OH)]^{3+}$  می تواند با از دست دادن دو پروتون به  $[(H_2O)_4 V = O]^{2+}$  تبدیل شود.  
(۴) کمپلکس  $[(H_2O)_5 V(OH)]^{3+}$  می تواند با از دست دادن پروتون به  $[(H_2O)_4 V(OH)_2]^{2+}$  تبدیل شود.

۳۰- واکنش زیر را در نظر بگیرید که در آن مولکول  $[\text{CoCl}_2(\text{bn})_2]^+$  دارای دو ایزومر است که ساختار آن‌ها به صورت (a) و (b) در زیر نشان داده شده است. در هر کمپلکس یکی از لیگاندهای bn به صورت باز نشان داده شده است. کدام عبارت در مورد سرعت واکنش نشان داده شده صحیح است؟



- (۱) سرعت واکنش برای هر دو ترکیب یکسان می‌باشد، چون ازدحام فضایی در سرعت واکنش اثری ندارد.
- (۲) برای ایزومر (a) سرعت واکنش بیشتر است، چون افزایش ازدحام فضایی در اطراف یکی از لیگاندهای کلر باعث افزایش سرعت می‌شود.
- (۳) سرعت واکنش برای هر دو ترکیب یکسان است، چون ازدحام فضایی در هر دو مورد مشابه است.
- (۴) برای ایزومر (b) سرعت واکنش بیشتر است، چون کاهش ازدحام فضایی در این مولکول باعث می‌شود مولکول  $\text{H}_2\text{O}$  راحت‌تر بتواند به مرکز فلز نزدیک شود.

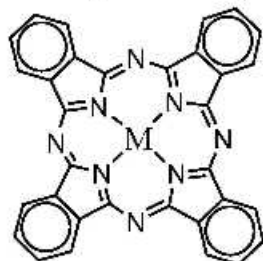
۳۱- کدام یک از روش‌های زیر، برای تمایز بین دو کمپلکس دی‌هیدرید و دی‌هیدروژن زیر مناسب‌تر است؟



- (۱) استفاده از طیف‌سنجی زیر قرمز IR برای بررسی ارتعاشات فعال در IR
  - (۲) استفاده از طیف‌سنجی رامان برای بررسی ارتعاشات فعال در رامان
  - (۳) استفاده از روش کریستالوگرافی با پراش اشعه ایکس
  - (۴) اندازه‌گیری ثابت جفت شدن  $^1\text{J}(\text{HD})$  در صورتی که به جای یکی از اتم‌های هیدروژن اتم دوتریم قرار گیرد.
- ۳۲- طیف الکترونی یک کمپلکس  $[\text{Ru}(\text{bpy})_3]^{2+}$  در حلال‌های مختلف ثبت شده است. کدام گزینه در مورد نوار جذبی مربوط به جهش‌های  $d-d$  در این کمپلکس صحیح است؟
- (۱) با افزایش قطبیت حلال جابه‌جایی به ناحیه پر انرژی نشان می‌دهد.
  - (۲) با تغییر قطبیت حلال جابه‌جایی نشان نمی‌دهد.
  - (۳) با افزایش قطبیت حلال جابه‌جایی به ناحیه کم انرژی نشان می‌دهد.
  - (۴) با توجه به این که قطبیت مولکول در حالت‌های پایه و برانگیخته متفاوت است تغییر قطبیت حلال سبب تغییر موقعیت نوار جذبی می‌شود.

۳۳- طیف‌های ESR کمپلکس‌های فتالوسیانین مس (II) و کبالت (II) به صورت محلول منجمد متانولی بررسی شده است. کدام گزینه در مورد این طیف‌ها درست است؟ (فرض کنید در راستای محور z لیگاندی به کمپلکس‌ها کئوردینه نشده است.)

