



جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
مرکز ملی پرورش استعداد های درخشان و دانش پژوهان جوان

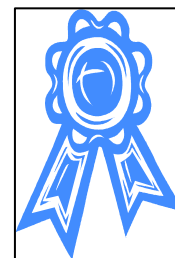


معاونت دانش پژوهان جوان

مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت هاست. «امام خمینی (ره)»

بیست و سومین دوره المپیاد شیمی

تاریخ: ۹۲/۲/۱۱ - ساعت: ۱۴:۰۰
مدت زمان آزمون های تستی و تشریحی جمعاً: ۲۱۰ دقیقه



شماره صندلی
.

شماره پرونده: -----
کد ملی: -----
نام پدر: -----
نام مدرسه: -----
استان: -----
منطقه: -----
حوزه: -----
پایه تحصیلی: -----

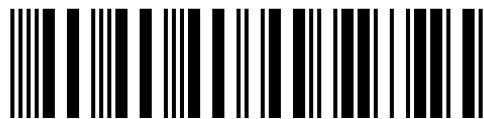


توضیحات مهم

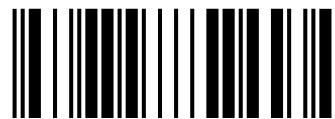
استفاده از ماشین حساب مجاز است

- این پاسخنامه به صورت نیمه کامپیوتری تصحیح می شود، بنابراین از مجاله و کثیف کردن آن خودداری نمایید.
- مشخصات خود را با اطلاعات بالای هر صفحه تطبیق دهید. در صورتی که حتی یکی از صفحات پاسخنامه با مشخصات شما همخوانی ندارد، 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 نمره ای تعلق نمی گیرد.
- با توجه به آنکه برگه های پاسخنامه به نام صادر شده است، امکان ارائه هیچگونه برگه اضافه وجود نخواهد داشت. لذا توصیه می شود ابتدا سوالات را در برگه چرک نویس، حل کرده و آنگاه در پاسخنامه پاکنویس نمایید.
- عملیات تصحیح توسط مصححین، پس از قطع 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 مرحله ای که باشید از ادامه حضور در المپیاد محروم خواهید شد.
- از مخدوش کردن دایره ها در چهار گوشه صفحه و بارکدها خودداری کنید، در غیر این صورت برگه شما تصحیح نخواهد شد.
- همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه و جدول تناوبی عناصر ممنوع است.
- همراه داشتن لوازم الکترونیکی نظیر تلفن همراه و لپ تاپ ممنوع است. همراه داشتن این قبیل وسایل حتی اگر از آن استفاده نکنید یا خاموش باشد، تقلب محسوب خواهد شد.
- آزمون مرحله دوم برای دانش آموزان سال اول دبیرستان صرفاً جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش آموزان پایه دوم و سوم دبیرستان انتخاب می شوند.



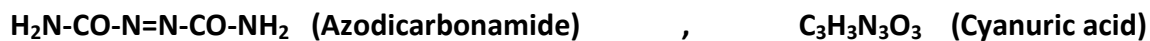


کد ملی: -----



سوال ۱ - قسمت اول

به مولکول های زیر توجه کنید:



الف) با نشان دادن تمام جفت های تنها و رعایت قاعده اکتت ، ساختار لوویس آزو دی کربن آمید را نشان دهید. (هر گونه اشتباهی در نمایش ساختار لوویس موجب حذف کامل نمره می شود) (۱ امتیاز)

ب) زاویه های پیوند NCN و NNC و HNC را در مولکول آزو دی کربن آمید به ترتیب کاهش (با استفاده از علامت بزرگتر - کوچکتر) مرتب کنید.

(۱/۵ امتیاز)

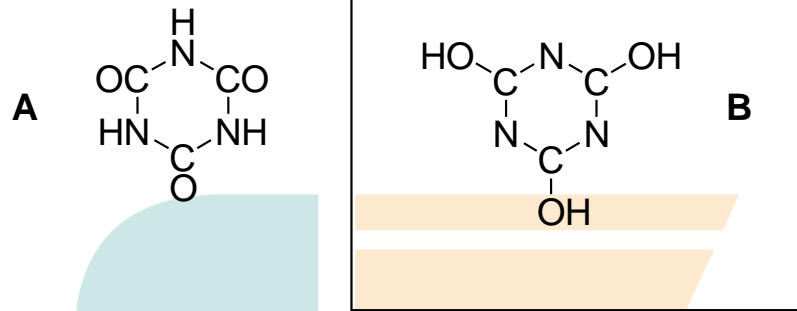
پ) با افزایش آزو دی کربن آمید به پلاستیک مذاب ، این ماده به نیتروژن ، کربن مونوکسید و گاز آمونیاک تجزیه می شود. معادله شیمیایی واکنش انجام شده را بنویسید و موازنه کنید. (۱ امتیاز)



