



# مشاوره تحصیلی هیا

تخصصی ترین سایت مشاوره کشور

تماس با مشاوران ما، با شماره گیری

۹۰۹۹۰۷۵۳۰۵

از طریق تلفن ثابت



دفترچه سوال رسمی آزمون  
واحد سنجشی و ارزیابی باشگاه دانش‌پژوهان جوان

باسمه تعالی  
جمهوری اسلامی ایران  
وزارت آموزش و پرورش  
باشگاه دانش‌پژوهان جوان

## کد دفترچه : ۲

علم برای یک ملت مهم‌ترین ابزار آبرو، پیشرفت و اقتدار است. «امام خمینی (ره)»

### دفترچه سؤالات مرحله دوم سال تحصیلی ۱۴۰۴-۱۴۰۵

# سی و ششمین دوره المپیاد شیمی

نوع آزمون: چندگزینه‌ای	مدت پاسخگویی: ۱۸۰ دقیقه
تعداد سؤالات: ۴۰	

#### استفاده از هر نوع ماشین حساب مجاز است.

#### توضیحات مهم

- مشخصات خود را با اطلاعات بالای هر صفحه تطبیق دهید در صورتی که حتی یکی از صفحات پاسخ‌برگ با مشخصات شما همخوانی ندارد بلافاصله مراقبین را مطلع نمایید.
- پاسخ هر سوال را در محل تعیین شده خود بنویسید. چنانچه همه یا قسمتی از جواب سوال را در محل پاسخ سوال دیگری بنویسید به شما نمره‌ای تعلق نمی‌گیرد.
- با توجه به آنکه برگه‌های پاسخ‌برگ به نام شما صادر شده است امکان ارائه هیچگونه برگه اضافه وجود نخواهد داشت. لذا توصیه می‌شود ابتدا سوال‌ها را در برگه چرک‌نویس، حل کرده و آنگاه در پاسخ‌برگ پاک‌نویس نمایید.
- عملیات تصحیح توسط مصححین پس از برش سربرگ به صورت ناشناس انجام خواهد شد. لذا از درج هرگونه نوشته یا علامت مشخصه که نشان دهنده صاحب برگه باشد. خودداری نمایید. در غیر این صورت تقلب محسوب شده و در هر مرحله‌ای که باشید از ادامه حضور در المپیاد محروم خواهید شد.
- از مخدوش کردن بارکدها و مربع‌ها در چهارگوشه صفحه در دفترچه پاسخ‌برگ جداً خودداری کنید. در غیر این صورت برگه شما تصحیح نخواهد شد.
- همراه داشتن هر گونه کتاب، جزوه، یادداشت و لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه، ساعت هوشمند، دستبند هوشمند و لپ‌تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد تقلب محسوب خواهد شد.
- این دفترچه شامل ۴۰ سوال تستی و با احتساب جلد شامل ۸ برگ است.

کلیه حقوق این سؤالات برای باشگاه دانش‌پژوهان جوان محفوظ است.  
آدرس سایت اینترنتی: [ysc.medu.gov.ir](http://ysc.medu.gov.ir)

# هیوا تخصصی ترین سایت مشاوره کشور

این صفحه جهت استفاده به عنوان چرک نویسی در نظر گرفته شده است.



# هیوا تخصصی ترین سایت مشاوره کشور

## سوال های چهارگزینه مرحله دوم سی و ششمین دوره المپیاد شیمی

۱- در کدام گزینه طول پیوند نیتروژن با نیتروژن کمتر است؟

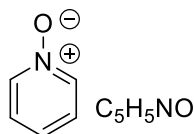
(۱)  $\text{NaN}_3$  (۲)  $\text{SrN}_2$  (۳)  $\text{NaC}_2\text{H}_2\text{N}_3$  (آنیون حلقوی) (۴)  $\text{LiN}_5$  (آنیون حلقوی)

۲- آنالیز پرتونگاری اشعه X از بلور فلز رنیوم نشان می دهد که شعاع فلزی آن ۱۳۴ پیکومتر است. به عنوان یکی از چگال ترین عناصر جدول تناوبی، چگالی این فلز ۲۱۰۰۲ گرم بر سانتی متر مکعب می باشد. شبکه کریستالی این فلز در شرایط عادی کدام گزینه است؟ جرم مولی میانگین رنیوم ۱۸۶/۲ گرم بر مول می باشد. (عدد آووگادرو =  $6.02 \times 10^{23}$ )

(۱) شبکه ی مکعبی ساده (SC) (۲) شبکه ی مکعبی مرکزپر (BCC)

(۳) شبکه ی مکعبی وجه پر (FCC) (۴) شبکه ی مکعبی الماس

۳- گزینه های زیر طول پیوند نیتروژن با اکسیژن در ترکیبات  $\text{NOF}_3(\text{g})$ ،  $\text{K}_3\text{NO}_4(\text{s})$ ،  $\text{NOF}(\text{g})$  و  $\text{C}_5\text{H}_5\text{NO}(\text{s})$  را بدون در نظر گرفتن ترتیب آن ها برحسب پیکومتر نشان می دهند. کدام گزینه طول پیوند نیتروژن با اکسیژن در  $\text{NOF}_3$  می باشد؟



(۴) ۱۱۶

(۳) ۱۳۴

(۲) ۱۳۹

(۱) ۱۱۳

۴- از واکنش  $\text{SCl}_2$  (مایع) با  $\text{NaF}$  دو ترکیب گوگرددار **A** (مایع) و **B** (گاز) به دست می آیند. در این واکنش  $\text{NaCl}$  هم تولید می شود. درصد جرمی گوگرد موجود در این دو ترکیب به ترتیب ۴۷/۴٪ و ۲۹/۶٪ می باشد. گاز **B** با گاز  $\text{ClF}$  به نسبت ۱:۱ واکنش داده و فقط محصول **D** را تولید می کند. از واکنش **D** با گاز هیدروژن در حضور نور، ترکیب **E** تشکیل می شود که بخار آن در شرایط STP چگالی ۱۱/۳۳ گرم بر لیتر دارد. حرارت دادن ترکیب **E** تا ۱۵۰ درجه سلسیوس منجر به تجزیه شدن آن به دو گاز **B** و **J** می شود. **J** یک گاز نسبتاً بی اثر و بسیار پایدار است. جرم مولی  $\text{Na}$ ،  $\text{S}$ ،  $\text{Cl}$  و **F** را به ترتیب ۲۳، ۳۲، ۳۵/۵ و ۱۹ گرم بر مول در نظر بگیرید.