$$(I_{Cu} = \frac{3}{2}, I_{Co} = \frac{7}{2}, I_N = 1)$$

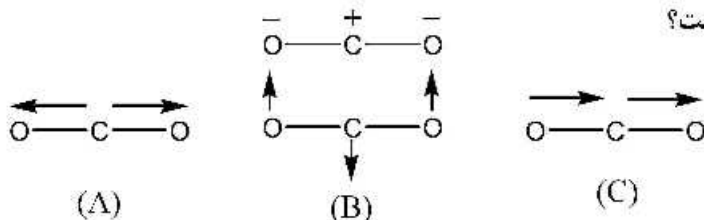


- (۱) در هر دو کمپلکس شکافتگی توسط نیتروژن‌های فتالوسیانین دیده می‌شود.
- (۲) در طیف ESR کمپلکس فتالوسیانین کبالت (II) برخلاف مس (II) شکافتگی توسط نیتروژن‌های فتالوسیانین دیده می‌شود.
- (۳) شکافتگی توسط نیتروژن‌های فتالوسیانین در هیچ‌یک از دو کمپلکس دیده نمی‌شود.
- (۴) در طیف ESR کمپلکس فتالوسیانین مس (II) برخلاف کبالت (II) شکافتگی توسط نیتروژن‌های فتالوسیانین دیده می‌شود.

۳۴- کم انرژی‌ترین جهش الکترونی  ${}^6A_1 \rightarrow {}^4T_1$  برای کروموفور  $FeO_4^{III}$  (که نتیجه جهش  $e_g \rightarrow t_{2g}$  است) در حدود  $11000\text{ cm}^{-1}$  و برای کروموفور  $FeO_4^{III}$  (که نتیجه جهش  $t_g \rightarrow e$  است) در حدود  $22000\text{ cm}^{-1}$  دیده می‌شود. اختلاف انرژی مشاهده شده چگونه تفسیر می‌شود؟

- (۱) اختلاف دافعه‌های بین الکترونی در این دو کروموفور سبب ایجاد اختلاف انرژی می‌شود.
- (۲) این اختلاف انرژی فقط به اختلاف انرژی جفت شدن (P) بین دو کروموفور مرتبط است.
- (۳) انرژی این جهش‌های غیرمجاز برابر است با انرژی جفت شدن اسپین (P) منهای شکافتگی میدان بلور ( $\Delta$ ) که برای  $FeO_4^{III}$  بیشتر است.
- (۴) برای کروموفور  $FeO_4^{III}$  شدت جهش بیشتر و در نتیجه انرژی آن نیز بیشتر است.

۳۵- مولکول  $CO_2$  دارای سه نوار در طیف IR مطابق با اعداد موجی  $\nu_1 = 1340\text{ cm}^{-1}$ ،  $\nu_2 = 667\text{ cm}^{-1}$  و  $\nu_3 = 2349\text{ cm}^{-1}$  است. ارتعاش‌های ممکن برای این مولکول به شکل زیر است. اگر ارتعاش  $\nu_1$  به صورت یک نوار دوتایی مشاهده شود، کدام گزینه صحیح است؟



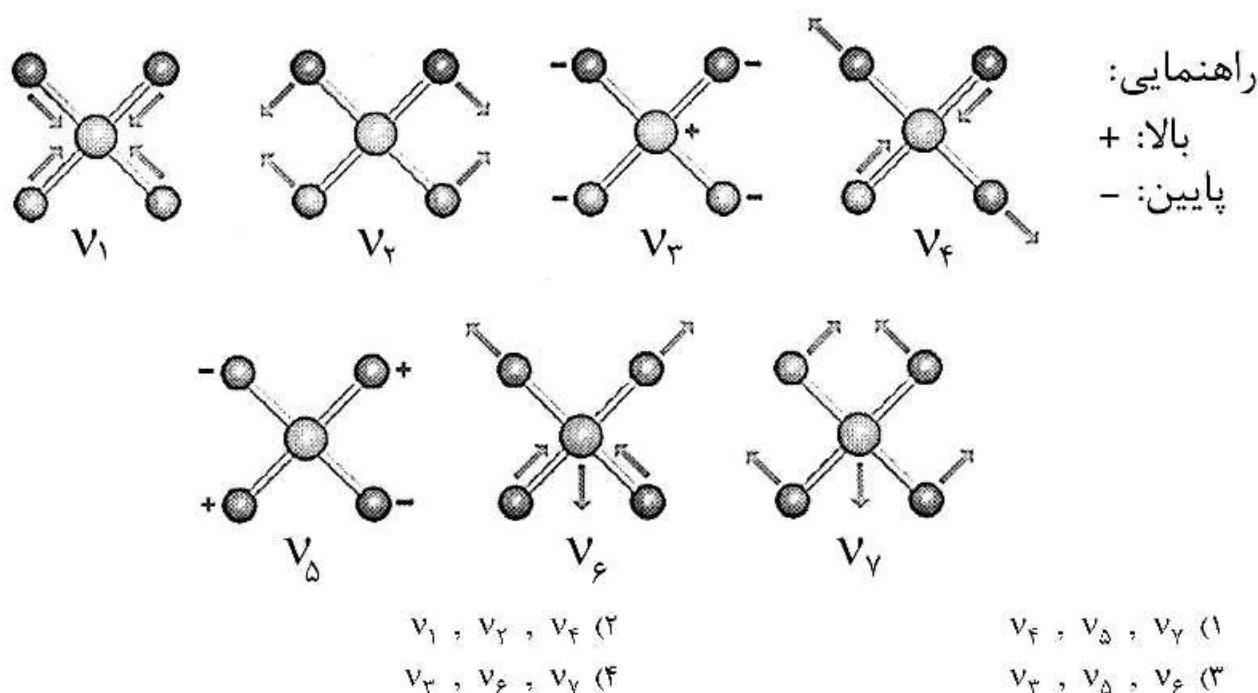
- (۱) نوار  $\nu_1$  مربوط به ارتعاش B است.
- (۲) نوار  $\nu_1$  مربوط به اورتون  $\nu_2$  است.
- (۳) نوار  $\nu_1$  مربوط به ارتعاش (A) و  $\nu_2$  مربوط به ارتعاش (C) است.
- (۴) نوار  $\nu_2$  مربوط به ارتعاش (C) بوده و نوار  $\nu_1$  مربوط به جهش به حالت‌های نتیجه شده از اختلاط اورتون  $\nu_2$  با ارتعاش A است.



