



دفترچه سوالات به همراه پاسخ تستی مرحله دوم بیست و یکمین دوره المپیاد شیمی سال ۱۳۸۹

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

استفاده از ماشین حساب آزاد است.

توضیحات مهم

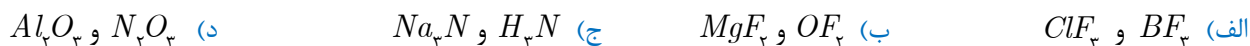
تذکرات آزمون:

- 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- کدام ترکیب می‌تواند دارای گونه‌ای با بار مثبت و عدد کوئوردیناسیون یک واحد کمتر باشد و در عین حال قاعده‌ی هشتایی رعایت شود؟



۲- برای هر یک از گونه‌های شیمیایی با فرمول‌های کلی $(1) XF_3$ ، $(2) X_2O_3$ ، $(3) X_3N$ و $(4) XF_3$ دو ترکیب شیمیایی یکی کووالانسی و دیگری یونی نوشته شده است. نمونه‌های کدام گزینه با در نظر گرفتن این دو ویژگی نادرست است؟



۳- عبارت کدام گزینه در مورد $XeOF_4$ نادرست است؟

الف) قاعده‌ی هشتایی در مورد آن صدق نمی‌کند.

ب) این مولکول خاصیت قطبی دارد.

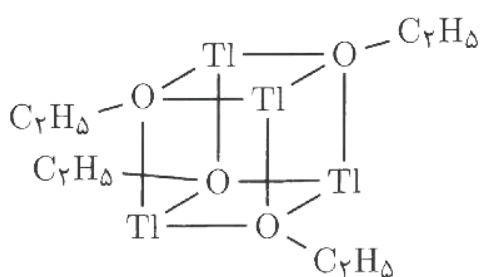
ج) آرایش هندسی این مولکول به صورت دو هرمی با قاعده‌ی مثلث است.

د) حالت اکسایش زنون در این مولکول +۶ است.

۴- در ترکیبی به فرمول مجهول $[Mo_{12}O_{40}]_n(NH_4)_m$ چه عنصری باید به جای (?) قرار بگیرد تا موازنه‌ی بار برقرار گردد؟ (عنصر مولیبدن در جدول تناوبی زیر Cr قرار دارد.)



۵- در کدام گونه‌ی شیمیایی تعداد جفت الکترون‌های تنها (ناپیوندی) روی اتم مرکزی از همه بیشتر است؟



۶- ساختار یک ترکیب تترامری از تالیوم اتوکسید در شکل مقابل نشان داده شده است (Tl می‌تواند حالت‌های اکسایش +۱ و +۳ داشته باشد). در این ترکیب برای تمام اتم‌هایی که واحد مکعبی را تشکیل می‌دهند قاعده‌ی هشتایی صدق می‌کند. عبارت کدام گزینه درست است؟

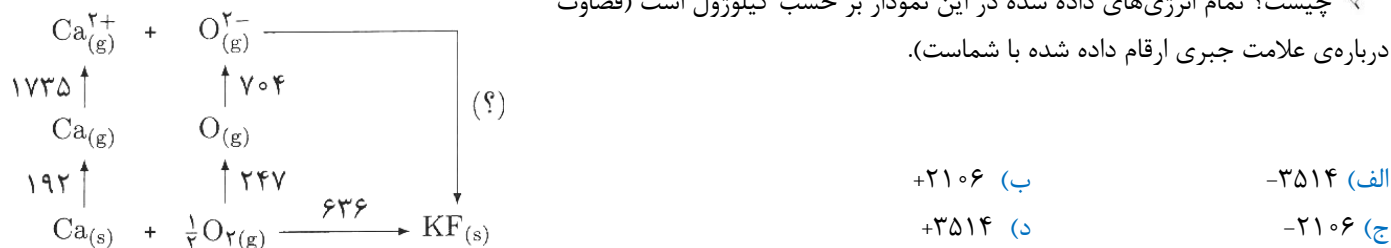
الف) آرایش هندسی اتم‌ها پیرامون اتم تالیوم به صورت چهاروجهی است.

ب) در این ترکیب اتم‌های اکسیژن و تالیوم فاقد زوج الکترون تنها (ناپیوندی) هستند.

ج) حالت اکسایش تالیوم در این ترکیب +۳ است.

د) در این ساختار برای اتم‌های تشکیل‌دهنده‌ی واحد مکعبی می‌توان ۸ پیوند ساده و ۸ پیوند داتیو (یک سویه) در نظر گرفت.

۷- چرخه‌ی بورن - هابر برای تشکیل کلسیم اکسید به صورت زیر است. انرژی مرحله‌ای که با علامت سؤال مشخص شده است بر حسب kJ چیست؟ تمام انرژی‌های داده شده در این نمودار بر حسب کیلوژول است (قضاوت درباره‌ی علامت جبری ارقام داده شده با شماست).