با توجه به اطلاعات داده شده، کدام گزینه نادرست است؟

(۱) عدد اکسایش گوگرد فقط در یکی از ترکیب های بالا فرد می باشد.

(۲) از واکنش ۵/۱۵ گرم  $\text{SCl}_2$  با مقدار اضافی سدیم فلوئورید، ۱/۱۲ لیتر گاز در شرایط STP تولید می شود.

(۳) گاز نهایی حاصل از هیدرولیز **B** محلول اسیدی ید را بی رنگ می کند.

(۴) فشار بخار  $\text{SCl}_2$  در دمای اتاق از **A** بیشتر است.

۵- کدام ترکیب بلندترین طول پیوند گوگرد با گوگرد را دارد؟ برخی از گزینه ها ممکن است اصلاً دارای چنین پیوندی در ساختار خود نباشند.

(۴) **E**

(۳)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

(۲)  $\text{S}_8$

(۱) **B**

۶- در کدام گزینه کوچک ترین زاویه پیوند مشاهده می شود؟

(۴)  $\text{P}_4\text{O}_{10}$

(۳)  $\text{P}_4\text{O}_6$

(۲)  $\text{P}_4$

(۱)  $\text{POCl}_3$

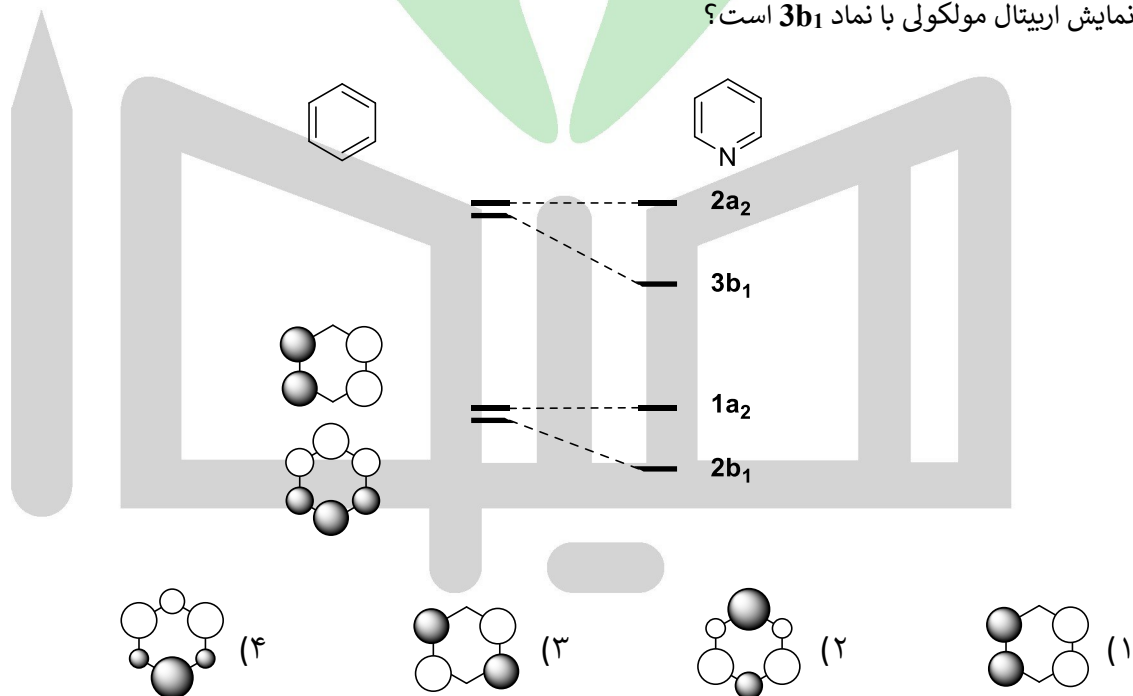
۷- برای واکنش هالوژن ها با گاز هیدروژن دو مکانیسم زیر پیشنهاد شده است. این واکنش برای دو هالوژن از سه هالوژن برم، کلر و ید مکانیسم یکسانی دارد، ولی برای یکی از هالوژن ها از مکانیسم دیگر پیش می رود.



در این مکانیسم ها  $X$  نماینده ایتم هالوژن است. کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) ترتیب سرعت انجام واکنش با گاز هیدروژن به صورت  $I_2 > Br_2 > Cl_2$  می باشد.
- (۲) واکنش ید با گاز هیدروژن از طریق مکانیسم اول پیش می رود.
- (۳) سینتیک واکنش  $Cl_2$  با  $H_2$  نسبت به هردو واکنش دهنده از مرتبه ی اول است.
- (۴) گزینه های ۲ و ۳ صحیح هستند.

