



دخترچه سوارات به همراه پاسخ تستی مرحله دوم بیستمین دوره المپیاد شیمی سال ۱۳۹۸

مدت آزمون (دقیقه)	تعداد سوالات	
	مسأله‌های تشریحی	سوالات چند گزینه‌ای
۱۲۰	۷	۴۹

استفاده از ماشین حساب آزاد است.

توضیحات مهم

تذکرات آزمون:

- ضمن آرزوی موفقیت برای شما دانش‌پژوه گرامی، خواهشمند است قبل از پاسخ به سؤالات آزمون به موارد زیر توجه کنید:
- این آزمون شامل ۴۹ پرسش چهارگزینه‌ای و ۷ مسأله‌ی تشریحی و وقت آن ۱۲۰ دقیقه است.
- پاسخ درست به هر سؤال ۳ نمره‌ی مثبت و پاسخ غلط یک نمره‌ی منفی دارد.
- در هر سؤال از میان گزینه‌های داده‌شده دقیقاً یک گزینه پاسخ صحیح است.
- استفاده از ماشین‌حساب در این آزمون مجاز است.
- استفاده از جدول تناوبی عناصر در این آزمون مجاز نیست.
- همراه داشتن تلفن همراه (حتی خاموش) در طول زمان آزمون مجاز نیست.
- فقط داوطلبانی می‌توانند دفترچه‌ی سؤالات را با خود ببرند که تا پایان آزمون در جلسه حضور داشته باشند.
- پاسخنامه‌ی تستی این آزمون توسط کمیته‌ی علمی ماخ تهیه شده است.

۱- ماگ با در نظر گرفتن دو ایزوتوپ بور ($^{10}B, ^{11}B$) و دو ایزوتوپ کلر ($^{35}Cl, ^{37}Cl$) چند نوع مولکول BCl_3 می توان یافت؟
 الف) ۶ (ب) ۱۲ (ج) ۸ (د) ۱۶

۲- ماگ در کدام گزینه، عدد اکسایش اتم‌هایی که زیر آن‌ها خط کشیده شده، مشابه است؟

الف) NH_4NO_3 و $Al(HPO_4)_3$ (ب) $HClO_4$ و ICl_3
 ج) H_2O_2 و SO_2 (د) $NiCl_4$ و $K_4Ni(CN)_6$

۳- ماگ در کدام گونه، با توجه به قاعده‌ی اکتت (هشتایی) هر سه نوع پیوند یونی، کووالانسی و داتیو وجود دارند؟

الف) $KClO$ (ب) $C_2O_4H_2$ (ج) H_2SO_4 (د) $NaNO_3$

۴- ماگ در کدام گزینه، زوایای پیوند همگی گونه‌ها با یکدیگر برابر است؟

الف) $SnCl_4^-$, $SOCl_2$, $COCl_2$ (ب) NO_3^+ , ICl_4^- , N_3^-
 ج) NO_3^- , SO_3^{2-} , ClO_3^- (د) IF_4^+ , XeF_4 (گاز)، BeF_4

۵- ماگ کدام مجموعه عددهای کوانتومی برای الکترون در اوربیتال ۳p درست است؟

	n	ℓ	m_ℓ	m_s
a	۳	۱	-۱	$+\frac{1}{2}$
b	۳	۲	+۱	$-\frac{1}{2}$
c	۳	۰	-۲	$-\frac{1}{2}$
d	۳	۰	۰	$-\frac{1}{2}$

الف) a
 ب) b
 ج) c
 د) d

۶- ماگ در چه تعداد از مولکول‌های زیر، همگی پیوندها قطبی هستند؟

$SnCl_4$, H_2O_2 , SF_4 , $HClO_2$, C_2H_6 , N_2O_5

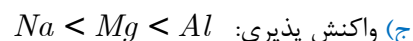
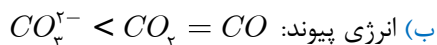
الف) ۲ (ب) ۳ (ج) ۴ (د) ۵

۷- ماگ از بین یون‌های زیر با توجه به شعاع آن‌ها (بر حسب pm) کدام زوج دارای قوی‌ترین پیوند یونی است؟

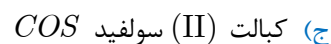
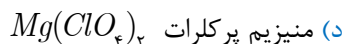
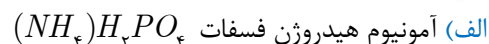
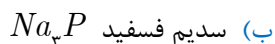
$O^{2-} = 140$, $Cl^- = 181$, $Ba^{2+} = 135$, $Rb^+ = 152$, $Mg^{2+} = 72$

الف) BaO (ب) MgO (ج) Rb_2O (د) $MgCl_2$

۸- ماگ کدام مقایسه درست است؟



۹- ماگ فرمول شیمیایی کدام ترکیب نادرست است؟



۱۰- ماگ درصد جرمی یک محلول سدیم کلرید در آب ۳٪ / ۲۰٪ است. غلظت مولال $NaCl$ در این محلول کدام است؟
($Cl = 35.5, Na = 23$)