۸- در اتم هیدروژن برای $n = 4$ چند حالت هم‌انرژی وجود دارد؟ (بدون در نظر گرفتن اسپین)

- الف) ۴ ب) ۱۰ ج) ۱۶ د) ۳۰

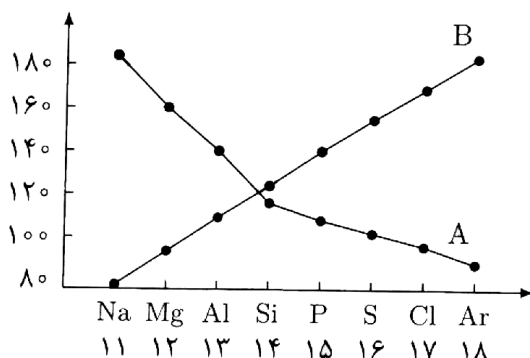
۹- در کدام گونه عدد اکسایش قراردادی هر دو اتم نیتروژن یکسان است؟

- الف) NH_4NO_3 ب) N_2O_4 ج) $N_2O_3(ONNO_2)$ د) $N_2O(NNO)$

۱۰- هیدروژن سه ایزوتوپ 1_1H ، 2_1H و 3_1H و اکسیژن دو ایزوتوپ $^{16}_8O$ و $^{18}_8O$ دارد. وجود چند نوع مولکول ایزوتوپی برای H_2O قابل-پیش‌بینی است؟

- الف) ۶ ب) ۱۲ ج) ۱۱ د) ۷

۱۱- در شکل زیر هر یک از نمودارهای A و B به ترتیب روند تغییرات کدام ویژگی‌های عنصرهای تناوب سوم جدول را نشان می‌دهند؟



الف) شعاع اتمی - بار مؤثر هسته برای الکترون‌های لایه‌ی ظرفیت

ب) اثر پوششی الکترون‌های درونی - انرژی نخستین یونش

ج) شعاع اتمی - الکترونگاتیوی

د) نقطه‌ی ذوب - اثر پوششی الکترون‌های درونی

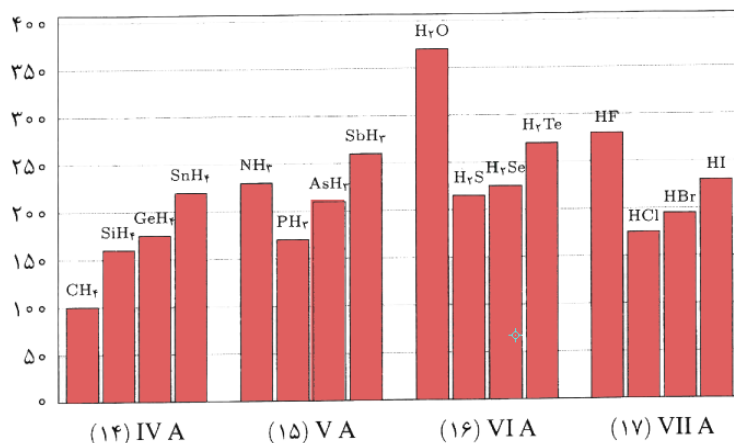
۱۲- در کدام گزینه، اتم مرکزی در همه‌ی گونه‌ها، می‌تواند پیوند جدید تشکیل دهد؟

- الف) $PH_3, NO_2, AlCl_3$ ب) $BF_3^-, SO_2, SOCl_2$
 ج) BeF_2 (گاز), $COCl_2, ICl_3$ د) $SiF_4, POCl_3, CF_4$

۱۳- اعداد -699 ، -858 ، -674 و -782 انرژی شبکه‌ی هیدریدهای لیتیم، سدیم، پتاسیم و روبیدیم را بر حسب $kJ.mol^{-1}$ نشان می‌دهند. انرژی شبکه‌ی KH کدام است؟

- الف) -674 ب) -858 ج) -782 د) -699

۱۴- شکل زیر مقایسه‌ی نقطه‌ی جوش هیدریدهای عناصر گروه‌های اصلی چهارم تا هفتم جدول را نشان می‌دهد. کدام عبارت نادرست است؟



- (الف) پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های H_2Te قوی‌تر از پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌های H_2O است.
 (ب) نیروهای جاذبه‌ی دوقطبی - دوقطبی در مولکول‌های آب قوی‌تر از نیروهای جاذبه‌ی مشابه بین مولکول‌های H_2S است.
 (ج) پیوند هیدروژنی $H...F$ از پیوندهای هیدروژنی $H...O$ قوی‌تر است.
 (د) CH_4 در دمای معمولی به حالت گاز است.