کد ملی: -----



ت) برای سیانوریک اسید می توان دو ساختار زیر (A و B) را رسم کرد. در ساختار B پیوند های دوگانه را کامل کنید. (۱/۵ امتیاز)



ث) با استفاده از انرژی پیوندهای داده شده مشخص کنید کدام ساختار (A یا B) پایدارتر است. (۲/۵ امتیاز)

پیوند	kJmol^{-1}
N-H	۳۹۱
C-O	۳۵۸
C-N	۳۰۵
C=N	۶۱۵
C=O	۷۴۵
O-H	۴۶۷

ساختار پایدارتر:

انجام محاسبه:



کد ملی: -----



سوال ۱- قسمت دوم

فاصله مدارهای اطراف هسته اتم هیدروژن (یا یون های هیدروژن مانند) تا هسته اتم و انرژی تنها الکترون این اتم در هریک از مدارهای هسته، طبق مدل بوهر از روابط زیر به دست می آید:

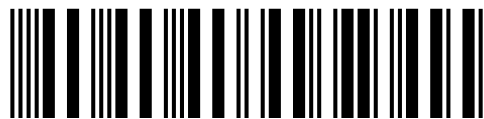
$$r_n = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 K m Z e^2} \quad E_n = \frac{-2\pi^2 K^2 m Z^2 e^4}{n^2 h^2} \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

اگر شعاع اتم هیدروژن برابر 0.53 \AA و انرژی تنها الکترون این اتم در حالت پایه برابر $2.18 \times 10^{-18} \text{ ژول}$ باشد، با توجه به اطلاعات داده شده به سوالات زیر پاسخ دهید:

(ج) فاصله دومین، سومین و چهارمین مدار را تا هسته اتم هیدروژن محاسبه کنید. (۱/۵ امتیاز)
 (چ) در شکل زیر، جایگاه مدارهای دوم، سوم و چهارم را (مانند مدار اول) نشان دهید. (۲/۲۵ امتیاز)

محاسبه فاصله مدارها تا هسته اتم

$r_2 =$	
$r_3 =$	
$r_4 =$	



کد ملی: -----



ح) انرژی الکترون را در ترازهای دوم، سوم و چهارم محاسبه کنید و در محل مشخص شده در کادر زیر بنویسید. (۱/۵ امتیاز)
 خ) در شکل زیر جایگاه تراز های انرژی دوم ، سوم و چهارم را (مانند تراز اول) نشان دهید. (۲/۲۵ امتیاز)

محاسبه انرژی

$E (\times 10^{-18}) \text{ J}$

$E_2 =$	
$E_3 =$	
$E_4 =$	



کد ملی: -----

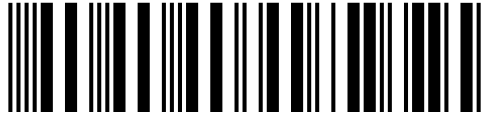


سوال ۲

طلا به صورت فلزی در معادن یافت می شود. برای استخراج طلا در حضور محلول رقیق سدیم سیانید هوازنی انجام می شود که در نتیجه آن طلا به صورت محلول $\text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_2]$ در می آید و NaOH تولید می شود. الف) معادله موازنه شده واکنش را بنویسید. (۷ امتیاز)

طلا را می توان در مخلوطی از HCl و HNO_3 حل کرد. در این واکنش گاز NO آزاد می شود و طلا به صورت HAuCl_4 در می آید. ب) معادله واکنش را بنویسید و موازنه کنید. (۴ امتیاز)

تحت شرایطی متفاوت، در واکنش طلا با مخلوطی از HCl و HNO_3 ، گاز NO_2 آزاد می شود و طلا به صورت HAuCl_4 در می آید. ب) معادله واکنش را بنویسید و موازنه کنید. (۴ امتیاز)



