



باسمه تعالی
وزارت آموزش و پرورش
پاشگاه دانش‌پژوهان جوان

«مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست‌وجو و کشف واقعیت‌هاست.»

امام خمینی (ره)

بیست و یکمین المپیاد شیمی کشور
مرحله دوم

آزمون اول، چندگزینه‌ای: چهارشنبه ۹۰/۲/۷

شروع: ۱۴:۰۰ الی ۱۵:۳۰

مدت آزمون: ۹۰ دقیقه

تذکرات:

- ضمن آرزوی موفقیت برای شما داوطلب گرامی، خواهشمند است به نکات زیر دقیقاً توجه فرمایید:
- (۱) یک برگ پاسخنامه چندگزینه‌ای در اختیار شما قرار گرفته است که مشخصات فردی شما بر روی آن نوشته شده است در صورت نادرست بودن آن سریعاً نسبت به اصلاح آن اقدام کنید.
- (۲) پاسخ هر سؤال را با مداد مشکی نرم در محل مربوط علامت بزنید. لطفاً تمام خانه‌های مورد نظر را سیاه کنید.
- (۳) تعداد سؤال‌های این قسمت از آزمون ۴۹ سؤال و مدت پاسخ‌گویی به آن ۹۰ دقیقه است. هر پاسخ درست یک نمره مثبت و هر پاسخ غلط یک سوم نمره منفی خواهد داشت.
- (۴) پس از پایان این قسمت از آزمون پاسخنامه‌های آن جمع‌آوری و آزمون تشریحی شروع خواهد شد.
- (۵) جدول تناوبی عناصر به هیچ‌وجه در دسترس شرکت‌کنندگان نباشد. استفاده از ماشین حساب مجاز است.
- (۶) هنگام آزمون همراه داشتن تلفن همراه (خاموش یا روشن) تخلف محسوب می‌شود. لذا تلفن همراه خود را قبل از شروع آزمون به مسئول حوزه تحویل دهید.
- (۷) دانش‌آموزان کلاس دوم به دوره تابستان راه پیدا نمی‌کنند و این آزمون برای آن‌ها تنها جنبه تشویقی و آمادگی برای سال آینده دارد.
- (۸) نتایج این آزمون در اواخر خرداد ماه اعلام خواهد شد.

۱- کدام ترکیب می تواند دارای گونه ای با بار مثبت و عدد کوئوردیناسیون یک واحد کمتر باشد و در عین حال قاعده هشتایی رعایت شود؟

الف) PCl_5

ب) SiF_4

ج) BrF_5

د) NF_3

۲- برای هریک از گونه های شیمیایی با فرمول های کلی ۱) XF_2 ۲) X_2O_3 ۳) X_3N و ۴) XF_3 دو ترکیب شیمیایی یکی کووالانسی و دیگری یونی نوشته شده است. نمونه های کدام گزینه با در نظر گرفتن این دو ویژگی نادرست است؟

الف) BF_3 و ClF_3

ب) OF_2 و MgF_2

ج) H_3N و Na_3N

د) N_2O_3 و Al_2O_3

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

الف) قاعده هشت تایی در مورد آن صدق نمی کند.

ب) این مولکول خاصیت قطبی دارد.

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

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

۴- در ترکیبی به فرمول مجهول $[Mo_{12}O_{40}]^{4-} (NH_4)_3$ چه عنصری باید به جای (؟) قرار گیرد تا موازنه بار برقرار گردد؟ عنصر مولیبدن در جدول تناوبی زیر Cr قرار دارد.