۱۵- زاویه‌ی پیوند در کدام یک از گونه‌های زیر بزرگ‌تر است؟

- (الف) ICl_4^- (ب) NO_2 (ج) SCO (د) NF_3

۱۶- حالت اکسایش قراردادی در ترکیب $HNCO$ چیست؟

- (الف) ۳- (ب) ۴+ (ج) ۲+ (د) ۲-

۱۷- اعداد زیر انرژی‌های یونش E_1 الی E_8 عنصری از تناوب سوم را بر حسب $kJ.mol^{-1}$ نشان می‌دهد. این عنصر در کدام گروه قرار دارد؟

۷۶۸، ۱۵۸۰، ۳۲۳۰، ۴۳۶۰، ۱۶۱۰۷، ۲۰۰۱۲، ۲۳۸۰۰، ۲۹۲۰۰

- (الف) سوم (ب) چهارم (ج) پنجم (د) ششم

۱۸- کدام گونه با سایر گونه‌ها هم الکترون نیست؟

- (الف) NO_2^+ (ب) CNO^- (ج) OF_2 (د) CO_2

۱۹- کدام جفت گونه‌های زیر شکل فضایی یکسان ندارند؟

- (الف) H_2S, NO_2^+ (ب) ClO_4^-, CCl_4 (ج) SO_2, OF_2 (د) NO_2^+, I_3^-

۲۰- تعداد اوربیتال‌های نیمه‌پر در کدام عنصر که عدد اتمی آن‌ها داده شده است بیشتر می‌باشد؟

- (الف) ۳۹ (ب) ۳۳ (ج) ۱۵ (د) ۲۶

۲۱- مجموع ضرایب واکنش اثر آمونیاک بر مس (II) اکسید داغ با توجه به اینکه N_p یکی از محصولات است پس از موازنه کدام است؟
 الف) ۱۱ (ب) ۱۲ (ج) ۱۰ (د) ۹

۲۲- فرض کنید هوا فقط شامل ۷۸٪ نیتروژن، ۲۱٪ اکسیژن، و ۱٪ آرگون است. اگر با یک واکنش شیمیایی، کل اکسیژن موجود در یک نمونه‌ی هوا را خارج کنیم، جرم مولی متوسط هوای باقیمانده بر حسب گرم کدام است؟ ($N = ۱۴, O = ۱۶, Ar = ۴۰$)
 الف) ۲۸/۰۶ (ب) ۲۸/۱۲ (ج) ۲۸/۱۵ (د) ۲۸/۰۰

۲۳- در جدول زیر، که داده‌های مربوط به هواکره را نشان می‌دهد، چه عددی برای "X" مناسب‌تر است؟

ارتفاع از سطح زمین (Km)	دما (K)	فشار هوا (mmHg)	تعداد کل ذره‌ها در یک لیتر ($\times 10^{20}$)
۱۲	۲۱۳	۱۷۰	۷۷
۱۶	۲۱۷	۱۰۴	(X)
۲۰	۲۲۰	۶۲	۲۷

الف) ۵۰ (ب) ۵۲ (ج) ۴۸ (د) ۴۶

۲۴- در یک ظرف ۲/۲۴ لیتری که در سطح دریای آزاد و در دمای C° (صفر درجه) قرار دارد، مقدار ۱۱ گرم یخ خشک (CO_p جامد) می‌ریزیم و بلافاصله در ظرف را می‌بندیم. پس از مدتی یخ خشک تصعید شده و ظرف با محیط هم‌دما می‌شود. فشار کل درون ظرف در بسته چند اتمسفر است؟
 $CO_p = ۴۴g.mol^{-1}$. یک مول هوا در شرایط داده شده حجمی برابر ۲۲/۴ لیتر دارد. برای محاسبه‌ی تعداد مول‌های هوا از حجم اشغال شده توسط CO_p جامد صرف‌نظر کنید.

الف) ۴/۰ (ب) ۲/۵ (ج) ۳/۵ (د) ۳/۰

۲۵- چگالی آب و اتانول به ترتیب مساوی ۰/۹۹۷ و ۰/۷۸۹ گرم بر سانتی‌متر مکعب است. در محلولی از اتانول و آب که در آن درصد حجمی اتانول ۶/۰ درصد است، مولاریته‌ی اتانول در آب چه قدر است؟ ($C_pH_5OH = ۴۶, H_pO = ۱۸$)

الف) ۱/۰۳ (ب) ۱/۶۵ (ج) ۱/۳۰ (د) ۰/۱۳

۲۶- مقدار یون کلسیم در آب دریا ppm ۴۰۰ است. مولاریته‌ی این یون در آب دریا چقدر است؟ ($Ca = ۴۰$)

الف) ۰/۱ (ب) ۰/۰۱ (ج) ۰/۰۴ (د) ۰/۴

۲۷- دمای انجماد محلول ۰/۵ مولال شکر در آب C° ۰/۹۳- است. چنانچه دمای انجماد محلول ۰/۵ مولال ماده‌ی X در آب C° ۰/۳۱۶- باشد، این ماده کدام است؟

الف) NaCl (ب) $CaCl_p$ (ج) $MgSO_p$ (د) $FeCl_p$

۲۸- برای محلول ۰/۵ مولار HCl در آب، ضریب وانت هوف برابر ۱/۹ است. چند درصد مولکول‌های HCl تفکیک شده‌اند؟