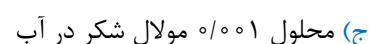
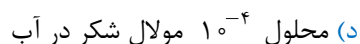
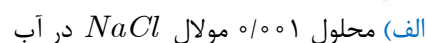
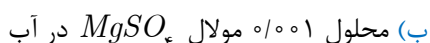
(د) ۱/۰۹

(ج) ۰/۵۶۵

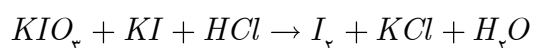
(ب) ۰/۵۴۷

(الف) ۱/۱۳

۱۱- ماگ نقطه جوش کدام محلول از همه بالاتر است؟



۱۲- ماگ در واکنش موازنه نشده زیر، ضریب استوکیومتری I_2 پس از موازنه کدام است؟



(د) ۲

(ج) ۱

(ب) ۳

(الف) ۴

۱۳- ماگ چند گرم منیزیم در ۱ لیتر محلول ۰/۳ مولار HCl باید حل شود تا غلظت $MgCl_2$ حاصل با غلظت HCl باقی مانده برابر شود؟

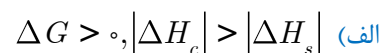
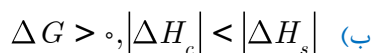
(د) ۲/۴

(ج) ۴/۸

(ب) ۳/۶

(الف) ۷/۲

۱۴- ماگ هنگامی که آب به مقدار کافی، به ظرفی که شامل آمونیوم کلرید (NH_4Cl) جامد است اضافه شود آمونیوم کلرید کاملاً حل شده و محلول سردتر می شود. کدام گزینه در مورد قدرمطلق انرژی شبکه‌ی بلور (ΔH_c)، قدر مطلق مجموع انرژی‌های آب پوشی یون‌ها (ΔH_s) و تغییرات انرژی آزاد گیبس (ΔG) برای این فرایند انحلال درست است؟



۱۵- ماگ انحلال پذیری نمک $AgNO_3$ در ۱۰۰ گرم آب، در دماهای $20^\circ C$ و $40^\circ C$ به ترتیب ۲۱۶ g و ۳۱۱ g می باشد. به ۲۵ گرم آب در دمای $40^\circ C$ مقدار ۷۰ g $AgNO_3$ جامد اضافه کنیم و آن را کاملاً هم می زنیم. هم‌زمان با هم زدن، دمای مخلوط را تا $20^\circ C$ کاهش می دهیم.

مخلوط یادشده در دماهای $20^\circ C$ و $40^\circ C$ به ترتیب از راست به چپ چند فاز دارد؟

(د) ۲و۱

(ج) ۱و۱

(ب) ۲و۱

(الف) ۲و۱

۱۶- دمای گازهای اطراف سطح خورشید به چندین میلیون درجهی سلسیوس می‌رسد و می‌تواند عنصر آهن (عدد اتمی ۲۶) را حتی تا بار ۱۴+ یونیزه کند. کدام دسته از یون‌های Fe^{+} تا Fe^{14+} بیشتر از بقیه جذب میدان مغناطیسی می‌شوند؟ (هر اندازه تعداد الکترون‌های جفت نشده‌ی یک یون بیشتر باشد، آن یون بیشتر جذب میدان می‌شود).

- الف) Fe^{7+}, Fe^{9+} (ب) Fe^{2+}, Fe^{6+} (ج) Fe^{8+}, Fe^{14+} (د) Fe^{+}, Fe^{3+}

۱۷- عبارت کدام گزینه در مورد خاصیت پاک‌کنندگی نمک سدیم استتاریک اسید $CH_3(CH_2)_6COONa$ و نمک سدیم پروپانوئیک اسید CH_3CH_2COONa درست است؟

- الف) نمک سدیم پروپانوئیک اسید خاصیت پاک‌کنندگی بیشتری دارد.
 ب) نمک سدیم استتاریک اسید خاصیت پاک‌کنندگی بیشتری دارد.
 ج) خاصیت پاک‌کنندگی هر دو یکسان است.
 د) هیچ یک خاصیت پاک‌کنندگی ندارد.

۱۸- برای محلول سیرشده‌ی یک گاز در آب، افزایش حجم ظرف موجب انحلال‌پذیری گاز و کاهش دمای محلول موجب انحلال‌پذیری گاز می‌شود.

- الف) افزایش، کاهش (ب) افزایش، افزایش (ج) کاهش، افزایش (د) کاهش، کاهش

۱۹- کدام گزینه در مورد خواص فیزیکی محلول‌های داده شده صحیح است؟
 $NaCl = 58 / 5$, $C_4H_6O_4 = 62$, $C_4H_8O_4 = 92$, $CH_3CH_2OH = 46$, $H_2O = 18$
 $CH_3OH = 32$

(نسبت‌های داده شده نشان دهنده‌ی $\frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم حلال}}$ می‌باشند.)