کد ملی: -----



سوال ۳

وقتی ابر رسانای دمای بالا "ایتریم باریم مس اکسید" تحت اتمسفر H_2 تا دمای 1000 درجه سلسیوس حرارت ببیند، جامدی از آن باقی خواهد ماند که فقط شامل Cu ، BaO و Y_2O_3 خواهد بود. چنانچه ابر رسانای فوق دارای فرمول $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ باشد، الف) معادله موازنه شده این فرایند را بنویسید. (۳ امتیاز)

ب) چنانچه آزمایش فوق را با $28/19$ میلی گرم از $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ آغاز کنیم، وزن جامد باقیمانده در دمای $1000^\circ C$ معادل $25/85$ میلی گرم می باشد. مقدار X را در فرمول ابر رسانا محاسبه کنید و در کادر زیر بنویسید. ($Cu=63/5$ ، $O=16/0$ ، $Ba=137/3$ ، $Y=88/9 \text{ g mol}^{-1}$)

$X =$ جواب آخر (۶ امتیاز)

راه حل محاسبه X (۶ امتیاز)



کد ملی: -----



سوال ۴

در اتم‌ها انرژی را با واحد اتوژول (aj) گزارش می‌کنند که معادل $۱۰^{-۱۸}$ ژول است. $(1\text{aj} = 10^{-18} \text{J})$ بر اساس مدل کوانتومی برای اتم هیدروژن و یون‌های تک‌الکترونی (هیدروژن مانند)، چهار عدد کوانتومی n, l, m_l, m_s وجود دارند، در حالی که انرژی ترازها فقط به عدد کوانتومی اصلی n بستگی دارد و از رابطه زیر به دست می‌آید که در آن E_n بر حسب اتوژول و Z عدد اتمی (بار هسته) است:

$$E_n = -2.180 \left(\frac{Z^2}{n^2} \right)$$

اگر بخواهیم انرژی ترازهای اتم‌های هیدروژن مانند را با دقت بیشتری محاسبه کنیم باید اثرات نسبیت خاص را نیز در نظر بگیریم (در واقع چنین اثراتی در اتم‌ها وجود دارند). در این صورت معادله جدید و تصحیح شده‌ای برای انرژی اتم تک‌الکترونی (بر حسب اتوژول) به دست می‌آید که علاوه بر n ، به عدد کوانتومی جدیدی به نام j نیز بستگی دارد:

$$E_{n,j} = -2.180 \left(\frac{Z^2}{n^2} \right) - 1.16 \times 10^{-4} \left(\frac{Z^4}{n^4} \right) \left(\frac{n}{j + \frac{1}{2}} - \frac{3}{4} \right)$$

عدد کوانتومی j می‌تواند مقادیر $l + \frac{1}{2}$ و $l - \frac{1}{2}$ داشته باشد. البته j هیچ‌گاه منفی نیست و برای اربیتال‌های s ، $(l = 0)$ ، تنها مقدار $j = \frac{1}{2}$ وجود دارد. به عنوان مثال برای اربیتال‌های $1s$ ، $2s$ و $2p$ خواهیم داشت:

$$1s: n = 1, l = 0, j = \frac{1}{2} \quad , \quad 2s: n = 2, l = 0, j = \frac{1}{2} \quad , \quad 2p: n = 2, l = 1, j = \frac{1}{2} \quad , \quad 2p: n = 2, l = 1, j = \frac{3}{2}$$

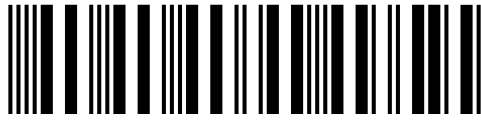
به دلیل وجود معادله نسبیتی فوق، انرژی ترازهای $j = \frac{1}{2}$ و $j = \frac{3}{2}$ در اربیتال‌های $2p$ با هم اندکی متفاوت می‌شوند. الف) برای یون تک‌الکترونی اکسیژن (O^{7+})، انرژی ترازهای $1s$ و $2p$ را با استفاده از معادله نسبیتی فوق به دست آورید. جواب آخر را بر حسب اتوژول و با ۳ رقم اعشار گزارش کنید. (۴ امتیاز: هر کادر ۱ امتیاز دارد.)