الف) ۹۰ (ب) ۱۰۰ (ج) ۹۵ (د) ۹۷/۵

۲۹- در یک آزمایش تمام کلر موجود در ۲/۸۹ گرم از $MOCl_p$ به $AgCl$ تبدیل می‌شود. وزن $AgCl$ حاصل ۷/۱۸ گرم است. جرم اتمی M چند گرم بر مول است؟ ($AgCl = ۱۴۳ / ۵, Cl = ۳۵ / ۵, O = ۱۶$)

- (الف) ۳۹ (ب) ۲۳ (ج) ۵۱ (د) ۵

۳۰- مخلوطی از Zn و Al به وزن ۱/۶۷ گرم در هیدروکلریک اسید به طور کامل حل شده است و ۱/۶۹ لیتر هیدروژن در فشار ۱ اتمسفر و دمای ۲۷۳ کلوین آزاد نموده است. وزن Al موجود در نمونه چند گرم است؟ ($Zn = ۱۶۵ / ۴, Al = ۲۷$)

- (الف) ۰/۴۳ (ب) ۱/۲۴ (ج) ۰/۷۴ (د) ۰/۳۱

۳۱- مخلوطی شامل ۶۰ درصد وزنی C_pH_λ و ۴۰ درصد از هر یک هیدروکربن دیگر می‌باشد. هنگامی که ۱۰ گرم از این مخلوط بسوزد ۲۹ گرم CO_p و ۱۸/۸ گرم H_pO می‌دهد. فرمول هیدروکربن مجهول را به دست آورید. ($Mg = ۲۴, C = ۱۲, O = ۱۶, H = ۱$)

- (الف) C_5H_{12} (ب) C_pH_6 (ج) CH_4 (د) C_4H_{10}

۳۲- مخلوط منیزیم کربنات و منیزیم هیدروکسید را که ۳۰ درصد آن $MgCO_p$ است با HCl مجاور می‌سازیم. چند گرم HCl لازم است تا ۴۰ گرم از این مخلوط حل گردد؟ ($Mg = ۲۴, C = ۱۲, O = ۱۶, H = ۱$)

- (الف) ۴۵/۶۷ (ب) ۱۰/۴۲ (ج) ۳۵/۲۴ (د) ۲۵/۲۴

۳۳- بیشتر اوقات HCl تجاری از حرارت دادن $NaCl$ با H_2SO_4 غلیظ به دست می‌آید. چند کیلوگرم سولفوریک اسید ۹۰٪ وزنی لازم است تا یک کیلوگرم هیدروکلریک اسید غلیظ محتوی ۴۲٪ HCl تهیه شود؟

($Cl = ۳۵ / ۵, S = ۳۲, O = ۱۶, H = ۱$)

- (الف) ۲۵۴ (ب) ۱۰۴/۴ (ج) ۳۵۲/۸ (د) ۶۲۶/۵

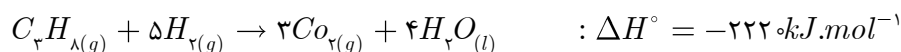
۳۴- نمونه‌ای به حجم ۱۷/۴ میلی‌لیتر از یک محلول ۷۰٪ سولفوریک اسید با چگالی g/mL ۱/۶۱ را تا حجم mL ۱۰۰ رقیق کرده، سپس با مقدار اضافی از Zn واکنش می‌دهند. گاز هیدروژن آزاد شده را با گاز کلر ترکیب می‌کنند تا HCl تشکیل شود. سپس این گاز را در مقدار کافی آب حل می‌کنند تا mL ۲۰۰ محلول HCl به دست آید. طی انجام این واکنش‌ها هیچ ماده‌ای از دست نمی‌رود. مولاریته‌ی محلول HCl کدام است؟

- (الف) ۲ (ب) ۴ (ج) ۸ (د) ۰/۱

۳۵- به یک بشر حاوی mL ۱۶۴ محلول $CuSO_4$ ، ۱۰ گرم منیزیم می‌افزایند. هنگامی که واکنش کامل شد، مخلوطی از Mg و Cu به وزن ۱۴/۴۵ گرم در بشر باقی می‌ماند. مولاریته‌ی محلول $CuSO_4$ اولیه کدام است؟ ($Cu = ۶۴, Mg = ۲۴$)

- (الف) ۰/۱۲۴ (ب) ۰/۶۷۸ (ج) ۱/۲۴ (د) ۲/۶۸

۳۶- واکنش ΔH° واکنش $C_pH_\lambda(g) + \frac{9}{p}O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$ با در نظر گرفتن معلومات داده شده در دما و فشار یکسان بر حسب کیلوژول کدام است؟



- (الف) -۲۳۴۴ (ب) -۲۰۵۸ (ج) -۲۶۳۰ (د) -۲۷۵۰

۳۷- برای واکنش سوختن ۱ مول $H_{2(g)}$ در اکسیژن در دما و فشار ثابت آزمایشگاه داریم:



علاوه بر آن می‌دانیم که



با دانستن اینکه آنتالپی پیوند $H-H$ و $O=O$ به ترتیب برابر با ۴۳۶ و ۴۹۶ کیلوژول بر مول است، میانگین آنتالپی پیوند $O-H$ در آب بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟

- الف) ۳۵۰ (ب) ۴۸۵ (ج) ۵۱۰ (د) ۴۶۳

۳۸- ظرفیت گرمایی مولی بوتان، C_4H_{10} ، و متان، CH_4 در دمای اتاق به ترتیب برابر با ۹۷/۴۵ و ۳۵/۳۱ ژول بر مول - درجه‌ی سلسیوس است. نسبت ظرفیت گرمایی ویژه‌ی بوتان بر حسب $J.g^{-1}.^\circ C^{-1}$ به ظرفیت گرمایی ویژه‌ی متان با همان یکاها کدام است؟

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

- الف) ۱/۵ (ب) ۲/۷۶ (ج) ۰/۷۶ (د) ۲/۵

۳۹- یک سامانه‌ی بسته با دریافت ۱۰۰۰ کالری گرما، ۱۰۰۰ ژول کار انجام می‌دهد. مقایسه‌ی انرژی سامانه در آغاز، E_1 ، با انرژی آن در پایان، E_2 ، کدام است؟

- الف) $E_2 = E_1$ (ب) $E_2 < E_1$ (ج) $E_2 > E_1$ (د) به معلومات بیشتر نیاز است.

۴۰- آنتالپی‌های استاندارد تشکیل $CO_{(g)}$ و $CH_3OH_{(l)}$ در دما و فشار ثابت آزمایشگاه به ترتیب برابر با ۱۱۱- و ۲۳۹- کیلوژول بر مول است. با توجه به آن، ΔH° واکنش $2H_{2(g)} + CO_{(g)} \rightarrow CO_{(g)} + CH_3OH_{(l)}$ در دما و فشار یکسان بر حسب کیلوژول بر مول

کدام است؟

- الف) ۱۲۸- (ب) ۳۵۰- (ج) ۲۵۰- (د) ۱۵۰-

۴۱- ΔH° واکنش $2HN_{3(l)} + 2NO_{2(l)} \rightarrow H_2O_{2(l)} + 4N_{2(g)}$ با توجه به معلومات داده شده، در شرایط یکسان از دما و فشار کدام است؟

$$\Delta H_f^\circ(HN_{3(l)}) = 264 kJ.mol^{-1}$$

$$\Delta H_f^\circ(NO_{2(g)}) = 91 kJ.mol^{-1}$$

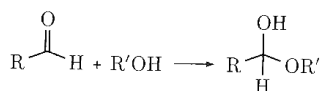
$$\Delta H_f^\circ(H_2O_{2(l)}) = -187 kJ.mol^{-1}$$

- الف) ۵۸۰+ (ب) ۶۵۴- (ج) ۸۹۷- (د) ۹۲۵+

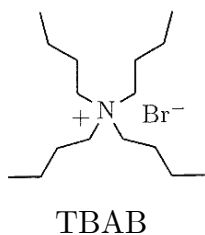
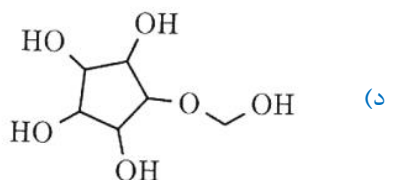
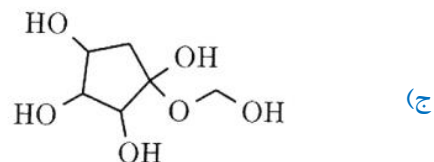
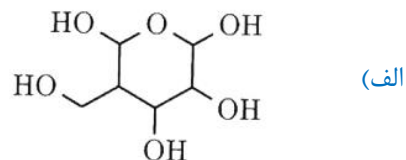
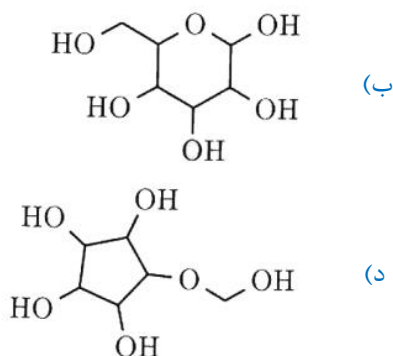
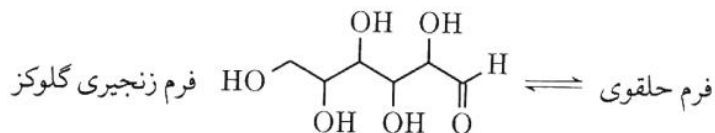
۴۲- از سوختن کامل ۰/۳۲۱۲ گرم گلوکز در اکسیژن در ظرفی به حجم ثابت، ۴۹۹۵/۳ ژول گرما حاصل می‌شود. تغییر انرژی درونی در اثر سوختن ۱ مول گلوکز در شرایط داده شده بر حسب کیلوژول کدام است؟

- الف) ۳۰۳/۳۰- (ب) ۲۹۰۱/۴۵- (ج) ۲۷۰۸/۴۱- (د) ۲۸۰۱/۸۵-

۴۳- ماه به واکنش زیر که تحت شرایط مناسب انجام می‌شود توجه کنید:



گلوکز به فرم های زنجیری و حلقوی وجود دارد. شکل حلقوی گلوکز بر اساس واکنش فوق کدام است؟



۴۴- ماه نمک تتراپوتیل آمونیوم برومید (TBAB) حلالیت خوبی در آب و حلال‌های آلی دارد و

یک «کاتالیزگر انتقال فاز» نامیده می‌شود. به مخلوطی دوفازی از محلول سدیم سیانید

(Na^+CN^-) و یک حلال آلی، نمک TBAB اضافه می‌شود. به کمک این نمک:

(ب) یون‌های Na^+ به فاز آلی منتقل می‌شوند.