- الف) نقطه‌ی ذوب $\left(\frac{1g CH_3OH}{100g H_2O}\right) < \left(\frac{2g CH_3CH_2OH}{200g H_2O}\right)$
 ب) نقطه‌ی ذوب $\left(\frac{1g H_2O}{1kg CH_3OH}\right) > \left(\frac{1g CH_3CH_2OH}{1kg CH_3OH}\right)$
 ج) نقطه‌ی جوش $\left(\frac{3 / 5 g C_4H_8O_4}{250g CH_3CH_2OH}\right) > \left(\frac{3 / 5 g C_4H_6O_4}{250g CH_3CH_2OH}\right)$
 د) نقطه‌ی جوش $\left(\frac{2g NaCl}{5kg H_2O}\right) < \left(\frac{2g C_4H_6O_4}{5kg H_2O}\right)$

۲۰- گونه‌های E^{2+} و A^{2-}, B^{-}, C, D^{+} دارای تعداد الکترون یکسان هستند. کدام گزینه در مورد مقایسه‌ی شعاع آن‌ها صحیح است؟

- الف) $E^{2+} > D^{+} > C > B^{-} > A^{2-}$ (ب) $A^{2-} > B^{-} > C > D^{+} > E^{2+}$
 ج) $A^{2-} > B^{-} > C > D^{+} > E^{2+}$ (د) $A^{2-} < B^{-} < C > D^{+} > E^{2+}$

$(^{39}_{19}K)$

۲۱- مجموع تعداد الکترون‌ها و نوترون‌های یون پتاسیم چند است؟

۴۰ (د)

۳۹ (ج)

۳۸ (ب)

۳۷ (الف)

۲۲- ماچ در لایه‌ی $n = 3$ حداکثر چند الکترون با $m_l = 0$ می‌تواند وجود داشته باشد؟

- الف) ۲ (ب) ۳ (ج) ۴ (د) ۶

۲۳- ماچ تعداد الکترون‌های کدام گونه با بقیه متفاوت است؟

- الف) NO_2 (ب) N_3^- (ج) CO_2 (د) N_2O

۲۴- ماچ شکل هندسی کدام گونه با بقیه متفاوت است؟

- الف) SO_3 (ب) NF_3 (ج) NO_3^- (د) CO_3^{2-}

۲۵- ماچ برای یونش الکترون از کدام گونه‌ی گازی مقدار انرژی بیشتری لازم است؟

- الف) Cl^- (ب) Ar (آرگون) (ج) K^+ (د) Kr (کریپتون)

۲۶- ماچ عدد اکسایش کلر در ترکیب $KClO$ کدام است؟

- الف) -۱ (ب) +۳ (ج) +۲ (د) +۱

۲۷- ماچ نور زردی که از لامپ سدیم ساطع می‌شود مربوط است به ...

- الف) جهش الکترون در اتم برانگیخته‌ی سدیم به تراز $n = 2$
 ب) یونش اتم‌های سدیم
 ج) برانگیخته شدن الکترون ظرفیت اتم سدیم به ترازهای انرژی بالاتر
 د) جهش الکترون در اتم برانگیخته‌ی سدیم به تراز $n = 1$

۲۸- ماچ طیف نشری خطی پیش‌بینی شده برای کدام گونه‌ی شیمیایی همانند اتم هیدروژن است؟

- الف) He (ب) Be^{3+} (ج) Li (د) He^{2+}

۲۹- ماچ انرژی کدام تابش از همه کمتر است؟

- الف) فرابنفش (ب) گاما (ج) فرورسرخ (د) ریزموج

۳۰- ماچ سانتیفریوژ نمودن گاز اورانیوم هگزافلوروئید، $UF_6(g)$ ، به عنوان مرحله‌ای اساسی در چرخه‌ی غنی‌سازی سوخت هسته‌ای است. UF_6 خود از واکنش UF_4 با F_2 حاصل می‌شود. UF_4 از واکنش کبک زرد، UO_2 ، با محلول HF به‌دست می‌آید. هرگاه آنتالپی UF_4 و UF_6 در شرایط عمل به‌ترتیب برابر با A کیلوژول بر مول و B کیلوژول بر مول باشد و آنتالپی پیوند $F - F(g)$ برابر با $155 kJ \cdot mol^{-1}$ باشد، آن‌گاه کدام گزینه، ΔH واکنش $UF_4 + F_2(g) \rightarrow UF_6$ را در همان شرایط به‌درستی نشان می‌دهد؟

- الف) $B - (A + 155)$ (ب) $A - B$ (ج) $B - A$ (د) $B - A + 155$

۳۱- فرض کنید روزانه 2500 متر مکعب بوتان، $C_4H_{10(g)}$ ، در یک نیروگاه حرارتی در دما و فشار ثابت در اکسیژن لازم بسوزد. روزانه به ترتیب چند تن CO_2 و چند کیلوژول گرما از این راه وارد هوای اطراف نیروگاه خواهد شد؟ ($O = 16, H = 1, C = 12$)
(حجم ۱ مول بوتان برابر با ۲۵ لیتر، آنتالپی سوختن بوتان برابر $2900 kJ \cdot mol^{-1}$ است.) (فرض کنید فقط ۸۰٪ گرمای حاصل از سوختن بوتان به هوای اطراف نیروگاه راه یابد، قدرمطلق گرمای راه یافته موردنظر است.)