الف) Si

ب) P

ج) Kr (کریپتون)

د) S

۵- در کدام گونه شیمیایی تعداد جفت الکترون های تنها (نا پیوندی) روی اتم مرکزی از همه بیشتر است؟

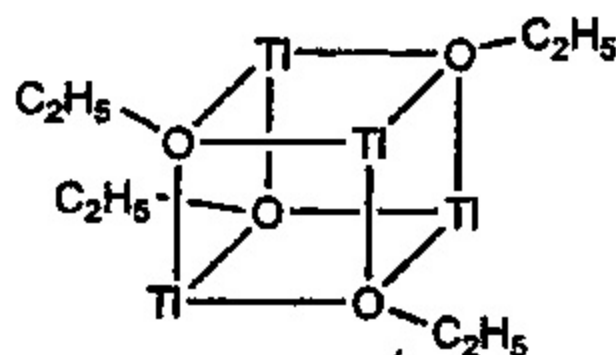
الف) $SbCl_5^{2-}$

ب) N_3^-

ج) BrF_5

د) ICl_4^-

۶- ساختار یک ترکیب تترامری از تالیم اتوکسید در زیر نشان داده شده است (Tl) می تواند حالت های اکسایش +۱ و +۳ داشته باشد. در این ترکیب برای تمام اتم هایی که واحد مکعبی را تشکیل می دهند قاعده هشتایی صدق می کند. عبارت کدام گزینه درست است؟



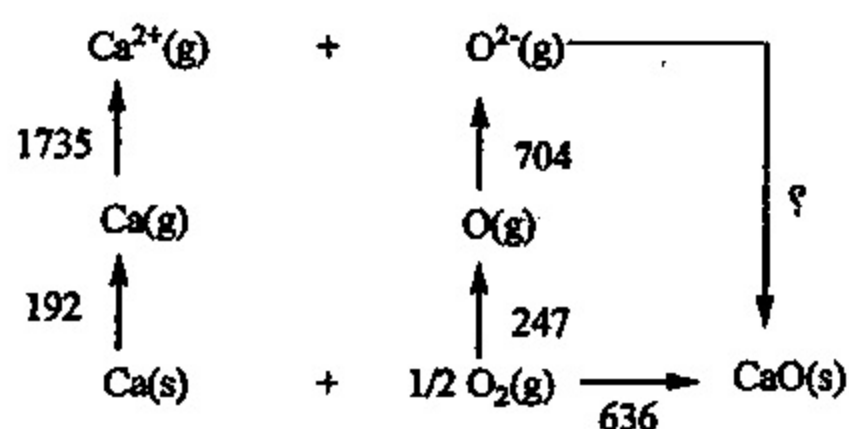
الف) آرایش هندسی اتم ها پیرامون اتم تالیم به صورت چهاروجهی است.

ب) در این ترکیب اتم های اکسیژن و تالیم فاقد زوج الکترون تنها (نا پیوندی) هستند.

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

د) در این ساختار برای اتم های تشکیل دهنده ی واحد مکعبی می توان ۸ پیوند ساده و ۸ پیوند داتیو (یکسویه) در نظر گرفت.

۷- چراغ بورن-هابر برای تشکیل کلسیم اکسید به صورت زیر است. انرژی مرحله ای که با علامت سؤال مشخص شده برحسب kJ چیست؟ تمام انرژی های داده شده در این نمودار برحسب کیلوژول است. (قضاوت درباره علامت جبری ارقام داده شده با شماست)



+۳۵۱۴ (د)

-۲۱۰۶ (ج)

+۲۱۰۶ (ب)

-۳۵۱۴ (الف)

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

۳۰ (د)

۱۶ (ج)

۱۰ (ب)

۴ (الف)

۹- در کدام گونه عدد اکسایش قراردادی هیدروژن نیتروژن یکسان است؟

 N_2O (NNO) (د) N_2O_3 (ONNO₂) (ج) N_2O_4 (ب) NH_4NO_3 (الف)

۱۰- هیدروژن سه ایزوتوپ ^1_1H ، ^2_1H ، ^3_1H و اکسیژن دو ایزوتوپ $^{16}_8\text{O}$ و $^{17}_8\text{O}$ دارد. وجود چند نوع مولکول ایزوتوپی برای H_2O قابل پیش بینی است؟

