

# المپیاد کشوری مبتکران

اگر علم در ثریا هم باشد مردانی از پارس به آن دست می یابند.

رسول اکرم (ص)

توجه:

- این سولات تعدادی از سولات آزمون المپیاد کشوری مبتکران به همراه پاسخ تشریحی آن می باشد که در تاریخ ۲۹ دی ۱۳۸۷ برگزار گردید.
- در صورت تمایل جهت دریافت مابقی سولات به باشگاه المپیادهای علمی مبتکران مراجعه یا تماس حاصل فرمایید.
- این باشگاه آمادگی دارد در صورت تمایل مدارس سراسر کشور نسبت به برگزاری کلاس المپیاد و یا معرفی اساتید المپیاد اقدام نماید.

آدرس مرکز المپیادهای علمی مبتکران:

تهران - میدان انقلاب - خیابان ۱۲ فروردین - نرسیده به خیابان وحید نظری - بن بست خسروی - پلاک ۲ - طبقه ۲

تلفن: ۰۲۱-۶۶۴۸۷۹۲۹

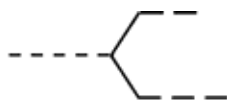
Website: [www.mobtakeran.com](http://www.mobtakeran.com)

کلیه حقوق مادی و معنوی این دفترچه متعلق به شرکت آموزشی و فرهنگی مبتکران بوده و هرگونه تکثیر و بهره برداری بدون ذکر منبع و کسب مجوز ممنوع بوده و پیگرد قانونی دارد.





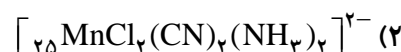
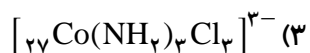
۱- در ترکیبات زیر هم ترازای اوربیتال های d از بین رفته و به صورت زیر شکافته می شوند:



(( میزان اختلاف انرژی بین دو نوع اوربیتال d حاصله در این حالت ، بیش از انرژی

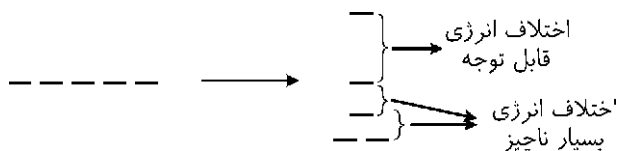
جفت شدن الکترون ها در هر اوربیتال است ))

در کدام گزینه تعداد الکترون های جفت نشدهی بیش تری حضور دارد؟



۲- در صورتی که  $\text{Fe}^{2+}$  در یک میدان مغناطیسی نامتقارن قرار گیرد، سطح انرژی اوربیتال های d آن به مقدار ناچیزی تغییر

می کند و به صورت زیر شکافته می شوند:



$\text{Fe}^{2+}$  چند الکترون جفت نشده در این شرایط خواهد داشت؟

(۴) دو

(۳) سه

(۲) چهار

(۱) صفر

۳- در صورتی که واحد جرم اتمی (amu) از  $\frac{1}{12}$  جرم  $^{12}\text{C}$  به  $\frac{1}{4}$  جرم  $^{16}\text{O}$  تغییر یابد، جرم  $^7\text{Li}$  در مقیاس جدید چه مقدار

خواهد بود؟

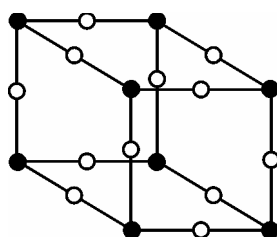
(۴)  $1/75$

(۳)  $3/5$

(۲)  $3/333$

(۱) تغییری نمی کند.