- (الف) $15/1$ و $2/90 \times 10^8$ (ب) $17/6$ و $2/90 \times 10^8$
(ج) $15/1$ و $2/32 \times 10^8$ (د) $17/6$ و $2/32 \times 10^8$

۳۲- ۲ مول $H_2(g)$ و ۱ مول $O_2(g)$ در یک ظرف نسبتاً آدیاباتیک (بدون مبادله‌ی گرما با بیرون) به‌طور کامل با هم واکنش می‌دهند.
 $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) : \Delta H = -484 kJ$
با فرض اینکه ۶۵٪ گرمای حاصل از واکنش صرف گرم کردن $H_2O(g)$ در ظرف شود، دما از این راه چند درجه‌ی سلسیوس افزایش خواهد یافت؟ (گرمای ویژه‌ی بخار آب را به‌طور متوسط برابر با $2/5 J \cdot g^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$ و مستقل از دما در نظر بگیرید.) ($O = 16, H = 1$)

- (الف) ۳۴۹۵ (ب) ۳۴۹/۵ (ج) ۳۴/۹۵ (د) ۳/۴۹۵

۳۳- یک سامانه‌ی بسته با دریافت $10000 J$ گرما در فشار ثابت، کاری برابر $2000 J$ انجام می‌دهد. نسبت $\frac{\Delta E}{\Delta H}$ برای این سامانه در تغییر داده شده کدام است؟

- (الف) $1/5$ (ب) ۱ (ج) $1/25$ (د) $0/8$

۳۴- در حالت کلی، کدام گزینه تغییر انرژی درونی، ΔE ، سامانه‌ی بسته‌ای را که در فشار ثابت، گرمایی برابر با q همراه با تغییر دمای سامانه مبادله می‌کند، به‌درستی بیان می‌نماید؟ (حجم با دما تغییر می‌کند.)

- (الف) $\Delta E \neq q + W$ (ب) $\Delta E = q$ (ج) $\Delta E \neq q$ (د) $\Delta E = \Delta H$

۳۵- ΔH واکنش $C_2H_6(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_4(g)$ به میزان چند کیلوژول از ΔH واکنش $C_2H_6(g) + Cl_2(g) \rightarrow C_2H_4Cl_2(g)$ با رعایت معلومات داده شده، از لحاظ جبری بزرگ‌تر است؟

معلومات:

آنتالپی پیوند $H-H$ به میزان $194 kJ \cdot mol^{-1}$ از آنتالپی پیوند $Cl-Cl$ بزرگ‌تر است. آنتالپی پیوند $C-H$ به میزان $47 kJ \cdot mol^{-1}$ بزرگ‌تر از آنتالپی پیوند $C-Cl$ فرض می‌شود. سایر شرایط برای این دو واکنش یکسان فرض می‌شود.

- (الف) ۱۴۷ (ب) ۱۰۰ (ج) ۲۴۱ (د) ۲۵۰

۳۶- آنتالپی استاندارد تشکیل هیدروژن پراکسید مایع، $H_2O_2(l)$ ، و آب، $H_2O(l)$ ، در دمای آزمایشگاه به ترتیب برابر با -188 و -286 کیلوژول بر مول است. با توجه به آن، گرمای آزاد شده از تجزیه‌ی کامل 170 گرم هیدروژن پراکسید مایع با درجه‌ی خلوص ۴۰٪ جرمی به آب و اکسیژن در دما و فشار ثابت آزمایشگاه بر حسب کیلوژول کدام است؟ (قدر مطلق گرمای آزاد شده موردنظر است.)

($H = 1, O = 16$)

- (الف) ۱۹۸ (ب) ۴۷۴ (ج) ۹۸ (د) ۱۹۶

۳۷- از واکنش بور تری‌فلوئورید به‌عنوان پذیرنده و مولکول آمونیاک به‌عنوان دهنده‌ی الکترون جسم جامدی حاصل می‌شود که ساختار خاص خود را دارد. آرایش هندسی اتم‌ها در پیرامون اتم مرکزی بور در محصول چگونه است؟

الف) چهار وجهی (ب) مسطح مربعی (ج) هرمی (د) چهار وجهی منظم

۳۸- چند میلی‌لیتر از محلول ۰/۱ مولار $NaOH$ باید به ۵۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۱ مولار $Fe(NO_3)_3$ اضافه شود تا ۰/۲۱۴ گرم $Fe(OH)_3$ رسوب کند؟