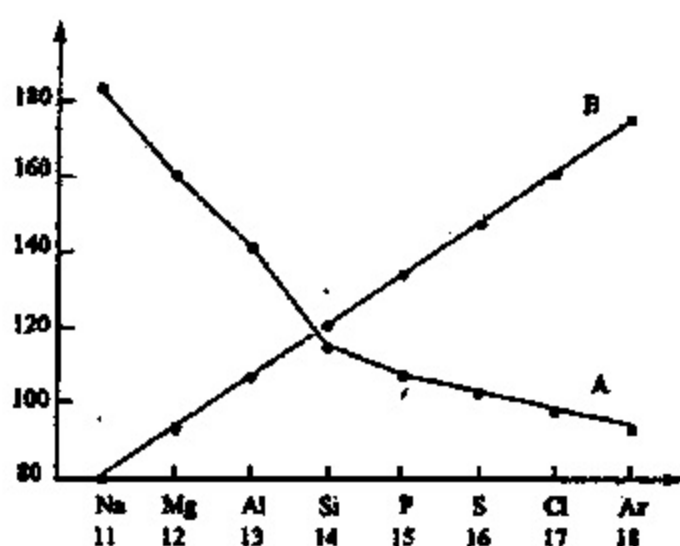
۷ (د)

۱۱ (ج)

۱۲ (ب)

۶ (الف)

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



(الف) شعاع اتمی - بار مؤثر هسته برای الکترون های لایه ظرفیت

(ب) اثر پوششی الکترون های درونی - انرژی نخستین یونش

(ج) شعاع اتمی - الکترونگاتیوی

(د) نقطه ذوب - اثر پوششی الکترون های درونی

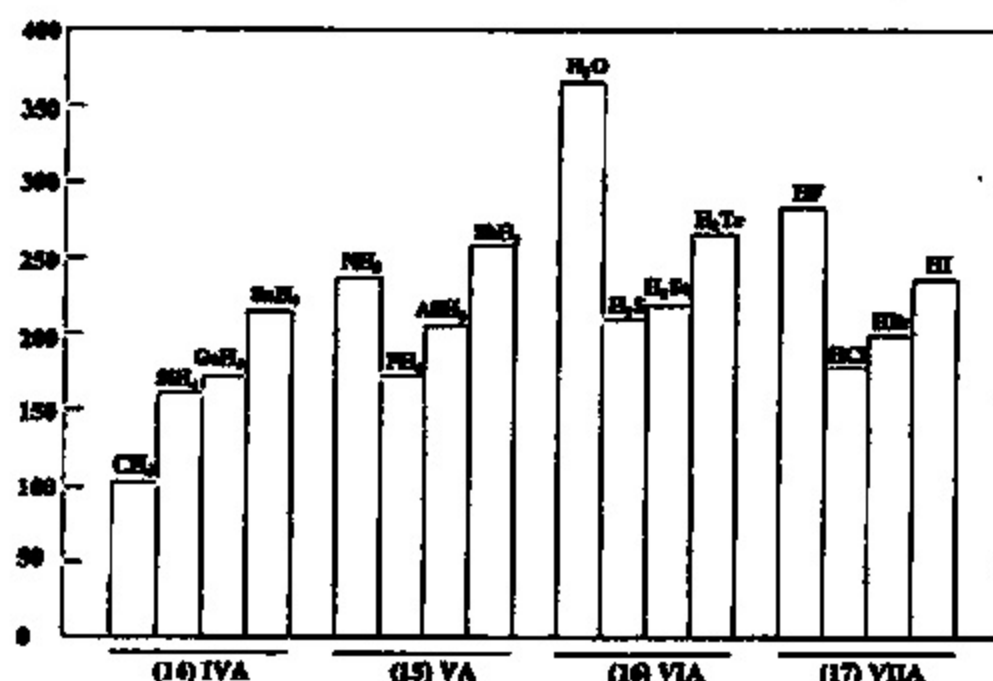
۱۲- در کدام گزینه، اتم مرکزی در همه گونه ها، می تواند پیوند جدید تشکیل دهد؟

 BF_4^- ، SO_2 ، SOCl_2 (ب) PH_3 ، NO_2 ، AlCl_3 (الف) SiF_4 ، POCl_3 ، CF_4 (د) COCl_2 ، ICl_3 ، BeF_2 (گاز) (ج)