۴- فرمول ترکیب روبرو چه می تواند باشد؟  $\text{O} = \text{B} =$  آنیون و  $\bullet = \text{A} =$  کاتیون



(۱) AB

(۲)  $\text{AB}_3$

(۳)  $\text{AB}_2$

(۴)  $\text{A}_2\text{B}$

۵- در کدام گزینه زاویه ی پیوندی از همه کوچک تر است؟

(۴)  $\text{OF}_2$

(۳)  $\text{H}_2\text{O}$

(۲)  $\text{SCl}_2$

(۱)  $\text{SF}_2$



۶- در ظرفی دو محلول که یکی حاوی سدیم هیدروکسید و دیگری پتاسیم هیدروکسید و هر دو با غلظت  $8 \text{ g/L}$  هستند را با نسبت حجمی برابر مخلوط می‌کنیم. چه حجمی از این محلول جدید با  $150 \text{ mL}$  از محلول  $30 \text{ g/L}$  اسیدسولفوریک به طور کامل خنثی میشود؟

- ۱)  $1900 \text{ mL}$  (۱)      ۲)  $268 \text{ mL}$  (۲)      ۳)  $535 \text{ mL}$  (۳)      ۴)  $867 \text{ mL}$  (۴)

۷- pH محلول حاصل از مخلوط کردن حجم‌های مساوی از سه محلول  $0.1 \text{ M NaOH}$  و  $0.15 \text{ M HCl}$  و  $0.2 \text{ M Ba(OH)}_2$  حدوداً چقدر است؟

(راهنمایی:  $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$  که منظور از  $[\text{H}^+]$  غلظت مولار یون هیدرونیوم می‌باشد.

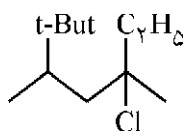
در ضمن برای محلول آبی در حدود دمای اتاق داریم:  $[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$ )

- ۱)  $13/5$  (۱)      ۲)  $12/5$  (۲)      ۳)  $13/1$  (۳)      ۴)  $1/0$  (۴)

۸- تقطیر با بخار آب کدام ماده مناسب‌تر است؟

- ۱) استون (۱)      ۲) نفتالین (۲)      ۳) اتر (۳)      ۴) متانول (۴)

۹- ترکیب روبه‌رو را نام‌گذاری کنید.



- ۱) ۲-کلرو-۲-اتیل-۴-ت بوتیل پنتان  
 ۲) ۲-ت بوتیل-۴-کلرو-۴-اتیل پنتان  
 ۳) ۳-کلرو-۳،۵،۶-تترا متیل هپتان  
 ۴) ۵-کلرو-۲،۲،۳،۵-تترا متیل هپتان

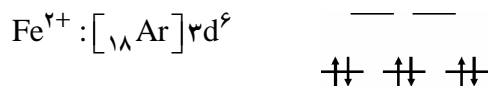
۱۰- کدام یک باز قوی‌تری است؟





پاسخنامه تشریحی

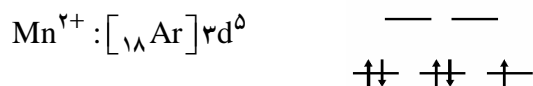
۱- گزینه‌ی ۴؛  $[\text{Fe}(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_3]^{2+}$ ، هیچ باری ندارد، بنابراین دو بار مثبت متعلق به Fe می‌باشد و  $\text{Fe}^{2+}$  داریم:



پس تعداد الکترون‌های جفت نشده صفر می‌باشد.

در  $[\text{MnCl}_4(\text{CN})_2(\text{NH}_3)_2]^{-}$ ،  $\text{Cl}^{-}$  و  $\text{CN}^{-}$  هر یک، یک بار منفی دارند:

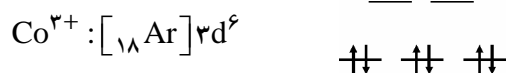
$$+2 = \text{بار فلز} \Rightarrow -2 = (2 \times -1) + (2 \times -1) + (2 \times -1) \text{ بار فلز}$$



یک الکترون جفت نشده وجود دارد.