۸- بخشی از دیاگرام اربیتال مولکولی سیستم پای بنزن و پیریدین در زیر داده شده است. خطوطی که اربیتال ها را به هم وصل می کنند، تغییر انرژی اربیتال های مولکولی را در اثر جایگزینی یک گروه  $CH$  با نیتروژن نشان می دهند. کدام گزینه، نمایش اربیتال مولکولی با نماد  $3b_1$  است؟



۹- کدام گزینه مولکولها را بر اساس افزایش نقطه جوش درست نشان می دهد؟



۱۰- انرژی فعال سازی واکنش I، به اندازه ۱۰ کیلوژول بر مول بیشتر از واکنش II است. در دمای ۳۰۰ کلوین، نسبت  $k_{II}/k_I$  برابر با ۱۱ می باشد. اگر هر دو واکنش مرتبه اول باشند، نسبت نیم عمر واکنش I به واکنش II در دمای ۴۰۰ کلوین چقدر است؟ ( $R = ۸/۳۱۴ \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

۰/۷ (۱)                      ۴/۰ (۲)                      ۵/۰ (۳)                      ۰/۱ (۴)

۱۱- واکنش فاز گازی ایده آل  $aA + bB \rightarrow cC + dD$  را در نظر بگیرید که در یک ظرف در بسته به تعادل رسیده است. برای این واکنش،  $\Delta H < 0$  و  $a + b > c + d$  می باشد. چه تعداد از گزاره های زیر صحیح است؟

- با کاهش دما در فشار ثابت، تعادل به سمت راست جابه جا می شود.
- با افزایش حجم در دمای ثابت، تعادل به سمت چپ جابه جا می شود.
- با افزودن گاز He (که جزو مواد شرکت کننده در واکنش نیست) در دما و فشار کل ثابت، تعادل به سمت راست جابه جا می شود.
- با افزودن گاز He در دما و حجم ثابت، تعادل به سمت راست جابه جا می شود.
- با خارج کردن A در دما و حجم ثابت، تعادل به سمت چپ جابه جا می شود.

۴ (۴)                      ۲ (۳)                      ۵ (۲)                      ۳ (۱)

۱۲- واکنش فاز گازی  $A \rightleftharpoons B + C$  در یک ظرف در بسته با دمای ثابت ۶۵۰ کلوین و فشار ثابت ۲/۵۰ بار در حال پیشرفت است. هنگامی که فشار جزئی B به ۰/۲۵ بار می رسد،  $\Delta G$  واکنش برابر با  $-۳۷/۳۳$  کیلوژول بر مول است. پس از برقراری تعادل، فشار جزئی A برحسب بار تقریباً چقدر است؟ فرض کنید کلیه گازها رفتار ایده آل دارند و در ابتدای واکنش تنها A در ظرف وجود داشته است. ( $R = ۸/۳۱۴ \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

۰/۲۵ (۴)                      ۱ (۳)                      ۰/۰۵ (۲)                      ۰/۳۷ (۱)

۱۳- یک محفظه بسته به کمک یک جداره به دو قسمت با حجم های مساوی تقسیم شده است. سمت چپ جداره با مخلوطی از گازهای متان و پروپان با نسبت مولی برابر پر شده است و سمت راست جداره خلا است. اگر حفره بسیار ریزی در جداره ایجاد شود، کسر مولی پروپان در سمت راست جداره پس از گذشت یک زمان کوتاه از ایجاد حفره، حدوداً چقدر است؟ فرض کنید دمای کل محفظه ثابت است و تغییری نمی کند. ( $H=۱$ ،  $C=۱۲$ )

۰/۷۳ (۴)                      ۰/۵۰ (۳)                      ۰/۲۷ (۲)                      ۰/۳۸ (۱)

۱۴- تولوئن و بنزن در دمای ۴۰ درجه سلسیوس، محلول ایده آل تشکیل می دهند. در این دما، فشار بخار تولوئن و بنزن خالص بترتیب ۶۰ و ۱۶۰ تور است. محلولی از این دو مایع، با کسر مولی ۰/۶۰ نسبت به بنزن، که با بخار خود در تعادل است را در دمای ۴۰ درجه سلسیوس در نظر بگیرید. اگر فاز بخار را جدا نموده و مجدداً به مایع تبدیل کنیم، کسر مولی بنزن در بخار در تعادل با این مایع جدید در دمای ۴۰ درجه سلسیوس چقدر است؟

۰/۸۰ (۴)                      ۰/۷۶ (۳)                      ۰/۹۱ (۲)                      ۰/۶۰ (۱)



# هیوا تخصصی ترین سایت مشاوره کشور

## سوال های چهارگزینه مرحله دوم سی و ششمین دوره المپیاد شیمی

۱۹- دو بشر حاوی ۱۰۰ میلی لیتر محلول آبی  $\text{CuSO}_4$  در دمای  $25^\circ\text{C}$  را در نظر بگیرید که با یک پل نمکی به یکدیگر متصل هستند و داخل هر کدام یک تیغه مسی قرار داده شده است. غلظت  $\text{CuSO}_4$  در بشر اول،  $10^{-2}\text{ M}$  و اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو تیغه مسی  $23\text{ mV}$  می باشد. حال اگر دو تیغه مسی با یک سیم به هم وصل شوند، تغییر جرم تیغه مسی در بشر دوم پس از یک مدت زمان بسیار طولانی بر حسب میلی گرم تقریباً کدام است؟ فرض کنید غلظت  $\text{CuSO}_4$  در بشر دوم بیشتر از بشر اول است. ( $F = 96485\text{ C mol}^{-1}$ ،  $R = 8.314\text{ J mol}^{-1}\text{ K}^{-1}$ ،  $\text{Cu} = 63.5$ )