۱۳- اعداد ۶۹۹- ، ۸۵۸- ، ۶۷۴- و ۷۸۲- انرژی شبکه ی هیدریدهای لیتیم ، سدیم ، پتاسیم و روییدیم را برحسب kJ.mol^{-1} نشان می دهند. انرژی شبکه KH کدام است؟

الف) ۶۷۴- (ب) ۸۵۸- (ج) ۷۸۲- (د) ۶۹۹-

۱۴- شکل زیر مقایسه نقطه جوش هیدرید های عناصر گروه های اصلی چهارم تا هفتم جدول را نشان می دهد کدام عبارت نا درست است؟



الف) پیوند هیدروژنی بین مولکول های H_2Te قوی تر از پیوندهای هیدروژنی بین مولکول های H_2O است.
 ب) نیروهای جاذبه دوقطبی-دوقطبی در مولکولهای آب قوی تر از نیروهای جاذبه مشابه بین مولکولهای H_2S است
 ج) پیوند هیدروژنی $\text{H}\cdots\text{F}$ از پیوندهای هیدروژنی $\text{H}\cdots\text{O}$ قوی تر است.
 د) CH_4 در دمای معمولی به حالت گاز است.

۱۵- زاویه پیوند در کدام یک از گونه های زیر بزرگتر است؟

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

۱۶- حالت اکسایش قراردادی کربن در ترکیب HNCO چیست؟

الف) ۳- (ب) ۲+ (ج) ۲+ (د) ۲-

۱۷- اعداد زیر انرژی های یونش E_1 الی E_8 عنصری از تناوب سوم را برحسب kJ.mol^{-1} نشان می دهد. این عنصر در کدام گروه قرار دارد؟

۷۸۶ ، ۱۵۸۰ ، ۳۲۳۰ ، ۴۳۶۰ ، ۱۶۱۰۷ ، ۲۰۰۱۲ ، ۲۳۸۰۰ ، ۲۹۲۰۰

الف) سوم (ب) چهارم (ج) پنجم (د) ششم

۱۸- کدام گونه با سایر گونه ها هم الکترون نیست؟

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

۱۹- کدام جفت گونه های زیرشکل 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 اوربیتال های نیمه پر در کدام عنصر که عدد اتمی آن ها داده شده است بیشتر می باشد؟

الف) ۳۹ (ب) ۳۳ (ج) ۱۵ (د) ۲۶

۲۱- مجموع ضرایب واکنش اثر آمونیاک برمس (II) اکسید داغ باتوجه به این که N_2 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 بایک واکنش شیمیایی کل اکسیژن موجود در یک نمونه هوا را خارج کنیم جرم مولی متوسط هوای باقیمانده برحسب گرم کدام است؟ ($N=14, O=16, Ar=40$)

الف) ۲۸/۰۶ (ب) ۲۸/۱۲ (ج) ۲۸/۱۵ (د) ۲۸/۰۰

۲۳- در جدول زیر، که داده های مربوط به هواکره را نشان می دهد، چه عددی برای "X" مناسب تر است؟

ارتفاع از سطح زمین (km)	دما (K)	فشار هوا (mmHg)	تعداد کل ذره هادریک لیتر ($\times 10^{10}$)
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 $0^\circ C$ (صفر درجه) قرار دارد، مقدار ۱۱ گرم یخ خشک (CO_2 جامد) می ریزیم و بلافاصله در ظرف را می بندیم. پس از مدتی یخ خشک تصعید شده و ظرف با محیط هم دما می شود. فشار کل درون ظرف درسته چند اتمسفر است؟ ($CO_2 = 44 \text{ g.mol}^{-1}$ ؛ یک مول هوا در شرایط داده شده حجمی برابر ۲۲/۴ لیتر دارد. برای محاسبه تعداد مول های هوا از حجم اشغال شده توسط CO_2 جامد صرف نظر 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 سانتی متر مکعب است. در محلولی از اتانول و آب که در آن درصد حجمی اتانول ۶/۰ درصد است، مولاریته اتانول در آب چقدر است؟ ($H_2O=18$ و $C_2H_5OH=46$)