($Fe = 56, O = 16, H = 1, Na = 23$)

الف) ۴۰ (ب) ۲۰ (ج) ۶۰ (د) ۳۰

۳۹- از واکنش ۲۴ گرم کربن با ۱۶ گرم اکسیژن گاز کربن مونوکسید و از واکنش کاتالیزی این گاز با ۴ گرم هیدروژن ۳۲ گرم متانول حاصل می‌شود. به فرض اینکه واکنش‌ها با بازده ۱۰۰٪ صورت گیرند واکنش‌دهنده محدودکننده کدام است؟

($O = 16, C = 12, H = 1$)

الف) کربن (ب) اکسیژن (ج) کربن مونوکسید (د) هیدروژن

۴۰- ۲/۵ میلی‌لیتر از یک محلول ۵٪ وزنی $NaOH$ با چگالی $1/54 \text{ g.mL}^{-1}$ را با آب رقیق کرده و به حجم نهایی ۷۵ میلی‌لیتر می‌رسانیم. غلظت Na^+ در محلول نهایی به‌دست آمده بر حسب ppm تقریباً چقدر است؟

($Na = 23, O = 16$)

الف) ۶۴۳ (ب) ۱۲۳۴ (ج) ۱۴۷۶ (د) ۱۹۲۶

۴۱- مخلوطی شامل Na_2SO_4 و K_2SO_4 است. یک نمونه‌ی ۰/۲۰۵ گرمی از این مخلوط در آب حل شده و یک محلول آبی $BaCl_2$ به مقدار اضافی به آن افزوده می‌شود. $BaSO_4$ جرم تشکیل شده ۰/۲۹۸ گرم است. درصد جرمی Na_2SO_4 در مخلوط چقدر است؟

($BaSO_4 = 233, Na_2SO_4 = 142, K_2SO_4 = 174$)

الف) ۵۳۸ (ب) ۶۱ (ج) ۲۱ (د) ۵۸

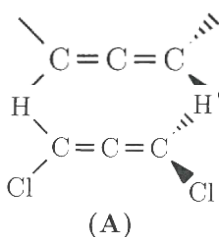
۴۲- مقدار ۶/۴ گرم از بلورهای فسفریک اسید را در ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول فسفریک اسید با چگالی ۱/۳۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب که درصد وزنی آب آن ۸۰٪ است حل می‌کنیم و در نهایت حجم محلول را به ۲۵۰ میلی‌لیتر می‌رسانیم. مولاریته‌ی فسفریک اسید در این محلول چقدر است؟

($H_3PO_4 = 98$)

الف) ۴/۳۴ (ب) ۰/۲۵۲ (ج) ۱/۳۶ (د) ۲/۴۵

۴۳- غلظت $NaCl$ در سرم معمولی خون، تقریباً ۰/۱۴ مولار است. چه حجمی از خون برحسب میلی‌لیتر حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم $NaCl$ خواهد بود؟ ($NaCl = 58 / 5$)

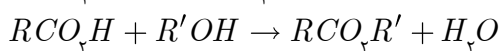
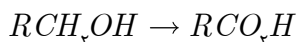
الف) ۵۴/۲ (ب) ۱۲/۲ (ج) ۲۴/۴ (د) ۱۷/۶



الف) ۳ (ب) ۲ (ج) ۱ (د) ۴

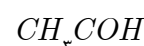
۴۴- آلن‌ها ترکیباتی هستند که در ساختار آن‌ها دو پیوند دوگانه‌ی متوالی وجود دارد: چه تعداد ترکیب با ساختار آلن می‌توان در نظر گرفت که ایزومر ساختاری ترکیب A باشد.

۴۵- با استفاده از واکنش‌های زیر که تحت شرایط مناسب انجام می‌شوند، برای تهیه‌ی A وجود کدام ماده‌ی اولیه کافی است؟



O

||



۴۶- ترکیبی با فرمول بستگی $C_7H_{14}O$ دارای پیوند سه‌گانه و گروه کربونیل می‌باشد. چند ساختار برای این ترکیب می‌توان در نظر گرفت؟

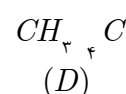
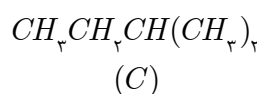
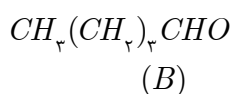
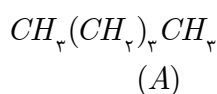
(د) ۴