در  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}_3]^{2-}$ ،  $\text{Cl}^{-}$  و  $\text{NH}_3^{-}$  بار منفی دارند:

$$+3 = \text{بار فلز} \Rightarrow -3 = (3 \times -1) + (3 \times -1) \text{ بار فلز}$$



صفر الکترون جفت نشده وجود دارد.

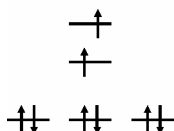
در  $[\text{Cr}(\text{CO})_3(\text{NH}_3)_3]^{-}$ ،  $\text{NH}_3^{-}$  بار منفی دارد و CO خنثی می‌باشد:

$$+2 = \text{بار فلز} \Rightarrow -1 = (3 \times -1) \text{ بار فلز}$$



دو الکترون جفت نشده وجود دارد.

۲- گزینه‌ی ۴؛ قرار گرفتن دو الکترون در یک اوربیتال به دلیل دافعه‌ی آن دو انرژی گیر است. اگر اختلاف انرژی دو تراز زیاد باشد، دو الکترون این انرژی موسوم به انرژی pairing را صرف می‌کنند و در یک اوربیتال قرار می‌گیرند، مانند ترازهای فرعی (۲s، ۲p و ...) در این جا اختلاف انرژی اوربیتال‌های d همان طور که در سؤال گفته شده بسیار ناچیز است بنابراین الکترون‌ها به جای صرف انرژی بیشتری برای جفت شدن در یک اوربیتال، در دو اوربیتال مجزا قرار می‌گیرند و خواهیم داشت:



واضح است که مطلب گفته شده در مورد اوربیتال پنجم صادق نمی‌باشد زیرا اختلاف انرژی زیاد با سیار اوربیتال‌ها دارد.



۳- گزینه‌ی ۴؛

$$1 \text{ amu} = \frac{1}{4} \text{ جرم } ({}^{12}\text{C})$$

$${}^{16}\text{O} \text{ جرم} = 16 \text{ amu} = \frac{16}{12} \text{ جرم } ({}^{12}\text{C}) \rightarrow (\text{جرم } {}^{12}\text{C}) = \frac{12}{16} (\text{جرم } {}^{16}\text{O})$$

$${}^7\text{Li} \text{ جرم} = 7 \text{ amu} = 7 \times \frac{1}{12} \text{ جرم } ({}^{12}\text{C}) = 7 \times \frac{12}{16} \times \frac{1}{12} (\text{جرم } {}^{16}\text{O})$$

$$= 7 \times \frac{12}{16} \times \frac{1}{3} \times (\frac{1}{4} \text{ جرم } {}^{16}\text{O}) = 7 \times \frac{12}{16} \times \frac{1}{3} (\text{مقیاس جدید amu})$$

$$= 7 \times \frac{1}{4} \text{ amu (مقیاس جدید)}$$

$$= 1/75 \text{ amu (مقیاس جدید)}$$

۴- گزینه‌ی ۲؛

هر یون داخل مکعب (سلول واحد) ۱ واحد محسوب می‌شود.

هر یون روی یال مکعب (سلول واحد)  $\frac{1}{4}$  واحد محسوب می‌شود.

هر یون روی وجه مکعب (سلول واحد)  $\frac{1}{6}$  واحد محسوب می‌شود.

هر یون روی رأس مکعب (سلول واحد)  $\frac{1}{8}$  واحد محسوب می‌شود.

$$8 \times \frac{1}{8} = 1 \quad \Rightarrow \text{AB}_4 \text{ کاتیون‌ها}$$

$$12 \times \frac{1}{4} = 3 \quad \text{آنیون‌ها}$$

۵- گزینه‌ی ۱؛ همه‌ی مولکول‌های داده شده خمیده هستند. در بین آن‌ها، مولکولی که اتم مرکزی بزرگ‌تری دارد، به علت بیش‌تر بودن دافعه جفت الکترون‌های ناپیوندی و پیوندی، دارای پیوند با زاویه‌ی کم‌تری است. بین  $\text{SF}_4$  و  $\text{SCl}_4$ ، زاویه‌ی پیوندی در  $\text{SF}_4$  کوچک‌تر است. زیرا هم فلوتور کوچک‌تر است، و هم الکترونگاتیوتر از کلر. یعنی الکترون‌های پیوندی بیش‌تر به سمت فلوتور متمایل‌اند و بنابراین پیوندها می‌توانند بیش‌تر به یک‌دیگر نزدیک شوند.