الف) ۱/۰۳ (ب) ۱/۶۵ (ج) ۱/۳۰ (د) ۰/۱۳

۲۶- مقدار یون کلسیم در آب دریا ppm ۴۰۰ است. مولاریته این یون در آب دریا چقدر است؟ ($Ca=40$)

الف) ۰/۱ (ب) ۰/۰۱ (ج) ۰/۰۴ (د) ۰/۴

۲۷- دمای انجماد محلول ۰/۰۵ مولال شکر در آب $^{\circ}\text{C}$ -۰/۰۹۳- است. چنانچه دمای انجماد محلول ۰/۰۵ مولال ماده X در آب $^{\circ}\text{C}$ -۰/۳۱۶- باشد، این ماده کدام است؟

الف) NaCl ب) CaCl_2 ج) MgSO_4 د) FeCl_3

۲۸- برای محلول ۰/۰۵ مولال HCl در آب، ضریب وانت هوف برابر ۱/۹ است. چند درصد مولکول های HCl تفکیک شده اند؟

الف) ۹۰ ب) ۱۰۰ ج) ۹۵ د) ۹۷/۵

۲۹- در یک آزمایش تمام کلر موجود در ۲/۸۹ گرم از MOCl_3 به AgCl تبدیل می شود. وزن AgCl حاصل ۷/۱۸ گرم است. جرم اتمی M چند گرم بر مول است؟ ($\text{AgCl}=۱۳۳/۵$ ، $\text{Cl}=۳۵/۵$ ، $\text{O}=۱۶$)

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؟ ($\text{Zn}=۶۵/۴$ ، $\text{Al}=۲۷$)

الف) ۰/۴۳ ب) ۱/۲۴ ج) ۰/۷۴ د) ۰/۳۱

۳۱- مخلوطی شامل ۶۰ درصد وزنی C_3H_8 و ۴۰ درصد ازیک هیدروکربن دیگری باشد. هنگامی که ۱۰ گرم از این مخلوط بسوزد ۲۹ گرم CO_2 و ۱۸/۸ گرم H_2O می دهد. فرمول هیدروکربن مجهول را به دست آورید؟

الف) C_5H_{12} ب) C_2H_6 ج) CH_4 د) C_4H_{10}

۳۲- مخلوط منیزیم کربنات و منیزیم هیدروکسید را که ۳۰ درصد آن MgCO_3 است با HCl منجاور می سازیم. چند گرم HCl لازم است تا ۴۰ گرم از این مخلوط حل گردد؟ ($\text{Mg}=۲۴$ ، $\text{C}=۱۲$ ، $\text{O}=۱۶$ ، $\text{H}=۱$)

الف) ۴۵/۶۷ ب) ۱۰/۴۲ ج) ۳۵/۲۴ د) ۲۵/۲۴

۳۳- بیشتر اوقات HCl نجاری از حرارت دادن NaCl با H_2SO_4 غلیظ به دست می آید. چند کیلوگرم سولفوریک اسید ۹۰٪ وزنی لازم است تا یک کیلوگرم هیدروکلریک اسید غلیظ محتوی ۴۲٪ HCl تهیه شود؟ ($\text{Cl}=۳۵/۵$ ، $\text{S}=۳۲$ ، $\text{O}=۱۶$ ، $\text{H}=۱$)

الف) ۲۵۴ ب) ۱۰۴/۴ ج) ۲۵۲/۸ د) ۶۲۶/۵

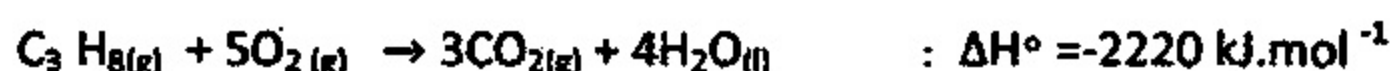
۳۴- نمونه ای به حجم ۱۷/۴ میلی لیتر از یک محلول ۷۰٪ سولفوریک اسید با چگالی gr/ml ۱/۶۱ را تا حجم ۱۰۰ ml رقیق کرده، سپس با مقدار اضافی از Zn واکنش می دهند. گاز هیدروژن آزاد شده را با گاز کلر ترکیب می کنند تا HCl تشکیل شود. سپس این گاز را در مقدار کافی آب حل می کنند تا ۲۰۰ ml محلول HCl به دست آید. طی انجام این واکنش ها هیچ ماده ای از دست نمی رود. مولاریته محلول HCl کدام است؟