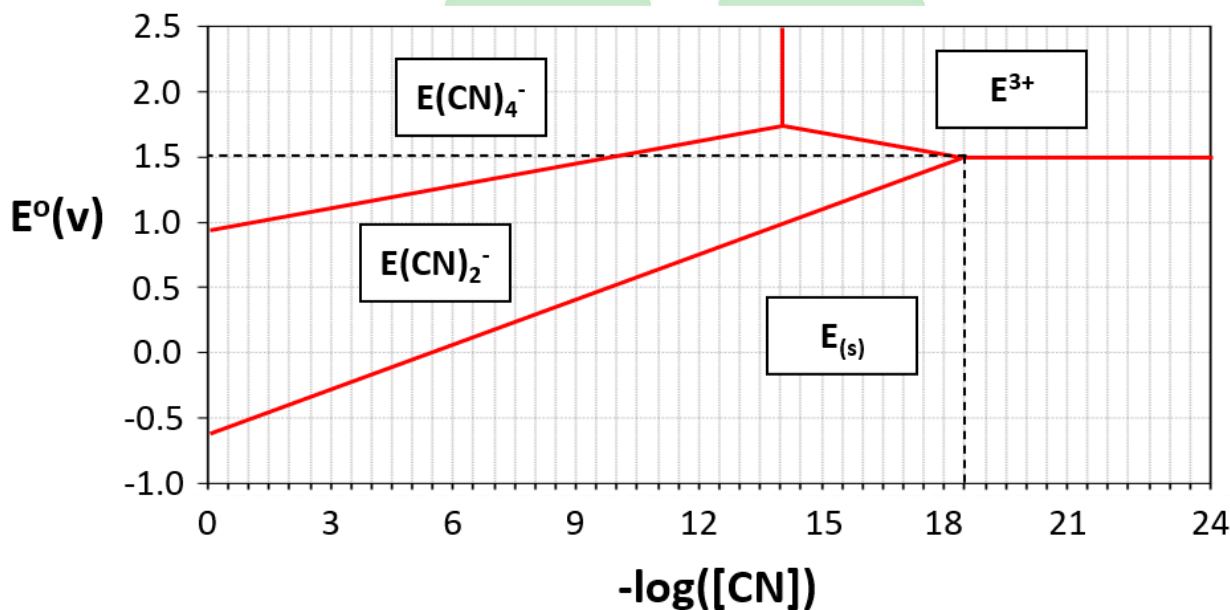
۱۲/۸ (۴)

۴/۶ (۳)

۲۲/۲ (۲)

۱۵/۹ (۱)

۲۰- نمودار زیر پتانسیل استاندارد کاهشی گونه های فلز  $\text{E}$  را در غلظت های مختلف یون سیانید نشان می دهد. در هر محدوده، گونه غالب نشان داده شده است. منحنی جداکننده دو محدوده نشانگر مجموعه شرایطی (از پتانسیل و غلظت سیانید) است که تحت آن ها گونه های مربوط به این دو محدوده با فعالیت یک با هم در تعادلند. ( $T = 298.15\text{ K}$ ،  $F = 96485\text{ C mol}^{-1}$ ،  $R = 8.314\text{ J mol}^{-1}\text{ K}^{-1}$ )



اگر پتانسیل کاهشی زوج ردوکس  $\text{E}^+$  و  $\text{E}^{3+}$  برابر  $1/41$  ولت باشد، کدام گزینه ثابت تعادل تشکیل کمپلکس  $\text{E}(\text{CN})_4^-$  و کمپلکس  $\text{E}(\text{CN})_2^-$  را به ترتیب از راست به چپ درست نشان می دهد؟

۱۰.۴۱ و ۱۰.۵۲ (۴)

۱۰.۴۰ و ۱۰.۵۶ (۳)

۱۰.۴۵ و ۱۰.۵۶ (۲)

۱۰.۳۶ و ۱۰.۵۲ (۱)

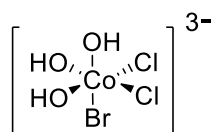
# هیوا تخصصی ترین سایت مشاوره کشور

## سوال های چهارگزینه مرحله دوم سی و ششمین دوره المپیاد شیمی

۲۱- در ترکیبات کئوردیناسیون، مشابه ترکیبات آلی، ایزومری هندسی (دیاستریومری) دیده می شود. ترکیب دی آمین دی کلو پلاتین (+۲) دارای ۲ ایزومر هندسی زیر است که موقعیت گروه های متصل به فلز مرکزی در آن ها متفاوت هستند.

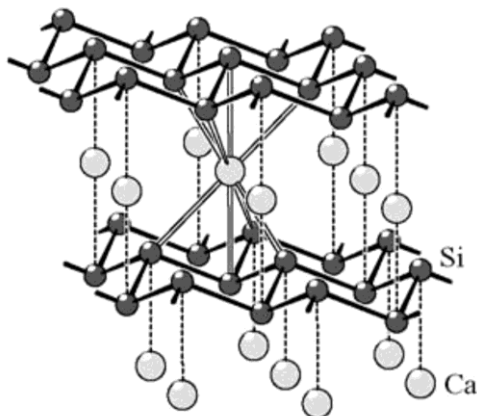


کمپلکس شش وجهی زیر با احتساب ساختار رسم شده، چند ایزومر هندسی دارد؟



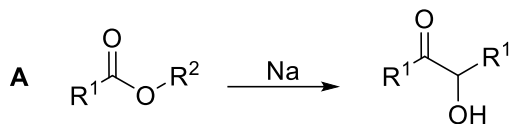
۴ (۴)                      ۱ (۳)                      ۵ (۲)                      ۳ (۱)

۲۲- فرمول نمک پلی سیلیسید زیر کدام است؟



$\text{Ca}_2\text{Si}_4$  (۴)                       $\text{CaSi}$  (۳)                       $\text{CaSi}_2$  (۲)                       $\text{Ca}_2\text{Si}$  (۱)