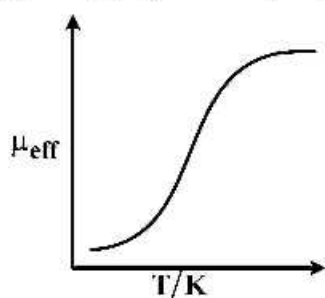
۳۶- کدام گزینه در مورد طیف سنجی IR و رامن ساختارهای مسطح سین و آنتی  $N_2F_2$  درست است؟

- (۱) در ساختار آنتی، ارتعاشاتی که در IR فعال هستند در رامن فعال نیستند.
- (۲) در ساختار سین، ارتعاشاتی که در IR فعال هستند در رامن فعال نیستند.
- (۳) در هر دو ساختار، ارتعاشاتی که در IR فعال هستند در رامن نیز فعال هستند.
- (۴) طیف IR و رامن این دو ساختار کاملاً یکسان است.

۳۷- شیوه‌های ارتعاشی یون کمپلکس  $[PtCl_4]^{2-}$  در زیر مشاهده می‌شوند. کدام یک از آن‌ها در طیف سنجی زیر قرمز (IR) فعال هستند؟



۳۸- شکل زیر تغییرات گشتاور مغناطیسی مؤثر ( $\mu_{eff}$ ) را برای یک کمپلکس نسبت به دما نشان می‌دهد. این

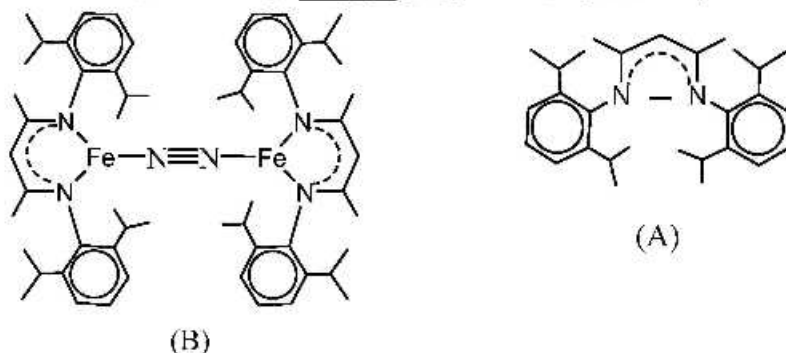


کمپلکس کدام است؟ ( $V = 23, Fe = 26, Ni = 28$ )

- (۱)  $[Fe(terpy)_3]^{3+}$  (terpy = terpyridyl)
- (۲)  $VCl_4$
- (۳)  $[Ni(phen)_3]^{2+}$  (Phen - phenanthroline)
- (۴)  $[VCl_6]^{3-}$