= انرژی تراز $1s (j = \frac{1}{2})$

= انرژی تراز $2p (j = \frac{1}{2})$

= انرژی تراز $2p (j = \frac{3}{2})$

روش محاسبه را برای یکی از ترازهای انرژی فوق بنویسید.



کد ملی: -----



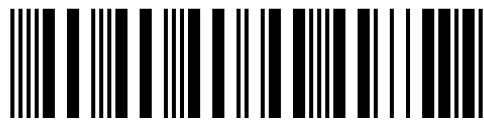
ب) بر اساس مدل کوانتومی - نسبیته، در طیف نشری اتم هیدروژن و یون های تک الکترونی، جهش هایی مجاز هستند که از قواعد زیر پیروی کنند:

$$n', l', j' \rightarrow n, l, j : \Delta l = l' - l = \pm 1, \quad \Delta j = j' - j = 0, \pm 1$$

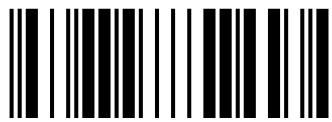
به عنوان مثال برای انتقال الکترون از $n' = 2$ به $n = 1$ در اتم هیدروژن تنها دو جهش مجاز وجود دارد:

$2p (j = \frac{1}{2}) \rightarrow 1s (j = \frac{1}{2})$	$2p (j = \frac{3}{2}) \rightarrow 1s (j = \frac{1}{2})$
---	---

مانند مثال فوق و با در نظر گرفتن قواعد ذکر شده، کلیه جهش های مجاز برای انتقال الکترون از $n' = 3$ به $n = 2$ در طیف نشری اتم هیدروژن را بنویسید. نوشتن هر جهش اشتباه (غیر مجاز) امتیاز منفی دارد. (۷ امتیاز)

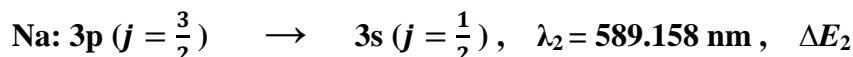
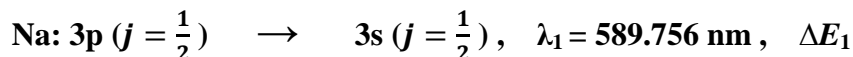


کد ملی: -----



معاونت دانش پژوهان جوان

پ) نور زردی که در آزمایش شعله از قرار گرفتن پنبه آغشته به محلول NaCl در شعله آتش ایجاد می شود ، طول موجی حدود ۵۹۰ نانومتر (590×10^{-9} متر) دارد. این نور در واقع از طیف نشری اتم سدیم بوده و از دو خط طیفی بسیار نزدیک به هم در ۵۸۹/۱۵۸ و ۵۸۹/۷۵۶ نانومتر تشکیل شده است:



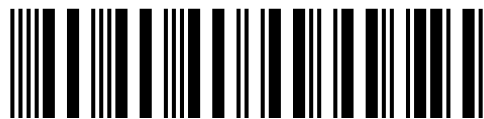
دقت کنید که در این جهش ها عدد کوانتومی n تغییر نکرده است. همچنین، چون اتم سدیم تک الکترونی نیست، معادلات انرژی بخش الف برای اتم Na قابل استفاده نیستند. با استفاده از معادله $\lambda = \frac{hc}{\Delta E}$ که در آن λ طول موج فوتون نشر شده ، h ثابت پلانک ، c سرعت نور در خلا و ΔE اختلاف انرژی دو تراز است، مقادیر عددی ΔE_1 و ΔE_2 را برای دو جهش فوق در اتم سدیم بر حسب اتوزول به دست آورید و سپس اختلاف انرژی دو تراز $3p (j = \frac{1}{2})$ و $3p (j = \frac{3}{2})$ اتم سدیم را به دقت تعیین کنید. (۴ امتیاز: هر کادر ۱ امتیاز دارد.)
($c = 2.99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$, $h = 6.62606957 \times 10^{-34} \text{ J.s}$)

$$\Delta E_1 =$$

$$\Delta E_2 =$$

$$= \text{اختلاف انرژی دو تراز } 3p (j = \frac{3}{2}) \text{ و } 3p (j = \frac{1}{2}) \text{ بر حسب اتوزول}$$

راه حل:



کد ملی: -----



سوال ۵

توجه: در تمام محاسبات این سوال، دما را 300 K در نظر بگیرید. پاسخ ها را در کادر های داده شده بنویسید. رعایت علامت جبری در پاسخ ها ضروری است. (هر پاسخ ۱/۵ امتیاز دارد).