۲۳- واکنش زیر به تراکم آسیلویین معروف است. استر مجهول A را در نظر بگیرید که از واکنش الکل B و کربوکسیلیک اسید C تولید می شود. با اضافه کردن مقدار کافی از فلز سدیم به ۱ گرم A، مقدار ۰/۴۵۶ گرم محصول مطابق واکنش زیر حاصل می شود. ۱ گرم از A در حضور پتاس به طور کامل هیدرولیز شده و سپس مخلوط واکنش اسیدی می شود تا کربوکسیلیک اسید C حاصل شود. پس از جداسازی C، محلول حاوی آن با ۲۵/۳ میلی لیتر سود ۰/۲۵ مولار به طور کامل تیتر می شود. برای الکل B چند ساختار می توان در نظر گرفت؟ ایزومرهای فضایی مد نظر نمی باشند. (گروه های  $R^1$  و  $R^2$  آلکیل هستند.  $H=1$ ،  $O=16$ ،  $C=12$ )



۱۶ (۴)                      ۸ (۳)                      ۲ (۲)                      ۴ (۱)

۲۴- مقدار ۱۰/۰ میلی لیتر از محلول  $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$  با غلظت نامشخص با ۱۵/۰ میلی لیتر محلول پتاسیم پرمنگنات با مولاریته ۰/۰۰۳۵ در حضور اسید اضافی حرارت داده می شود. در این شرایط، همه نیتروژن و کربن موجود در ترکیب به نیترات و کربن دی اکسید تبدیل می شوند. محلول حاصل با ۹/۱ میلی لیتر محلول استاندارد  $\text{FeSO}_4$  با مولاریته ۰/۰۱ بی رنگ می شود. غلظت محلول  $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$  اولیه برحسب ppm کدام است؟ جرم مولی  $\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$  برابر ۲۶۲ گرم بر مول است. چگالی محلول اولیه را ۱/۰۰ گرم بر سانتی متر مکعب در نظر بگیرید.

۸۵ (۱) ۴۲ (۲) ۱۰۵ (۳) ۶۹ (۴)

۲۵- مقدار ۴/۰ گرم آمونیوم کلرید جامد را در یک محفظه یک لیتری در دمای ۳۵۰ درجه سلسیوس حرارت می دهیم تا به صورت تعادلی تجزیه شود. در حالت تعادل، x گرم آمونیوم کلرید جامد در ظرف باقی می ماند. مخلوط گازی موجود در این محفظه را از روی ۴/۰ گرم سدیم هیدروکسید عبور می دهیم تا واکنش مربوطه انجام شود. سپس گازهای نهایی را به درون یک لیتر آب مقطر می دمیم. pH محلول حاصل ۱۰/۷۹ می شود. ۴/۰ گرم دیگر از آمونیوم کلرید جامد را مجدداً در همان دما و همان محفظه حرارت می دهیم؛ اما این بار مخلوط گازی تعادلی حاصل را از روی ۰/۵ گرم سدیم هیدروکسید عبور می دهیم. pH محلول حاصل از دمیده شدن گازهای نهایی در یک لیتر آب خالص، ۹/۳۵ می شود. جرم آمونیوم کلرید جامد باقی مانده در ظرف، x، را محاسبه کنید. آمونیاک در محلول آبی یک باز ضعیف است. جرم مولی آمونیوم کلرید و سدیم هیدروکسید به ترتیب ۵۳/۵ و ۴۰ گرم بر مول می باشد.

۳/۲ (۲) ۳/۴ (۳) ۲/۸ (۴) صفر (۱)

۲۶- محلولی از اسید مجهول HA با غلظت ۲/۲ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر در اختیار داریم. این محلول را طی چند مرحله رقیق می کنیم، بدین صورت که در هر مرحله رقیق سازی، ده میلی لیتر از محلول مرحله قبل را برداشته و در یک بالن حجمی ۱۰۰ میلی لیتری با افزایش آب مقطر، آن را به حجم می رسانیم. جدول زیر، pH محلول ها پس از n مرحله رقیق سازی را نشان می دهد:

pH	۲/۷۱	۳/۲۱	۳/۷۲۶	۴/۲۶۳	۴/۸۷۸	۵/۶۶۸	?
مرحله رقیق سازی	صفر	۱	۲	۳	۴	۵	۶

در خانه خالی جدول چه عددی قرار می گیرد؟

۶/۷۸ (۱) ۶/۸۷ (۲) ۶/۵۶ (۳) ۶/۴۴ (۴)

۲۷- نانوذرات طلا کاربردهای وسیعی دارند. رنگ این نانوذرات وابسته به اندازه این ذرات است! جدول زیر رنگ این نانوذرات در ابعاد مختلف را نشان می دهد. یک نمونه ۱۰۰ میلی لیتری از کلویید طلا با غلظت ۱۰۰ ppm تهیه شده است به گونه ای که در مجموع، سطح تماسی معادل با  $۰/۱۵ \text{ m}^2$  در یک فرآیند کاتالیزتی ایجاد کند! این نمونه کلوییدی به چه رنگی دیده خواهد شد؟ چگالی طلا را ۱۹/۳ گرم بر سانتی متر مکعب و چگالی نمونه کلوییدی را ۱/۰۰ گرم بر سانتی متر مکعب در نظر بگیرید. فرض کنید نانوذرات تشکیل شده شکل کروی دارند و شعاع همه ی آنها با هم یکسان است.