۳۹- اگر چه لیگاند (شکل A) نشان داده شده در زیر دارای یک بار منفی است و پیش بینی می شود که کمپلکس دیمر آن با آهن (شکل B) شامل آهن (I) باشد، ولی مطالعات ساختاری نشان می دهد که حالت اکسایش آهن (II) بوده و لیگاند دی نیتروژن به صورت  $N_2^{2-}$  است. کدام یک از روش های شناسایی زیر نمی توانند این مشاهدات را تأیید کنند؟



(۲) طیف سنجی IR

(۱) طیف سنجی  $^{15}N$  - NMR

(۴) طیف سنجی موزبائر

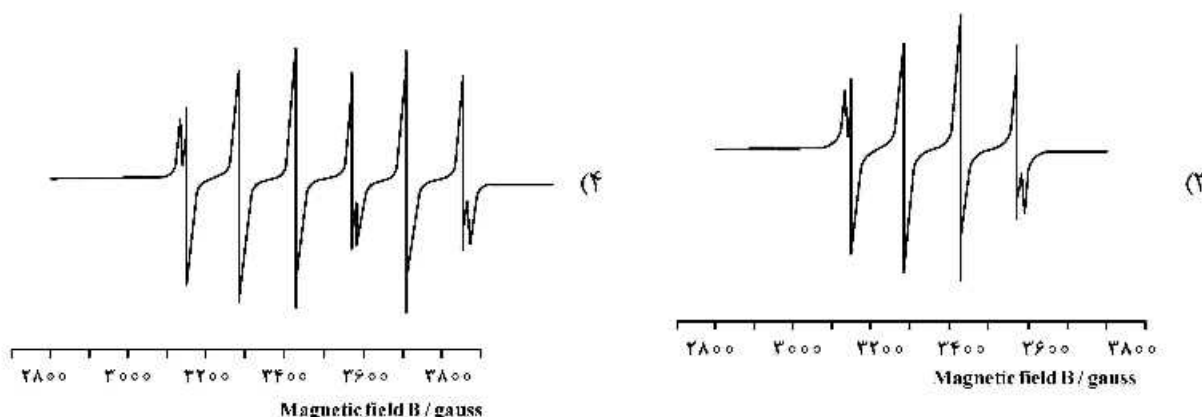
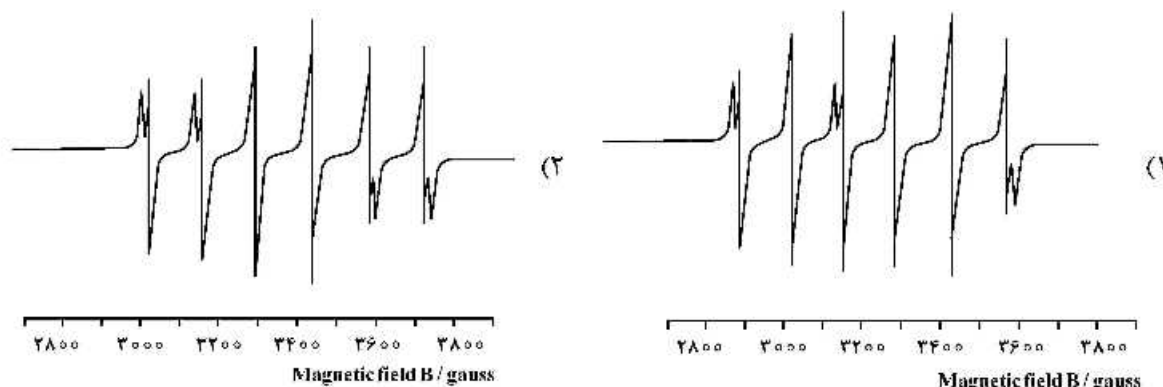
(۳) اندازه گیری خواص مغناطیسی

۴۰- مس دارای دو ایزوتوپ طبیعی  $^{63}Cu$  و  $^{65}Cu$  به ترتیب با فراوانی ۶۹/۲٪ و ۳۰/۸٪ است. هر دو ایزوتوپ  $I = \frac{3}{2}$

دارند. کدام گزینه طیف EPR تک بلور ناشی از دوپه کردن  $Cu^{2+}$  در بلور  $CaCd(OAc)_4$  را نشان می دهد؟

(راهنمایی: ترکیب  $CaCd(OAc)_4$  دیامغناطیس است و ثابت جفت شدن برای دو ایزوتوپ مس برابر است.)