(الف) یون‌های CN^- به فاز آلی منتقل می‌شوند.

(د) مولکول‌های آب به فاز آلی منتقل می‌شوند.

(ج) مولکول‌های حلال آلی به فاز آبی منتقل می‌شوند.

۴۵- ماه ترکیبی با فرمول بنسستهی $C_8H_{10}O$ خواصی بسیار مشابه با فنول دارد. اگر در ساختار این ترکیب سه گروه CH وجود داشته باشد

چند نوع ساختار می‌توان برای آن در نظر گرفت؟

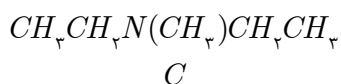
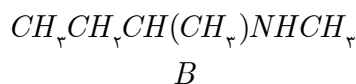
(د) ۶

(ج) ۴

(ب) ۳

(الف) ۵

۴۶- ماه نقطه‌ی جوش ترکیبات زیر نسبت به هم چگونه است؟




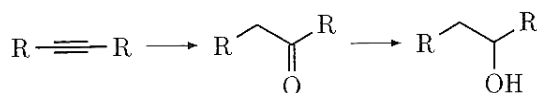
(د) $B > C > A$

(ج) $C > A > B$

(ب) $B > A > C$

(الف) $A > B > C$

۴۷- ماه کدام گزینه نام درست ماده‌ی اولیه مورد نیاز برای تهیه‌ی الکل  را بر اساس واکنش‌های زیر به درستی نشان می‌دهد؟

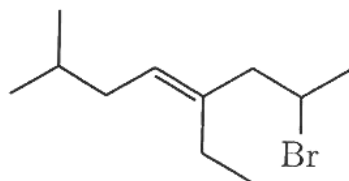


(د) ۳-متیل-۲-بوتین

(ج) ۲-متیل-۲-بوتین

(ب) ۳-متیل-۱-بوتین

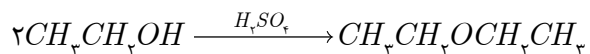
(الف) ۲-متیل-۳-بوتین



۴۸- ماچ نام درست ترکیب مقابل کدام است؟

- الف) ۴ اتیل - ۷ - متیل - ۲ - برم - ۴ - اکتن
 ب) ۷ - برم - ۵ - اتیل - ۲ - متیل - ۴ - اکتن
 ج) ۲ - برم - ۴ - اتیل - ۷ - متیل - ۴ - اکتن
 د) ۵ اتیل - ۲ - متیل - ۷ - برم - ۴ - اکتن

۴۹- ماچ به واکنش زیر توجه کنید:



اگر مخلوط ۱:۱ از اتانول و متانول تحت شرایط فوق قرار گیرد، احتمال تشکیل چند محصول با ساختار اتری وجود دارد؟

- الف) ۵ ب) ۲ ج) ۴ د) ۳

پرسش‌های تشریحی

۱- X و Y دو عنصر نافلزی از تناوب سوم هستند. ترکیب هیدروژن دار این دو عنصر، A و B، وزن مولکولی یکسان دارند. از واکنش A و B با نیتریک اسید غلیظ، این اسید به NO کاهیده شده و X و Y در حداکثر حالت اکسایش خود در ترکیبات C و D ظاهر می‌شوند. ترکیبات C و D را می‌توان از واکنش اکسید مربوط به این دو عنصر (F, E) با آب به دست آورد. تعداد اتم‌ها در اکسید E، ۳/۵ برابر تعداد اتم‌ها در اکسید F است. نماد دو عنصر X و Y و فرمول‌های ترکیبات A تا F را بنویسید. (X, Y, A, B, C و D ۱ نمره، E و F ۵/۰ نمره)

۲- به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

الف) خصلت یونی پیوند در یک مولکول دواتمی با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود. با توجه به داده‌های مربوط به مولکول HF، درصد خصلت یونی این مولکول را تعیین کنید.

$$\frac{\mu}{e.d} \times 100\%$$

گشتاور دوقطبی که به‌طور تجربی اندازه‌گیری می‌شود (D دبابی) $\mu =$

طول پیوند (m متر) $d =$

$$e = 1 / 6.22 \times 10^{-19} \text{ (کولن)}$$

$$1D = 3 / 336 \times 10^{-30} \text{ C.m}$$

$$1m = 10^{12} \text{ pm (پیکومتر)}$$

مولکول	$\mu(D)$	d	درصد یونی بودن
HF	۱ / ۹۲	۹۱ / ۷ (pm)	

ب) با توجه به داده‌های جدول زیر، ساختار لوئیس C_3O_3 ، C_3N_3 و CN_3^- را رسم کنید.