رنگ	قطر ذره (برحسب نانومتر)
زرد-قهوه ای	کمتر از ۱۰
قرمز	۱۰ - ۲۵
بنفش	۲۵ - ۴۵
آبی	۴۵ - ۸۰
سبز-طوسی	بیش از ۸۰

زرد-قهوه ای (۱) آبی (۲) بنفش (۳) قرمز (۴)

۲۸- دانش پژوهی قصد داشت یک لیتر محلول بافر با غلظت ۰/۲۵ مولار از نمک  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  و ۰/۱۵ مولار از نمک  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  تهیه کند. او این کار را با انحلال مقدار لازم از این نمک ها در آب انجام داد؛ اما اشتباهاً به جای آب مقطر از آب لوله کشی استفاده کرد. به همین علت، محلول تهیه شده کدر شد و در آن مقدار کمی رسوب آرام آرام شروع به ته نشین شدن کرد. مرئی آزمایشگاه به او گفت که به علت استفاده از آب لوله کشی، که حاوی یون منیزیم است، در محلول رسوب  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$  تشکیل شده است. او رسوب تشکیل شده را صاف کرد و محلول زیر صافی را برداشت. غلظت یون منیزیم در محلول زیر صافی حداقل چند مولار است؟  $(K_{sp}=[\text{Mg}^{2+}][\text{NH}_4^+][\text{PO}_4^{3-}]=3.2 \times 10^{-13})$  مقادیر  $\text{pK}_a$  اسیدی برای  $\text{NH}_4^+$ ،  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  و  $\text{HPO}_4^{2-}$  به ترتیب ۹/۲، ۷/۲ و ۱۲/۳ می باشند.

- (۱)  $1.0 \times 10^{-6}$  (۲)  $2.1 \times 10^{-7}$  (۳)  $4.9 \times 10^{-7}$  (۴)  $8.1 \times 10^{-7}$

۲۹- یکی از روش های اندازه گیری  $K_{sp}$  رسوب های نامحلول، استفاده از پتانسیومتری است. این روش به خصوص وقتی کارایی دارد که حلالیت رسوب آن قدر ناچیز است که سایر روش های اندازه گیری مانند وزن سنجی یا تیتراسیون قابل استفاده نیستند. محلولی به حجم ۱۰۰ میلی لیتر با غلظت های ۰/۰۵ مولار از  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  و ۰/۹۵ مولار از  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  تهیه کرده، به آن ۲۰۰ میلی گرم رسوب  $\text{Cu}_3(\text{PO}_4)_2$  اضافه می کنیم و یک تیغه مسی نیز به عنوان الکترود درون این محلول قرار می دهیم. پتانسیل این محلول در حالت تعادل نسبت به الکترود استاندارد هیدروژن (SHE) در دمای اتاق،  $+0.158$  ولت اندازه گیری شد. مقدار  $\text{pK}_{sp}$  این رسوب را محاسبه کنید. پتانسیل کاهشی استاندارد زوج  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}(s)$  برابر  $+0.342$  ولت است. مقدار عددی  $\text{pK}_a$  برای  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  و  $\text{HPO}_4^{2-}$  را هم به ترتیب ۷/۲ و ۱۲/۳ در نظر بگیرید.  $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ،  $F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$

- (۱) ۱۳/۹ (۲) ۲۴/۷ (۳) ۳۴/۰ (۴) ۴۶/۸

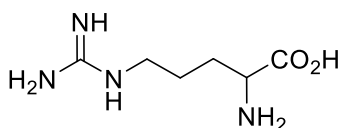
۳۰- با توجه به جدول زیر، چه تعداد از گزاره ها صحیح هستند؟

نیم واکنش	پتانسیل کاهشی استاندارد (V)
$\text{Fe}(\text{phen})_3^{3+} + e^- \rightarrow \text{Fe}(\text{phen})_3^{2+}$	۱/۱۴۷
$\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} + e^- \rightarrow \text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$	۰/۳۵۶
$\text{Fe}^{3+} + e^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$	۰/۷۷۱
$\text{Cu}(\text{en})_2^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}(s) + 2 \text{en}$	-۰/۲۵۳
$\text{Cu}(\text{en})_2^+ + e^- \rightarrow \text{Cu}(s) + 2 \text{en}$	-۰/۱۱۹

- ثابت تشکیل کمپلکس لیگاند فنانترولین (phen) با یون  $\text{Fe}^{3+}$  در محلول آبی بزرگتر از کمپلکس آن با یون  $\text{Fe}^{2+}$  است.
- $\text{Cu}(\text{en})_2^+$  در محلول آبی ناپایدار است. (en = اتیلن دی آمین)
- اگر مقدار کافی از نمک بی رنگ  $[\text{Cu}(\text{en})_2]\text{Cl}$  به محلول  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  اضافه شود، محلول به آبی تغییر رنگ می دهد.

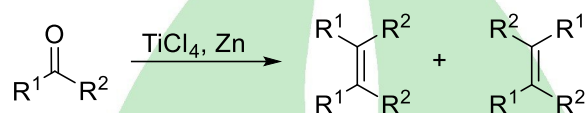
- (۱) صفر (۲) یک (۳) دو (۴) سه

۳۱- آمینواسید زیر در فرم پروتونه شده خود، دارای پروتون های اسیدی به ترتیب با  $pK_a$  های ۲/۱۷، ۹/۰۴ و ۱۲/۴۸ است. در کدام pH بار خالص الکتریکی آن (میانگین بار گونه ها) صفر است؟



- ۱۰/۷۶ (۴)                      ۷/۳۳ (۳)                      ۵/۶۱ (۲)                      ۳/۹ (۱)

۳۲- در واکنش جفت شدن مک موری، اولفین ها از ترکیبات کربونیل (آلدهیدها و کتون ها) تهیه می شوند:



اگر جرم مولی محصولی که از واکنش جفت شدن مک موری بدست می آید، ۱/۶۲۸ برابر جرم مولی ترکیب کربونیل دار اولیه باشد، چند ساختار برای محصول این واکنش محتمل است؟ از ایزومرهای فضایی، فقط ایزومرهای سیس و ترانس را در نظر بگیرید. گروه های R هیدروژن یا آلکیل هستند. (H=۱، C=۱۲، O=۱۶)

- ۲۸ (۲)                      ۱۳ (۳)                      ۲۸ (۲)                      ۷ (۱)