OAc = یون استات

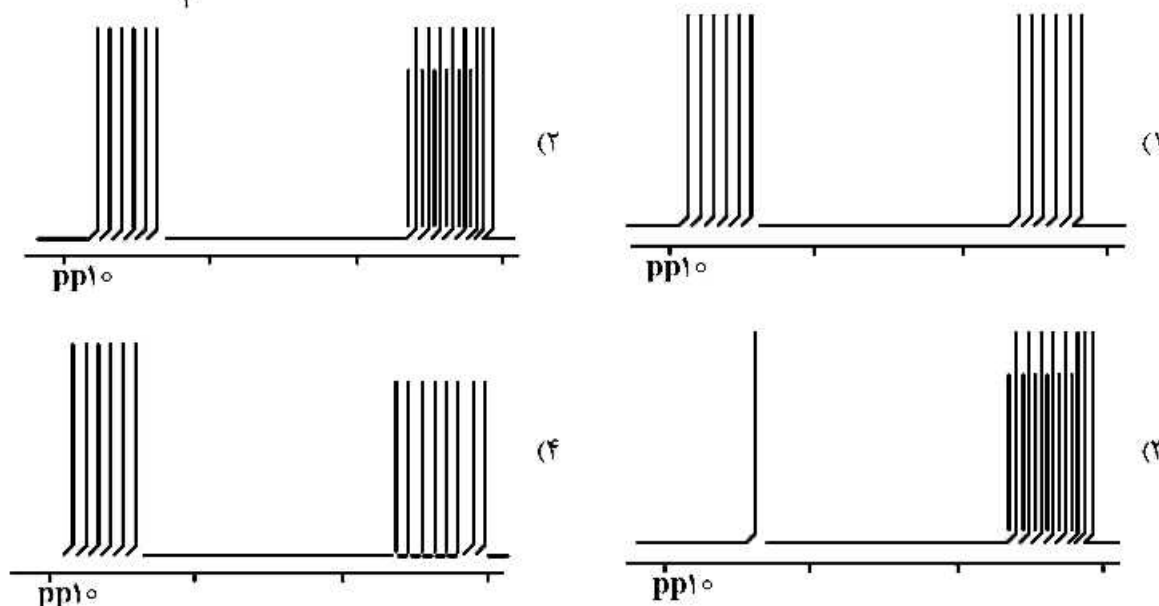


۴۱- کدامیک از موارد زیر طیف  $^{19}\text{F}$  NMR محصول واکنش اسید - باز  $\text{IF}_7$  و  $\text{SbF}_5$  را نشان می‌دهد؟

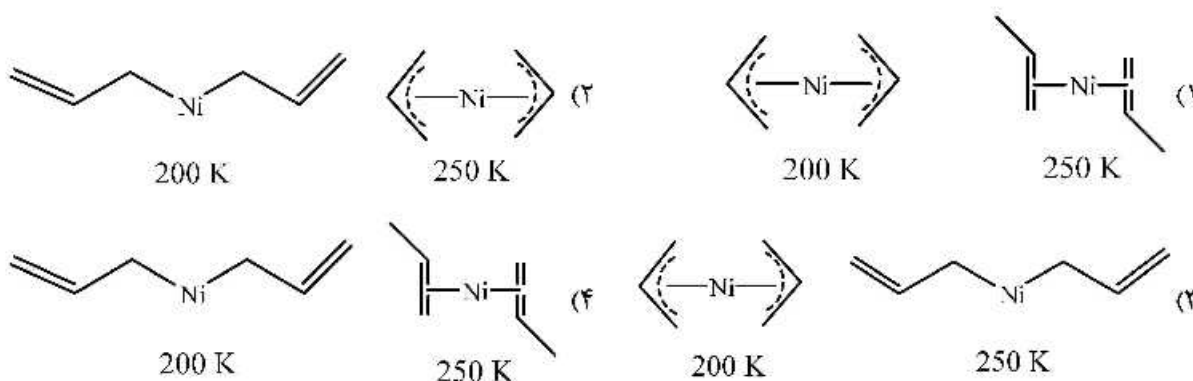
$$^{127}\text{I}; \%100; I = \frac{5}{2}$$

$$^{121}\text{Sb}; \%57; I = \frac{5}{2}$$

$$^{123}\text{Sb}; \%43; I = \frac{7}{2}$$



۴۲- طیف  $^{13}\text{C}\{^1\text{H}\}$  NMR بیس (آلیل) نیکل در  $200\text{ K}$  سه خط رزونانس نشان می‌دهد. در  $250\text{ K}$  فقط دو رزونانس مشاهده می‌شود. ساختار ترکیب در هر دما به چه صورت است؟