الف) ۲ ب) ۴ ج) ۸ د) ۰/۱

۳۵- به یک بشر حاوی ۱۶۴ ml محلول CuSO_4 ۱۰ گرم منیزیم می افزایند. هنگامی که واکنش کامل شد، مخلوطی از Cu و Mg به وزن ۱۴/۴۵ گرم در بشر باقی می ماند. مولاریته محلول CuSO_4 اولیه کدام است؟ ($\text{Cu}=۶۴$ ، $\text{Mg}=۲۴$)

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

۳۶- ΔH° واکنش $\text{C}_3\text{H}_6(\text{g}) + \frac{9}{2} \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 3\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ با در نظر گرفتن معلومات داده شده در دما و فشار یکسان بر حسب کیلو ژول کدام است؟



الف) ۳۳۴۴ - (ب) ۲۰۵۸ - (ج) ۲۶۳۰ - (د) ۲۷۵۰ -

۳۷- برای واکنش سوختن ۱ مول $\text{H}_2(\text{g})$ در اکسیژن در دما و فشار ثابت آزمایشگاه داریم:



علاوه بر آن می دانیم که



با دانستن این که آنتالپی پیوند $\text{H}-\text{H}$ و $\text{O}=\text{O}$ به ترتیب برابر با ۴۳۶ و ۴۹۶ کیلوژول بر مول است، میانگین آنتالپی پیوند $\text{O}-\text{H}$ در آب بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟

الف) ۳۵۰ (ب) ۴۸۵ (ج) ۵۱۰ (د) ۴۶۳

۳۸- ظرفیت گرمایی مولی بونان، C_6H_{10} ، و متان، CH_4 ، در دمای اتاق به ترتیب برابر با ۹۷/۴۵ و ۳۵/۳۱ ژول بر مول - درجه سلسیوس است. نسبت ظرفیت گرمایی ویژه بونان بر حسب $^\circ\text{C}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ به ظرفیت گرمایی ویژه متان با همان یکاها کدام است؟ ($\text{C}=۱۲$ ، $\text{H}=۱$)

الف) ۱/۵ (ب) ۲/۷۶ (ج) ۰/۷۶ (د) ۲/۵

۳۹- یک سامانه بسته با دریافت ۱۰۰۰ کالری گرما، ۱۰۰۰ ژول کار انجام می دهد. مقایسه 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- آنتالپی های استاندارد تشکیل CO(g) و $\text{CH}_3\text{OH(l)}$ در دما و فشار ثابت آزمایشگاه به ترتیب برابر با ۱۱۱- و ۲۳۹- کیلو ژول بر مول است. با توجه به آن، ΔH° واکنش $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO(g)} \longrightarrow \text{CH}_3\text{OH(l)}$ در دما و فشار یکسان بر حسب کیلو ژول بر مول کدام است ؟

- الف) ۱۲۸- ب) ۳۵۰- ج) ۲۵۰' - د) ۱۵۰-

۴۱- ΔH° واکنش " $2\text{NH}_3(\text{l}) + 2\text{NO(g)} \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) + 4\text{N}_2(\text{g})$ " با توجه به معلومات داده شده، در شرایط یکسان از دما و فشار کدام است ؟