۳۳- مقدار ۸/۶۶ گرم کربوکسیلیک اسید تک عاملی A به طور کامل با محلول سود واکنش می دهد. وقتی محصول حاصل در ۳۰۰ گرم آب به طور کامل حل می شود نقطه ی انجماد محلول به ۰/۷۵۶- درجه سلسیوس می رسد. در اثر واکنش ازونولیز ترکیب A، فقط دو محصول تولید می شود که نسبت جرم مولی محصولی که اکسیژن بیشتری دارد به محصولی که اکسیژن کمتری دارد ۱/۴۱۷ است، چند ساختار برای ترکیب A می توان در نظر گرفت که نسبت به هم ایزومر ساختاری باشند؟ شکل کلی واکنش ازونولیز در زیر نمایش داده شده است.  $K_f(\text{آب}) = 1/86 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{m}$



- ۱۲ (۱)                      ۸ (۲)                      ۶ (۳)                      ۱۲ (۱)

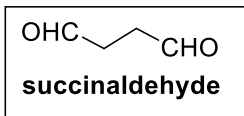
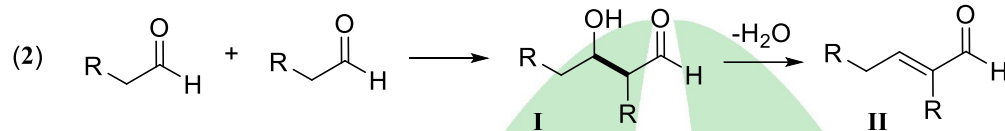
۳۴- دانش پژوهی در یک انبار مواد شیمیایی ظرفی قدیمی پیدا می کند. از برجسب مشخصات ظرف، فقط فرمول مولکولی  $\text{C}_{18}\text{H}_{36}$  قابل تشخیص است؛ اما در اطراف ظرف یادداشت های پراکنده ای دیده می شود. کدام یادداشت قطعاً توصیف کننده ی این ترکیب نیست؟

- ۱) محلول برم را بی رنگ می کند. در ساختار خود فقط یک نوع هیدروژن دارد.
- ۲) محلول برم را بی رنگ نمی کند. در ساختار خود دو نوع کربن و یک نوع هیدروژن دارد.
- ۳) محلول برم را بی رنگ نمی کند. در ساختار خود دو نوع کربن و دو نوع هیدروژن دارد.
- ۴) محلول برم را بی رنگ می کند. در ساختار خود سه نوع کربن و سه نوع هیدروژن دارد.

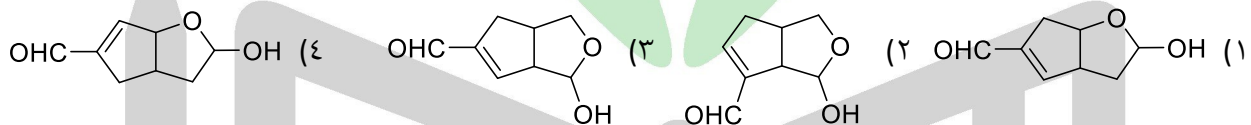
# هیوا تخصصی ترین سایت مشاوره کشور

## سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و ششمین دوره المپیاد شیمی

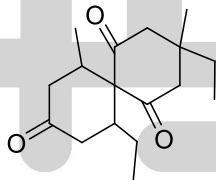
۳۵- از واکنش آلدهیدها با الکلها (به نسبت ۱ به ۱) همی استالها بدست می آیند (معادله ۱). همچنین آلدهیدها با خودشان دچار واکنش می شوند و هیدروکسی آلدهید (II) را می دهند که ممکن است با از دست دادن یک مولکول آب در شرایط واکنش به یک آلدهید غیراشباع (III) تبدیل شود.



ترکیب A در شرایطی که مناسب برای انجام شدن واکنش های ۱ و ۲ است، از سوکسین آلدهید بدست می آید. کدام یک از گزینه های زیر می تواند ترکیب A باشد؟



۳۶- مولکول زیر چند ایزومر فضایی دارد؟ ایزومرهای صورتبندی مد نظر نمی باشند.