(ج) ۱

(ب) ۳

(الف) ۲

۴۷- کدام گزینه در مورد مقایسه‌ی نقطه‌ی ذوب ترکیبات درست است؟



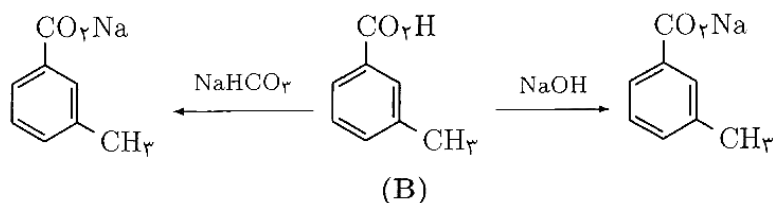
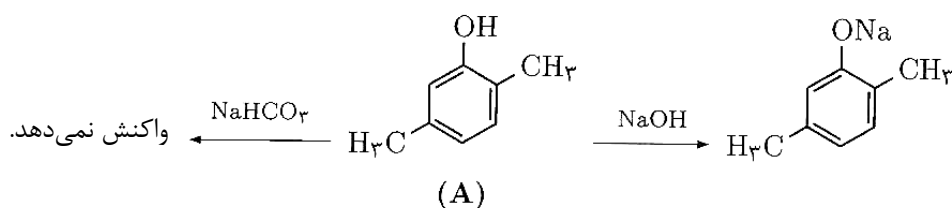
(ب) $A < B$ و $C < D$

(الف) $A < B$ و $C > D$

(د) $A > B$ و $C > D$

(ج) $A > B$ و $C < D$

۴۸- با توجه به اطلاعات داده شده کدام روش برای جداسازی A از مخلوطی متشکل از A و B مناسب‌تر است. به مخلوط، (حلالیت A و B را در آب نادیده بگیرید).



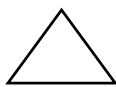
(الف) محلول $NaOH$ اضافه کرده و صاف می‌کنیم.

(ب) محلول $NaOH$ و یک حلال آلی اضافه کرده و فازها را از هم جدا می‌کنیم.

(ج) محلول $NaHCO_3$ و یک حلال آلی مناسب اضافه کرده و فازها را از هم جدا می‌کنیم.

(د) محلول‌های $NaOH$ و $NaHCO_3$ اضافه کرده و صاف می‌کنیم.

۴۹- گرمای سوختن به ازای هر واحد CH_p ، Q ، از تقسیم گرمای سوختن ترکیب به تعداد واحدهای CH_p در ساختار ترکیب به دست می‌آید. با توجه به اطلاعات داده شده کدام گزینه ترتیب پایداری نسبی ترکیبات را درست نشان می‌دهد؟



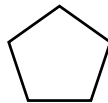
(A)

۶۹۷



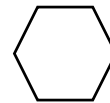
(B)

۶۸۶



(C)

۶۶۴



(D)

۶۵۹

$Q(\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1})$:

(ب) $A > B > C > D$

(د) $D > C > B > A$

(الف) $C > D > B > A$

(ج) $D > C > A > B$

پرسش‌های تشریحی

۱- یکی از روش‌های تخمین بار مؤثر هسته‌ی یک اتم چند الکترونی (Z_{eff}) ، استفاده از رابطه‌ی زیر است:

$$IE_1 = 1312 kJ \cdot mol^{-1} \times \frac{Z_{eff}^2}{n^2}$$

$IE_1 =$ اولین انرژی یونش

$n =$ عدد کوانتومی اصلی لایه‌ای که در آن الکترون قرار دارد

الف) با استفاده از رابطه‌ی بالا، بار مؤثر هسته‌ی Li, Na, Rb, Be و C را برای الکترون آخرین لایه محاسبه کنید. داده‌های خود را در جدول زیر وارد کنید.

عنصر	7_3Li	${}^{23}_{11}Na$	${}^{85}_{37}Rb$	4_2Be	${}^{12}_6C$
$IE_1 (kJ \cdot mol^{-1})$	۵۲۰	۴۹۶	۴۰۳	۸۹۹	۱۰۸۶
Z_{eff}					

ب) بر اساس روش فوق درستی یا نادرستی هر یک از عبارتهای زیر را مشخص کنید.

I) با افزایش عدد اتمی در هر دوره از جدول تناوبی، بار مؤثر هسته نیز افزایش می‌یابد.

II) با افزایش عدد اتمی در هر گروه از جدول تناوبی بار مؤثر هسته نیز افزایش می‌یابد.

III) همان‌طور که می‌دانید در هر گروه با افزایش عدد اتمی، شعاع اتمی افزایش می‌یابد. در این افزایش نقش n مؤثرتر از Z_{eff} است.

۲- از واکنش نمونه‌ای خالص از تیتانیم کلرید به وزن ۳/۲۴۵ گرم با مقدار کافی از فلز سدیم، Ti فلزی آزاد می‌شود. پس از شست‌وشوی محصول واکنش با آب، وزن تیتانیم خالص باقی‌مانده برابر ۰/۸۱۹ می‌باشد.

الف) فرمول تیتانیم کلرید را تعیین کنید.

ب) معادله‌ی واکنش را بنویسید.

پ) آرایش الکترونی اتم تیتانیم را در حالت پایه برای لایه ظرفیت آن نشان دهید.