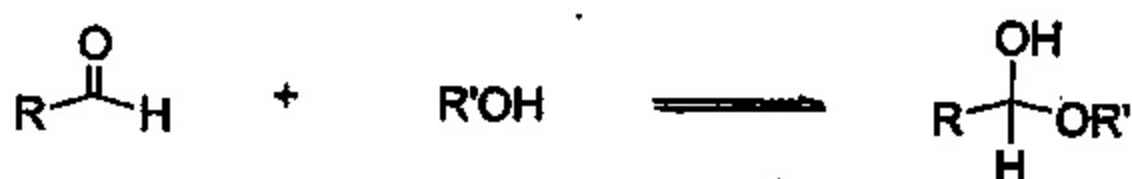
$$\Delta H_f^\circ(\text{HN}_3(\text{l})) = 264 \text{ kJ.mol}^{-1}, \quad \Delta H_f^\circ(\text{NO(g)}) = 91 \text{ kJ.mol}^{-1}, \quad \Delta H_f^\circ(\text{H}_2\text{O}_2(\text{l})) = -187 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

- الف) ۵۸۰+ ب) ۶۵۴- ج) ۸۹۷- د) ۹۲۵+

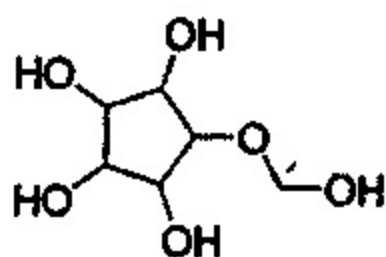
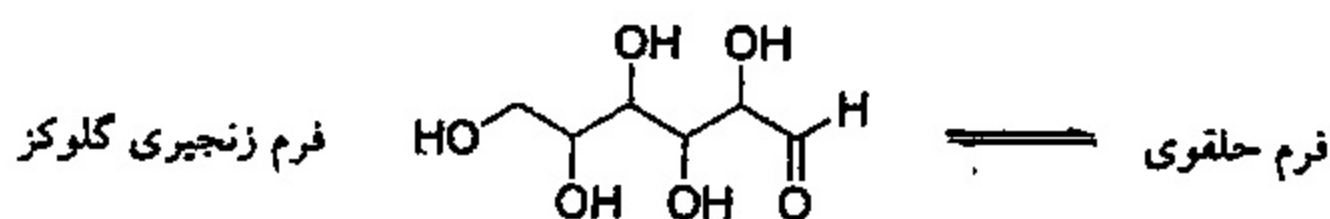
۴۲- از سوختن کامل ۰/۳۲۱۲ گرم گلوکز در اکسیژن در ظرفی به حجم ثابت، ۴۹۹۵/۳ ژول گرما حاصل می شود. تغییر انرژی درونی در اثر سوختن ۱ مول گلوکز در شرایط داده شده بر حسب کیلوژول کدام است ؟ ($180/16 \text{ g} =$ جرم یک مول گلوکز)

- الف) ۳۰۳۰/۳۰- ب) ۲۹۰۱/۴۵- ج) ۲۷۰۸/۴۱- د) ۲۸۰۱/۸۵-

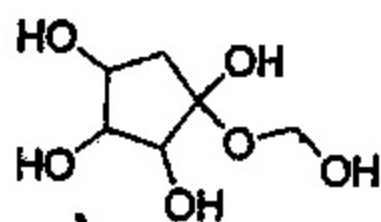
۴۳- به واکنش زیر که تحت شرایط مناسب انجام می شود توجه کنید :



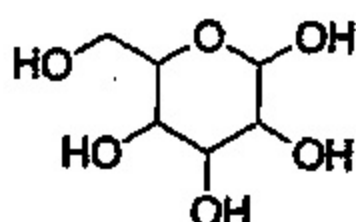
گلوکز به فرم های زنجیری و حلقوی وجود دارد. شکل حلقوی گلوکز بر اساس واکنش فوق کدام است ؟



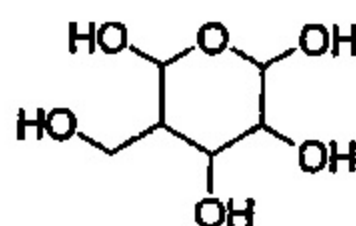
(د)



(ج)