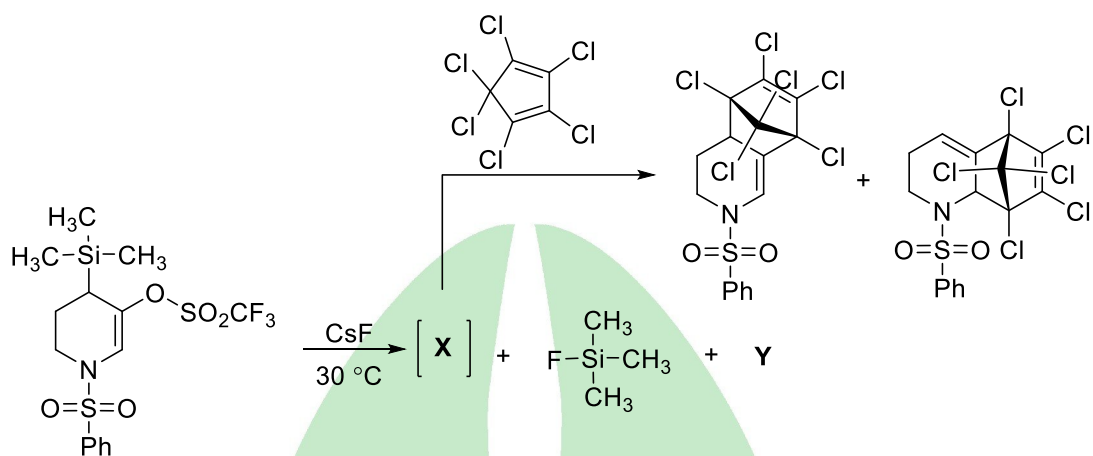
(۴) بیشتر از ۸

(۳) ۸

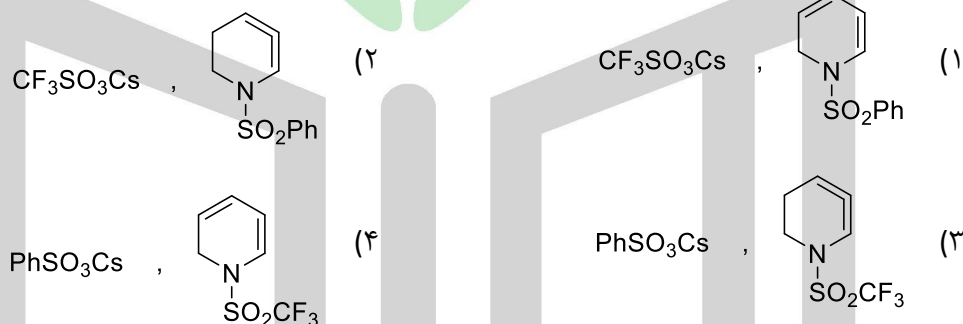
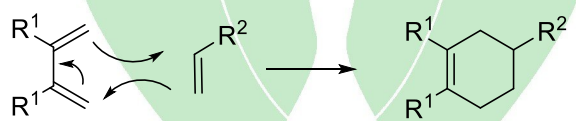
(۲) ۴

(۱) ۲

۳۷- در واکنش زیر X و Y کدامند؟



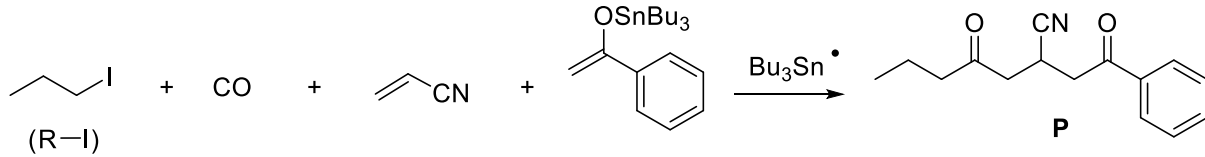
راهنمایی: شکل کلی واکنش دیلز-آلدر:



# هیوا تخصصی ترین سایت مشاوره کشور

## سوال های چهارگزینه مرحله دوم سی و ششمین دوره المپیاد شیمی

۳۸- محصول P از طریق واکنش زیر در مجاورت گونه رادیکالی  $Bu_3Sn^\bullet$  با مکانیسم داده شده تهیه شده است:



Reaction mechanism diagram showing the propagation steps of a radical chain reaction. The diagram is set against a background of a stylized green leaf. It shows the conversion of  $R-I$  to  $R^\bullet$ , the addition of  $CO$  to form  $A$ , the addition of acrylonitrile to form  $B$ , the addition of the tin-phenyl complex to form  $C$ , and the final step to form  $P$  and regenerate the  $Bu_3Sn^\bullet$  radical.

چه تعداد از عبارات زیر صحیح است؟

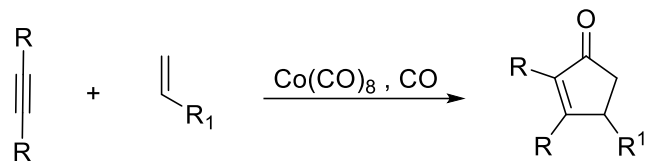
- از بین حدواسط های  $A$ ،  $B$  و  $C$  یکی از گونه ها رادیکالی نیست.
- حدواسط  $B$  تعداد ۱۰ هیدروژن دارد.
- حدواسط  $C$  تعداد ۲۸ کربن دارد.

(۱) صفر (۲) یک (۳) دو (۴) سه

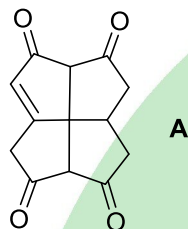
# هیوا تخصصی ترین سایت مشاوره کشور

## سوال های چهارگزینه ای مرحله دوم سی و ششمین دوره المپیاد شیمی

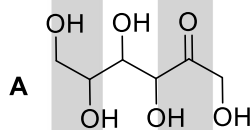
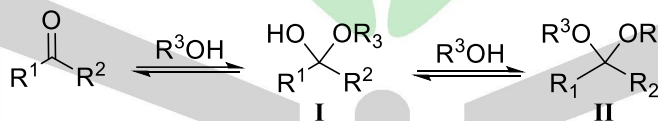
۳۹- واکنش زیر که در حضور گاز کربن مونوکسید و در مجاورت کاتالیست کمپلکس کبالت انجام می شود، به واکنش Pauson-Khand شناخته می شود:



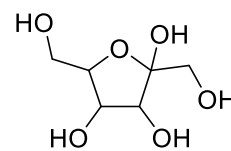
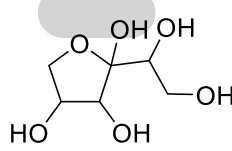
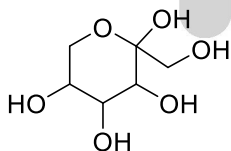
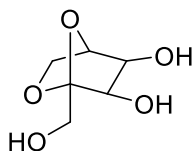
برای تهیه A به روش فوق، کدام ماده اولیه مناسب است؟



۴۰- آلدئیدها و کتونها در شرایط مناسب با الکلها (به مقدار کافی) واکنش می دهند و در تعادل با فرم های همی استالی (I) و استالی (II) قرار می گیرند:



اگر ترکیب A در همین شرایط مناسب قرار داده شود، تشکیل چه تعداد از ترکیبات زیر محتمل است؟ (از هر واکنش تعادلی و نوارایی دیگر صرف نظر کنید.)



دو (۴)

سه (۳)

صفر (۲)

یک (۱)