ت) ترکیب تیتانیم کلرید در بالاترین عدد اکسایش آن خصلت

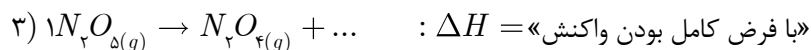
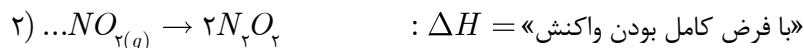
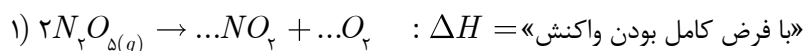
	یونی
	کووالانسی

دارد.

۳- گاز N_2O_5 در دما و فشار مناسب به‌طور جزئی به NO_2 و O_2 تجزیه می‌شود که NO_2 حاصل به‌طور هم‌زمان به‌طور جزئی در همان شرایط به N_2O_4 تبدیل می‌گردد. تجزیه‌ی کامل ۱ مول $N_2O_5(g)$ به $O_2(g)$ و $NO_2(g)$ در دما و فشار ثابت مورد اشاره

$110 kJ \cdot mol^{-1}$ گرماگیر است و تشکیل ۱ مول $N_2O_4(g)$ از $NO_2(g)$ در همان شرایط $57 kJ \cdot mol^{-1}$ گرماده است:

الف) معادله‌ی گرما شیمی هر واکنش زیر را با ذکر ΔH آن با رعایت علامت جبری و ذکر واحد، موازنه کنید.



ب) در هر یک از واکنش‌های بالا با شماره‌های (۱)، (۲) و (۳) کدام عامل به شرح زیر باعث پیشرفت واکنش می‌شود؟ ΔH یا ΔS یا هر دو؟ در مربع موردنظر ضربدر بزنید.

واکنش	ΔH	ΔS	هر دو
(۱)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(۲)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
(۳)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

پ) اگر در دما و فشار آزمایش فقط ۱ مول $N_2O_5(g)$ در ظرف واکنش قرار داده شود و بنا به فرض فقط ۶۰٪ آن به $NO_2(g)$ و $O_2(g)$ تجزیه می‌شود و هم‌زمان ۴۰٪ از $NO_2(g)$ تشکیل شده به $N_2O_4(g)$ تبدیل گردد، آن‌گاه تعداد مول‌های هر یک از N_2O_5 ، NO_2 و N_2O_4 موجود در ظرف واکنش و مجموع جبری گرمای مبادله شده بر حسب کیلوژول با رعایت فرض مورد اشاره کدام است؟ پاسخ درست در خانه‌ی موردنظر نوشته شود. (دما و فشار ثابت است).

تعداد مول‌های N_2O_5	تعداد مول‌های NO_2	تعداد مول‌های N_2O_4	گرمای مبادله شده در کل با رعایت علامت جبری و ذکر واحد
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

۴- ظرف I به حجم ۱ L حاوی ۳۰۰ mL آب در دمای $5^\circ C$ است. این ظرف توسط یک شیر در ارتباط با ظرف II است. ظرف II حجمی معادل ۱ L داشته و تحت خلأ است. ابتدا شیر ارتباطی بین دو ظرف را باز کرده و به قدر کافی صبر می‌کنیم تا تعادل برقرار شود. سپس شیر ارتباطی را بسته و مقدار ۱۰ mL گلیسرین ($C_3H_8O_3$) به ظرف I اضافه می‌کنیم. به قدر کافی صبر کرده و پس از برقراری تعادل، فشار ظرف I (P_I) و فشار ظرف II (P_{II}) را می‌خوانیم. (دمای جوش نرمال آب $10^\circ C$ و دمای جوش نرمال گلیسرین $29^\circ C$ است. چگالی آب $988 g \cdot mL^{-1}$ و چگالی گلیسرین $1 / 26 g \cdot mL^{-1}$ در دمای $5^\circ C$ است).

الف) فشار P_I و P_{II} را مقایسه کنید. (بزرگ‌تر، مساوی یا کوچک‌تر)

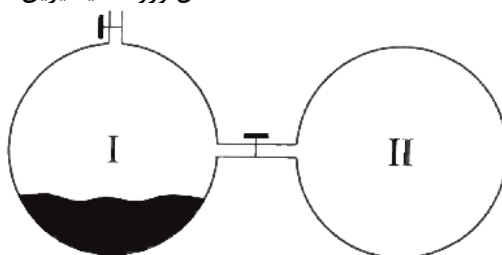
$$P_I \square P_{II}$$

سپس شیر ارتباطی دو ظرف را باز کرده و به قدر کافی صبر می‌کنیم تا دوباره تعادل برقرار شود. حال فشار کل P_f را می‌خوانیم.