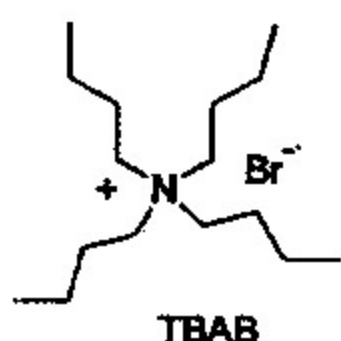


(ب)



(الف)

۴۴- نمک تتراپوتیل آمونیوم برومید (TBAB) حلالیت خوبی در آب و حلال های آلی دارد و یک "کاتالیزگر انتقال فاز" نامیده می شود. به مخلوطی دو فاز از محلول سدیم سیانید (Na^+CN^-) و یک حلال آلی، نمک TBAB اضافه می شود. به کمک این نمک:



- (الف) یون های CN^- به فاز آلی منتقل می شوند.
 (ب) یون های Na^+ به فاز آلی منتقل می شوند.
 (ج) مولکول های حلال آلی به فاز آبی منتقل می شوند.
 (د) مولکول های آب به فاز آلی منتقل می شوند.

۴۵- ترکیبی با فرمول بسته $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}$ خواصی بسیار مشابه با فنول دارد. اگر در ساختار این ترکیب سه گروه CH وجود داشته باشد چند نوع ساختاری می توان برای آن در نظر گرفت؟

- (الف) ۵ (ب) ۳ (ج) ۴ (د) ۶

۴۶- نقطه جوش ترکیبات زیر نسبت به هم چگونه است؟



A



B



C

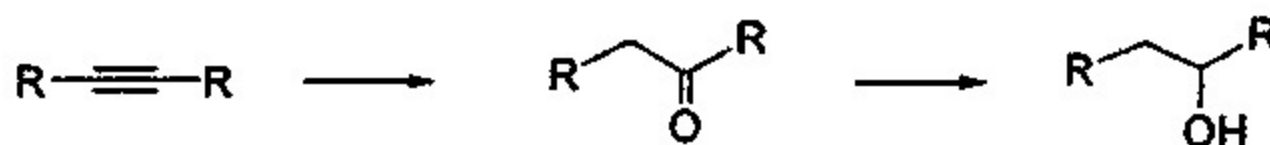
(د) $\text{B} > \text{C} > \text{A}$

(ج) $\text{C} > \text{A} > \text{B}$

(ب) $\text{B} > \text{A} > \text{C}$

(الف) $\text{A} > \text{B} > \text{C}$

۴۷- کدام گزینه نام درست ماده اولیه مورد نیاز برای تهیه الکل را بر اساس واکنش های زیر به درستی نشان می دهد؟



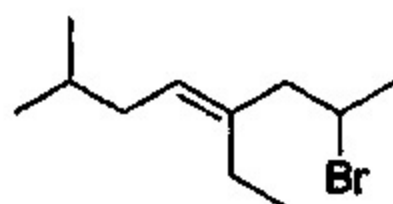
(ب) ۳-متیل-۱-پنتان

(د) ۳-متیل-۲-پنتان

(الف) ۲-متیل-۳-پنتان

(ج) ۲-متیل-۲-پنتان

۴۸- نام درست ترکیب مقابل کدام است؟



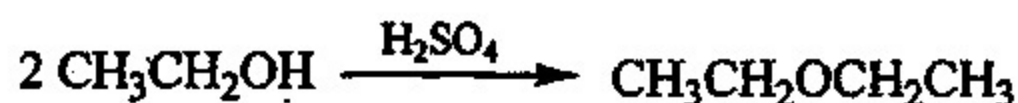
(ب) ۷-برمو-۵-اتیل-۲-متیل-۴-اکتن

(د) ۵-اتیل-۲-متیل-۷-برمو-۴-اکتن

(الف) ۴-اتیل-۷-متیل-۲-برمو-۴-اکتن

(ج) ۲-برمو-۴-اتیل-۷-متیل-۴-اکتن

۴۹- به واکنش زیر توجه کنید:



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

(د) ۳

(ج) ۴

(ب) ۲

(الف) ۵