الف) آیا انجام واکنش $6\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s}) + 6\text{O}_2(\text{g})$ با در نظر گرفتن $\Delta H^\circ = +2811/6\text{ kJ}$ و $\Delta S^\circ = -260\text{ JK}^{-1}$

"خود به خودی" یا "غیر خود به خودی" است؟ در کادر مقابل بنویسید.

جمله زیر را کامل کنید:

در واکنش فوق هم عامل و هم عامل ، است.

ب) ΔG° واکنش الف بر حسب کیلوژول بر مول چقدر است؟

پ) واکنش الف از راه فتوسنتز با جذب فوتون های نور انجام می شود و انرژی آزاد گیبس لازم برای انجام واکنش توسط انرژی فوتون های جذب شده تامین می شود. برای آنکه یک مولکول O_2 طبق واکنش الف آزاد شود، باید حداقل چند فوتون که میانگین انرژی هر یک $4 \times 10^{-19}\text{ J}$ است به طور موثر جذب واکنش شود؟

ت) اگر $0/100$ مول فوتون با مشخصات داده شده با بازدهی 10% جذب محیط واکنش شود، چند گرم $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ سنتز خواهد شد؟

($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 = 180\text{ g/mol}$)

ث) ΔH° سوختن $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})$ در شرایط بند الف بر حسب کیلوژول بر مول چقدر است؟

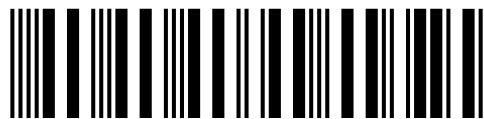
ج) ΔG_f° ترکیب $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{s})$ در شرایط بند های الف و ب بر حسب کیلوژول بر مول چقدر است؟ می دانیم که برای $\text{CO}_2(\text{g})$ و $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ در شرایط داده شده به ترتیب برابر با -395 و -237 کیلوژول بر مول است.

چ) واکنش $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq}) \longrightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{aq}) + 2\text{CO}_2(\text{g})$ گرماگیر یا گرماده است. داخل کادر زیر بنویسید. (ΔH_f° برای گونه های شرکت کننده در واکنش از چپ به راست به ترتیب برابر با -1270 ، -280 و $-393/5$ کیلوژول بر مول است).

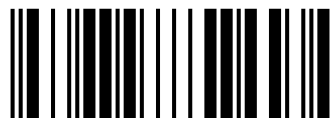
ح) از ΔE° و ΔH° واکنش (چ) کدام یک از لحاظ جبری بزرگتر است؟

خ) ΔH° سوختن الماس و گرافیت به ترتیب برابر با $-395/5$ و $-393/5$ کیلوژول بر مول است. ΔH° واکنش تبدیل گرافیت به الماس بر

حسب کیلوژول بر مول کدام است؟

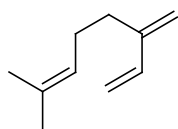


کد ملی: -----

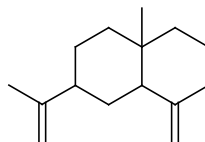


سوال ۶- قسمت اول

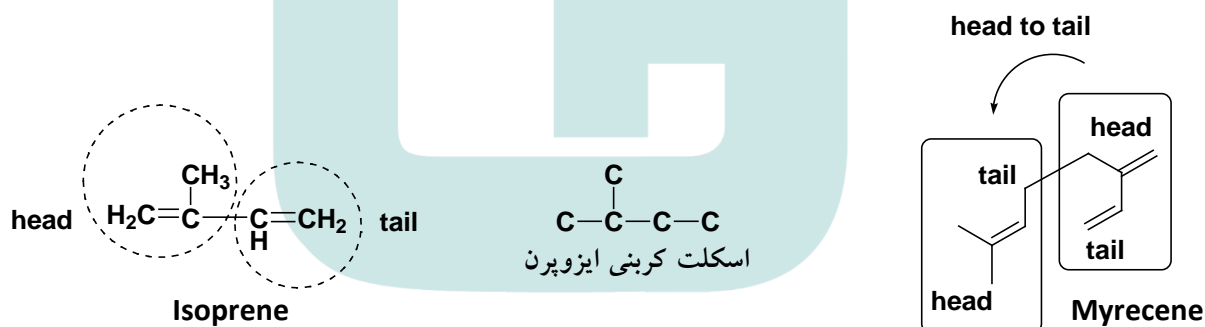
ترپن ها دسته ای از چربی ها هستند و در روغن های اسانس دار که از گیاهان استخراج می شوند، وجود دارند. β -Selinene و Myrcene دو مثال از ترپن ها هستند:



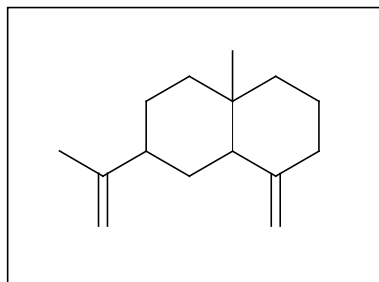
Myrcene

 β -Selinene

در سال ۱۸۱۸ محققین پی بردند که نسبت $C : H$ در ترپن ها مقدار ثابت ۸ : ۵ است و در سال ۱۸۸۷ معلوم شد که ترپن ها از دو یا تعداد بیشتری از اسکلت های کربنی ایزوپرنی (۲-متیل-۱،۳-بوتادی ان) ساخته می شوند که به صورت سر به دم (head to tail) به هم پیوند می شوند. البته گاهی در ترپن ها علاوه بر پیوند های سر به دم، پیوند های دم به دم هم دیده می شود. Myrcene از دو واحد ایزوپرنی ساخته شده است که به صورت سر به دم (head to tail) به هم پیوند شده اند:

الف) β -Selinene از چند واحد ایزوپرنی ساخته شده است؟ (۰/۵ امتیاز)

ب) دور واحد های ایزوپرنی در کادر زیر خط بکشید. (برای این منظور مشابه الگوی داده شده در Myrcene عمل کنید تا نمره ای از شما کسر نشود. لازم نیست خطی که رسم می کنید حتما به شکل مستطیل باشد. نوشتن کلمه های head و tail ضروری نیست.) (۱/۵ امتیاز)