۴۳- طیف  ${}^7\text{Li} - \{^1\text{H}\}$  NMR متیل لیتیم صد در صد غنی شده با  ${}^{13}\text{C}$  یک پیک چهارتایی را نشان می دهد. این طیف بیانگر چیست؟

$$I({}^{13}\text{C}) = \frac{1}{4} \quad I({}^7\text{Li}) = \frac{1}{4}$$

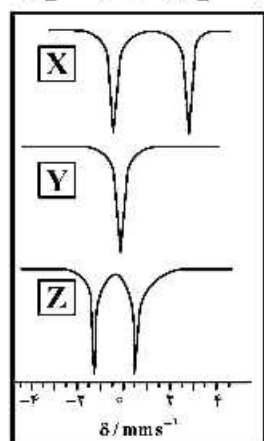
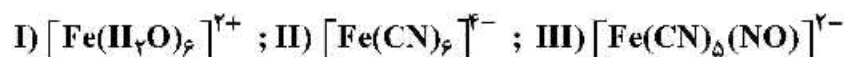
(۱) ساختار متیل لیتیم به صورت تترامر است که در آن اتم های لیتیم در گوشه های یک چهار وجهی قرار گرفته اند و به هر اتم لیتیم یک گروه متیل به صورت انتهایی متصل است.

(۲) ساختار متیل لیتیم به صورت مونمر است و در مجاورت هر اتم لیتیم یک گروه متیل قرار دارد.

(۳) ساختار متیل لیتیم به صورت مسطح مثلثی از اتم های لیتیم است که گروه های متیل به صورت پل بین هر دو اتم لیتیم قرار گرفته اند.

(۴) ساختار متیل لیتیم به صورت تترامر است که در آن اتم های لیتیم در گوشه های یک چهار وجهی قرار گرفته اند و در وسط هر کدام از وجه های مثلثی یک گروه متیل قرار گرفته است.

۴۴- کدام گزینه طیف موزبائر گونه های زیر را به درستی نشان می دهد؟



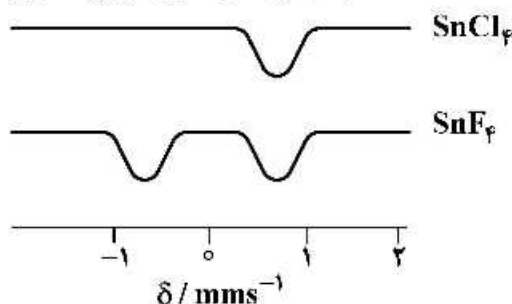
X = III ; Y = I ; Z = II (۱)

X = II ; Y = I ; Z = III (۲)

X = I ; Y = II ; Z = III (۳)

X = I ; Y = III ; Z = II (۴)

۴۵- طیف موزبائر برای دو ترکیب  $\text{SnCl}_4$  و  $\text{SnF}_4$  در زیر نشان داده شده است. کدام عبارت در مورد این نتایج صحیح است؟



(۱)  $\text{SnCl}_4$  به صورت مونمر با تقارن  $T_d$  است در حالی که  $\text{SnF}_4$  دارای ساختاری با واحدهای  $\text{SnF}_6$  هشت وجهی  $O_h$  است.

(۲)  $\text{SnCl}_4$  دارای ساختاری با واحدهای  $\text{SnCl}_6$  هشت وجهی بوده در حالی که  $\text{SnF}_4$  به صورت مونمر با تقارن  $T_d$  است.

(۳)  $\text{SnCl}_4$  به صورت مونمر با تقارن  $T_d$  است در حالی که  $\text{SnF}_4$  دارای ساختار لایه ای با واحدهای  $\text{SnF}_6$  تتراگونال است.

(۴)  $\text{SnCl}_4$  دارای ساختاری لایه ای با واحدهای  $\text{SnCl}_6$  تتراگونال است در حالی که  $\text{SnF}_4$  به صورت مونمر با تقارن  $T_d$  است.