۶- گزینه‌ی ۳؛ غلظت مولار محلول‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{30 \text{ g H}_2\text{SO}_4}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4}{98 \text{ g H}_2\text{SO}_4} = 0.31 \text{ M H}_2\text{SO}_4 \equiv 0.62 \text{ M H}^+$$

$$\frac{8 \text{ g NaOH}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ mol NaOH}}{40 \text{ g NaOH}} = 0.20 \text{ M NaOH} \equiv 0.20 \text{ M OH}^-$$

$$\frac{8 \text{ g KOH}}{1 \text{ L محلول}} \times \frac{1 \text{ mol KOH}}{56 \text{ g KOH}} = 0.14 \text{ M KOH} \equiv 0.14 \text{ M OH}^-$$

واضح است که غلظت یون  $\text{OH}^-$  در محلول جدید، برابر میانگین غلظت آن در دو محلول اولیه است:

$$\frac{1}{2}(0.20 \text{ M OH}^- + 0.14 \text{ M OH}^-) = 0.17 \text{ M OH}^-$$

برای واکنش کامل اسید و باز، باید تعداد مول‌های هیدروژن اسیدی با تعداد مول‌های باز ( $\text{OH}^-$ ) یکسان باشد.

$$\Rightarrow M_1 V_1 = M_2 V_2 \Rightarrow 0.62 \text{ M H}^+ + 150 \text{ ml} = 0.17 \text{ M OH}^- \times V_2 \Rightarrow V_2 = 535 \text{ ml}$$

البته اگر محاسبات را مرحله به مرحله انجام دهیم و هر بار با استفاده از ارقام با معنی تقریب بزنیم، عدد مورد نظر با کمی خطا به دست می‌آید که اگر راه درست باشد، گزینه‌ی ۳ نزدیک‌ترین گزینه است.

مثلاً طبق محاسبات اینجا (مرحله به مرحله) که نتایج گرد شده‌اند، به مقدار  $V_2 = 547 \text{ ml}$  می‌رسیم که خطایی ناچیز (۲٪) دارد.

۷- گزینه‌ی ۳؛ ابتدا غلظت  $[\text{OH}^-]$  را محاسبه می‌کنیم:

$$\frac{V \times 0.1 \text{ M NaOH} + V \times 0.2 \text{ M} \times 2 \text{ OH}^- - V \times 0.15 \text{ M H}^+}{3V} = \frac{0.35}{3} \text{ M OH}^-$$

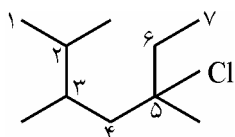
$$[\text{H}^+] + [\text{OH}^-] = 10^{-14} \Rightarrow [\text{H}^+] = 8/57 \times 10^{-14} \text{ M}$$

از طرفی داریم:

$$\Rightarrow \text{pH} = -\log(8/57 \times 10^{-14}) = 13.01$$

۸- گزینه‌ی ۲؛ تقطیر با بخار آب در مواردی مناسب است که با یک ماده‌ی نسبتاً غیر فرار و خیلی کم محلول در آب سر و کار داریم.