ب) فشار کل P_f خوانده شده را با P_I و P_{II} در قسمت «الف» مقایسه کنید. (بزرگ‌تر، مساوی یا کوچک‌تر)

$$P_I \square P_f \quad P_f \square P_{II}$$

محل ورود گلیسرین



۵- در اثر برخورد الکترون با ذره α (هسته‌ی هلیوم)، یون تک الکترونی He^+ در حالتی برانگیخته تشکیل شده به طوری که الکترون آن در اوربیتال ۶d قرار گرفته است. این الکترون طی دو مرحله‌ی متوالی ابتدا به تراز پایین‌تر x و سپس به حالت پایه برمی‌گردد و به ترتیب فوتون‌هایی با طول موج‌های $273/4 \text{ nm}$ و $25/63 \text{ nm}$ نسر می‌کند. با توجه به اینکه طول موج‌های خطوط مشاهده شده در طیف نشری یون He^+ از رابطه‌ی زیر پیروی می‌کنند (λ طول موج نور، A یک عدد ثابت و n_1 و n_2 به ترتیب ترازهای پایینی و بالایی می‌باشند) عدد x را پیدا کنید.

$$\frac{1}{\lambda} = A \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

۶- دانش آموزی مقدار ۰/۸ گرم $NaOH$ ناخالص را به ۸۰ میلی‌لیتر محلول KOH ۰/۰۱ مولار اضافه کرد و پس از حل شدن کامل با افزودن آب مقطر وزن آن را به ۱۳۲۰ گرم رسانید (چگالی محلول $1/1 \text{ g.mL}^{-1}$ است). سپس مقدار ۵۰ میلی‌لیتر از محلول فوق را در ارلن ریخته و با استفاده از سنجش حجمی توانست ۵۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۰۵ مولار H_2SO_4 را با آن خنثی کند.
($O = 16, H = 1, Na = 23, K = 39$)

الف) غلظت OH^- را در نمونه‌ی مخلوط به دست آورید.

ب) تعداد مول OH^- در نمونه‌ی $NaOH$ ناخالص چقدر است؟

پ) درصد خلوص $NaOH$ برداشته شده چقدر است؟

ت) برای خنثی کردن ۵۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۰۵ مولار H_2SO_4 چند گرم از $NaOH$ ناخالص فوق لازم است؟

۷- آلکین A با فرمول بسته‌ی C_8H_{14} فاقد کربن نوع چهارم است و در نتیجه واکنش هیدروژن‌دار شدن به آلکان B تبدیل می‌شود. اگر یکی از هیدروژن‌های ترکیب B تحت شرایط مناسب با کلر جایگزین شود احتمال تشکیل سه ایزومر ساختاری C، D و E وجود دارد. ساختارهای A تا E را رسم کنید.

(کربن نوع چهارم به کربنی گفته می‌شود که از طریق چهار پیوند به چهار اتم کربن دیگر متصل است.)

کلید سوالات

۱	هـ د ب الف	۲۱	هـ د ج ب الف	۴۱	هـ د ج ب
۲	هـ د ج ب	۲۲	هـ د ج ب الف	۴۲	هـ د ج ب الف
۳	هـ د ج ب الف	۲۳	هـ د ج ب	۴۳	هـ د ج ب الف
۴	هـ د ج ب الف	۲۴	هـ د ج ب الف	۴۴	هـ د ج ب الف
۵	هـ د ج ب	۲۵	هـ د ج ب الف	۴۵	هـ د ج ب
۶	هـ د ج ب الف	۲۶	هـ د ج ب الف	۴۶	هـ د ج ب الف
۷	هـ د ج ب الف	۲۷	هـ د ج ب	۴۷	هـ د ج ب الف
۸	هـ د ج ب الف	۲۸	هـ د ج ب الف	۴۸	هـ د ج ب الف
۹	هـ د ج ب	۲۹	هـ د ج ب الف	۴۹	هـ د ج ب الف
۱۰	هـ د ج ب الف	۳۰	هـ د ج ب الف	۵۰	هـ د ج ب الف
۱۱	هـ د ج ب	۳۱	هـ د ج ب الف	۵۱	هـ د ج ب الف
۱۲	هـ د ج ب الف	۳۲	هـ د ج ب	۵۲	هـ د ج ب الف
۱۳	هـ د ج ب الف	۳۳	هـ د ج ب الف	۵۳	هـ د ج ب الف
۱۴	هـ د ج ب الف	۳۴	هـ د ج ب الف	۵۴	هـ د ج ب الف
۱۵	هـ د ج ب	۳۵	هـ د ج ب الف	۵۵	هـ د ج ب الف
۱۶	هـ د ج ب الف	۳۶	هـ د ج ب الف	۵۶	هـ د ج ب الف
۱۷	هـ د ج ب الف	۳۷	هـ د ج ب	۵۷	هـ د ج ب الف
۱۸	هـ د ج ب الف	۳۸	هـ د ج ب الف	۵۸	هـ د ج ب الف
۱۹	هـ د ج ب الف	۳۹	هـ د ج ب الف	۵۹	هـ د ج ب الف
۲۰	هـ د ج ب الف	۴۰	هـ د ج ب الف	۶۰	هـ د ج ب الف