پیوند	طول پیوند (پیکومتر)	گونه	نوع پیوند	طول پیوند (pm)	ساختار لوئیس
$C - C$	۱۵۴	C_3O_3	کربن - کربن	۱۳۰	
$C = C$	۱۳۳				
$C \equiv C$	۱۲۰				
$C - O$	۱۴۳	C_3N_3	کربن - اکسیژن	۱۲۰	
$C = O$	۱۲۱				
$C - N$	۱۴۳	CN_3^-	کربن - نیتروژن	۱۱۶	
$C = N$	۱۳۸				

۳- مخلوطی با درصد وزنی $50\% KNO_3$ و $40\% NaNO_2$ و $10\% NaNO_3$ با نقطه‌ی ذوب $140^\circ C$ درجه‌ی سلسیوس به‌عنوان نمک مذاب در سیستم‌های شیمیایی جهت انتقال گرما در محدوده دمای $55^\circ C - 140^\circ C$ استفاده می‌شود. این مخلوط در جریان کار در تماس با هوا و رطوبت دستخوش تغییر شده و نقطه‌ی ذوب آن تغییر می‌یابد. واکنش اصلی شامل تبدیل $NaNO_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow NaNO_3$ است. اگر پس از ۵ سال کارکرد سیستم تمام نیتريت به نیترات تبدیل شود و در نهایت 5% رطوبت نیز جذب شده باشد، درصد مواد در این مخلوط را پس از گذشت ۵ سال محاسبه کنید.

($Na = 23, N = 14, O = 16, K = 39$)

۴- کلر دی‌اکسید برای تصفیه‌ی آب مطابق واکنش زیر تهیه می‌شود:

$$NaClO_2 + H_2SO_4 \rightarrow ClO_2 + Na_2SO_4 + HCl + H_2O$$

الف) واکنش بالا را موازنه کنید.

ب) چه مقدار $NaClO_2$ برای تهیه‌ی محلول آبی با حجم $5 m^3$ و غلظت $3 / 2 ppm$ از ClO_2 لازم است؟ بهره‌ی واکنش را 83% فرض کنید.

پ) غلظت ClO_2 در آب مطابق واکنش زیر از روش یدومتری تعیین می‌شود:

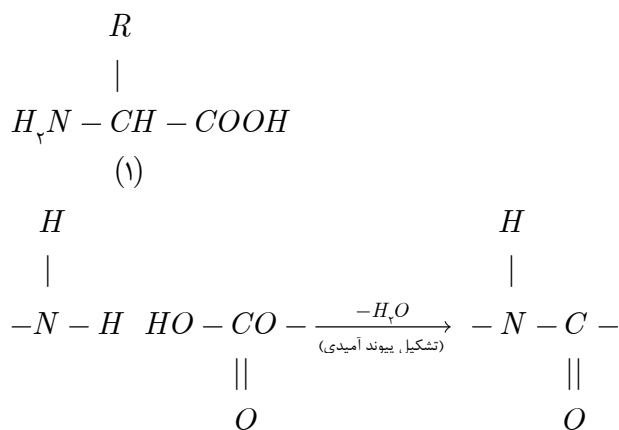
$$2ClO_2 + 10I^- + 8H^+ \rightarrow 5I_2 + 2Cl^- + 4H_2O$$

یک نمونه آب به حجم 200 میلی‌لیتر با KI تولید I_2 نموده و ید تولیدشده با 9 میلی‌لیتر از محلول استاندارد $Na_2S_2O_3$ ($4 / 5 \times 10^3$ مولار) ترکیب شده است. غلظت ClO_2 را در این نمونه حساب کنید (بر حسب ppm).

ت) نیتروژن موجود در $NaNO_2$ و SQ و $(NH_4)_2SO_4$ به‌عنوان کود برای گیاهان در دسترس است. کدام یک از این منابع نیتروژن اقتصادی‌تر است؟ کودی که $30\% NaNO_2$ دارد و بهای 100 گرم آن 9 تومان است یا کودی که $20\% (NH_4)_2SO_4$ دارد و بهای 100 گرم آن 15 تومان است؟ (محاسبات لازم است).

($Na = 23, N = 14, Cl = 35.5, O = 16, H = 1$)

۵- اسیدهای آمینه دسته‌ای از ترکیبات آلی با فرمول ساختاری ۱ می‌باشند. از کنار هم قرار گرفتن دو مولکول اسیدآمینه و تشکیل پیوند آمیدی بین آن‌ها یک دی‌پپتید تشکیل می‌شود:



از کنار هم قرار گرفتن سه مولکول اسیدآمینه از طریق تشکیل پیوندهای آمیدی یک تری‌پپتید و از کنار هم گرفتن تعداد زیادی مولکول‌های اسیدآمینه به روش فوق پروتئین‌ها به دست می‌آیند.