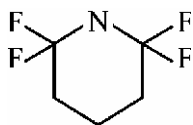
۹- گزینه‌ی ۴؛ ۵-chloro - ۲,۲,۳,۵-tetramethylheptane





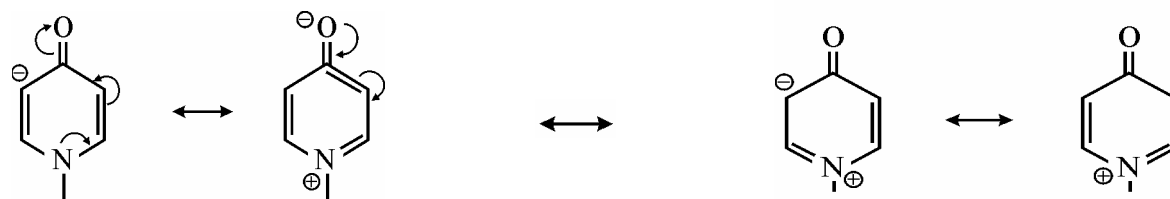
۱۰ - گزینه ی ۱؛

اثر القایی شدید، باز خیلی ضعیف



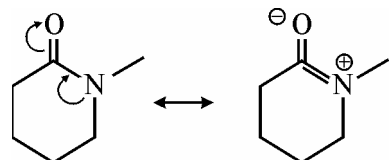
جفت الکترون آروماتیک غیر پیوندی در ساختارهای اصلی رزونانسی

در دسترس نیست و روی مولکول پخش شده. باز خیلی ضعیف



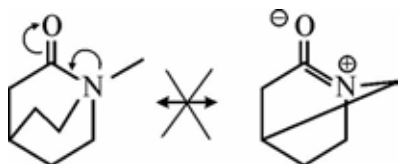
پخش بار روی اکسیژن

باز خیلی ضعیف



محدودیت های فضایی جلوی پخش بار را می گیرد.

بنا بر این ، فرم رزونانسی روبرو، اهمیت زیادی ندارد.



# سرگروه کمیته طرح سوال المپیاد شیمی



فرشید عبدی

- 🏆 مدال نقره جهانی سال ۲۰۰۶ کره جنوبی
- 🏆 دانشجوی مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی شریف
- 🏆 مبحث : شیمی فیزیک



# کمیته طرح سوال المپیاد شیمی

مجتبی شریف زاده



2005

- 🏆 مدال طلای جهانی سال ۲۰۰۵
- 🏆 دانشجوی مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف
- 🏆 آرایش الکترونی ، خواص تناوبی و پیوند یونی



کاوه متین خو

- 🏆 مدال نقره جهانی سال ۲۰۰۷
- 🏆 دانشجوی مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف
- 🏆 پیوند کووالانسی و شکل هندسی



احسان شعبانی

- 🏆 مدال طلای جهانی سال ۲۰۰۷
- 🏆 دانشجوی مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف
- 🏆 استوکیومتری



امیر هادی کامکار

- 🏆 دیپلم افتخار المپیاد جهانی ۲۰۰۷
- 🏆 دانشجوی مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف
- 🏆 شیمی تجزیه و استوکیومتری



محسن محمودی

- 🏆 مدال برنز جهانی سال ۲۰۰۶
- 🏆 دانشجوی شیمی دانشگاه صنعتی شریف
- 🏆 آرایش الکترونی ، خواص تناوبی و پیوند یونی

بهروز بهنام

- 🏆 مدال نقره کشوری
- 🏆 کارشناس ارشد شیمی محض (گرایش شیمی آلی)
- 🏆 شیمی آلی

سیدحسام موسوی مهر

- 🏆 مدال طلای کشوری
- 🏆 دانشجوی مهندسی برق دانشگاه صنعتی شریف
- 🏆 شیمی آلی



داوود ظاهری نیا

- 🏆 مدال نقره جهانی سال ۲۰۰۶
- 🏆 دانشجوی شیمی دانشگاه صنعتی شریف
- 🏆 محلولها

سیده مولود موسوی

- 🏆 مدال طلای کشوری
- 🏆 دانشجوی شیمی دانشگاه صنعتی شریف
- 🏆 آرایش الکترونی ، خواص تناوبی و پیوند یونی

# ICHO

International Chemistry Olympiad