ترکیب A یک تری‌پپتید است که در ساختار آن سه نوع اسیدآمینه وجود دارد:

[$R = H$ یا $R = CH_3$ یا $R = -CH(CH_3)_2$ در ساختار (۱)]

الف) چه تعداد ساختار می‌توان برای A در نظر گرفت؟

ب) ساختارهای محتمل برای تری‌پپتد A را به طور کامل رسم کنید.

۶- ماه ۱ مول اتن (اتیلن)، $C_2H_4(g)$ ، و $3/10$ مول O_2 در ظرفی به حجم ثابت در دمای $25^\circ C$ به عنوان یک سامانه وجود دارد. با ایجاد یک جرقه در مخلوط گازی داخل ظرف، اتن به طور کامل در اکسیژن می‌سوزد و همراه با تولید $CO_2(g)$ و $H_2O(l)$ گرمایی برابر با $140/6 kJ$ آزاد می‌کند که برای ثابت ماندن دمای درون ظرف بایستی همین مقدار گرما از درون ظرف به بیرون آن رانده شود (فرض می‌شود جرقه گرمایی آزاد نکند).

الف) از ΔH و ΔE سامانه کدام یک با گرمای مبادله شده برابر است؟ (ΔH یا ΔE در طرف اول تساوی و مقدار آن با رعایت علامت جبری و واحد در طرف دوم تساوی ذکر شوند).

ب) فشار یک مخلوط گازی به‌طور مستقیم با دما و تعداد مول‌های گاز و به‌طور معکوس با حجم در اختیار گاز مناسب است. با توجه به آن مقایسه‌ی فشار مخلوط داده شده در دمای ثابت $25^\circ C$ پیش از سوختن اتن (P_1) و پس از آن (P_2) کدام است؟ (در مربع علامت بزرگ‌تر، کوچک‌تر یا مساوی قرار دهید).

$$P_2 \square P_1$$

پ) ضریب هر یک از واکنش‌دهنده‌ها و محصولات را در معادله‌ی موازنه‌شده‌ی گرما - شیمی واکنش در مربع مورد نظر بنویسید و ΔE را برای آن با ذکر مقدار و علامت جبری و واحد کامل کنید.



ت) اگر واکنش سوختن همان مقدار اتن ($1/10$ مول) در فشار ثابت انجام می‌شد، آنگاه $5 kJ/^\circ C$ کار تغییر حجم سامانه در دمای ثابت $25^\circ C$ از محیط خارج سامانه به درون سامانه راه می‌یافت که لازم می‌شد آن نیز به صورت گرما، علاوه بر گرمای ذکرشده‌ی قبلی، از درون سامانه به بیرون آن رانده شود. با توجه به آن، تساوی‌های $\Delta H = \dots\dots$ و $\Delta E = \dots\dots$ را برای معادله‌ی موازنه‌شده‌ی گرما - شیمی واکنش سوختن اتن در فشار ثابت و دمای $25^\circ C$ کامل کنید.

$\Delta H = \dots\dots$ «ذکر مقدار یا علامت جبری و واحد»

$\Delta E = \dots\dots$ «ذکر مقدار یا علامت جبری و واحد»

ث) اگر ΔS واکنش موازنه‌شده‌ی سوختن اتن در اکسیژن در دمای $25^\circ C$ و در فشار ثابت برابر با $-267 J.K^{-1}$ باشد، آنگاه ΔG آن برابر با چه مقدار است؟ (در دمای $298 K$)

ج) از ΔH و ΔS کدام در انجام خود به خودی واکنش سوختن اتن اثر مثبت دارد؟ فقط در یکی از خانه‌ها ضریب بزنید.

	هر دو		ΔH		ΔS
--	-------	--	------------	--	------------

۷- ماه در این مسئله ظرفیت گرمایی یخ و آنتالپی استاندارد ذوب آن را با یک آزمایش ساده تخمین می‌زنیم. ابتدا در دو گرماسنج لیوانی ساده، به طور جداگانه 36 گرم آب $9^\circ C$ می‌ریزیم. به لیوان اول 18 گرم یخ $2^\circ C$ - و به لیوان دوم 18 گرم یخ $8^\circ C$ - اضافه می‌کنیم. پس از ذوب شدن یخ و رسیدن به تعادل گرمایی، آب لیوان اول دمای $3^\circ C$ و آب لیوان دوم دمای $32^\circ C$ را نشان می‌دهد. جرم مولی آب $18 g.mol^{-1}$ است و ظرفیت گرمایی مولی آب مایع $75 J.mol^{-1}.K^{-1}$ است. ظرفیت گرمایی یخ را برحسب $J.mol^{-1}.K^{-1}$ و آنتالپی استاندارد ذوب یخ را برحسب $J.mol^{-1}$ به دست آورید. (راه حل را بنویسید و از مبادله‌ی گرما با محیط و ظرف گرماسنج صرف نظر کنید).

کلید سوالات

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