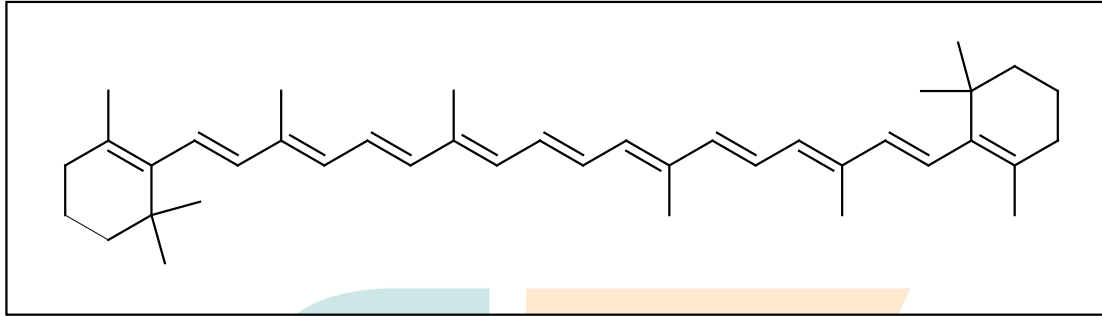




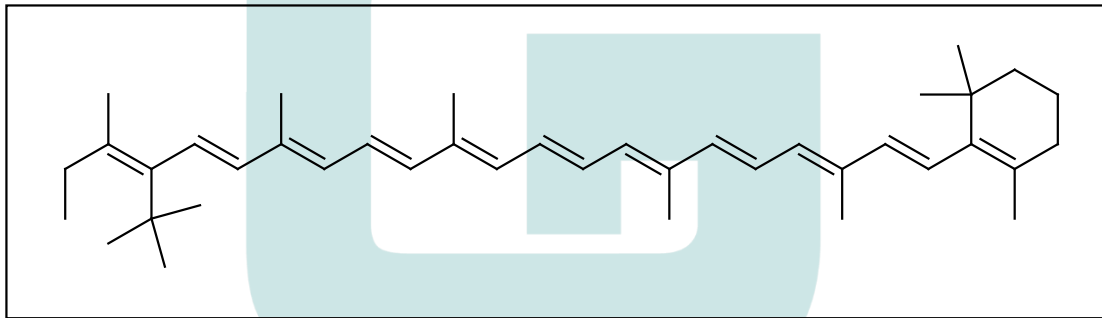
کد ملی: -----



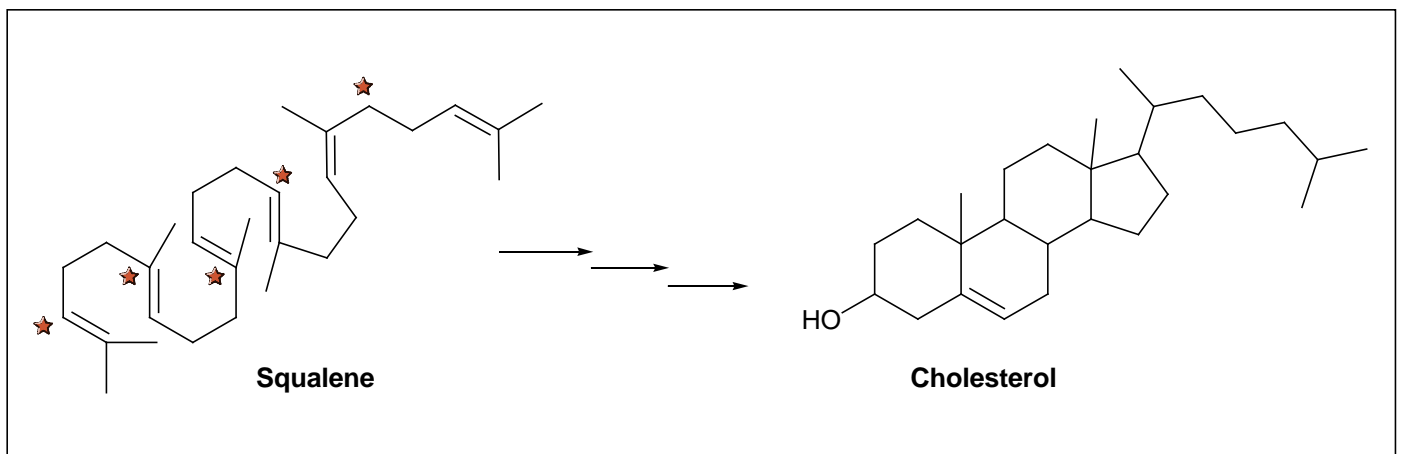
پ) β -Carotene یک ترپن است که در بعضی گیاهان مانند هویج یافت می شود. دور واحد های ایزوپرنی β -Carotene در کادر زیر خط بکشید. (۴ امتیاز)



ت) اگر در β -Carotene پیوند دم به دم وجود دارد دور آن پیوند در کادر زیر خط بکشید. (۱/۵ امتیاز)



ث) کلسترول (Cholesterol) نوعی چربی از دسته استروئید ها است که از ترپن دیگری به نام Squalene به طور پیچیده ای بیوسنتز می شود. در این بیوسنتز اسکلت کربنی Squalene تغییر می کند، به این صورت که بعضی از گروه های متیل واحد های ایزوپرنی حذف می شوند و بعضی از گروه های متیل موقعیت شان تغییر می کند. برخی از کربن های Squalene با علامت ستاره در کادر زیر مشخص شده اند. این کربن ها را در کلسترول حدس بزنید و با علامت ستاره نمایش دهید. (۲/۵ امتیاز)





کد ملی: -----



معاونت دانش پژوهان جوان

سوال ۶- قسمت دوم

ترکیب **A** با گاز هیدروژن، تحت شرایطی که آلکن ها و آلکین ها به راحتی هیدروژن دار می شوند، به طور کامل سیر می شود و هیدروکربن **B** به فرمول مولکولی C_9H_{20} به دست می آید. وقتی **A** با یک مول گاز D_2 تحت شرایط فوق واکنش می دهد فقط **C** به دست می آید. از واکنش **C** با یک مول گاز H_2 ، تحت شرایط فوق، فقط یک ترکیب با فرمول مولکولی $C_9H_{14}D_2$ به دست می آید. ساختار **A** را در کادر زیر رسم کنید. (**D** ایزوتوپ **H** است) (۵ امتیاز)

۱- در گونه های زیر:



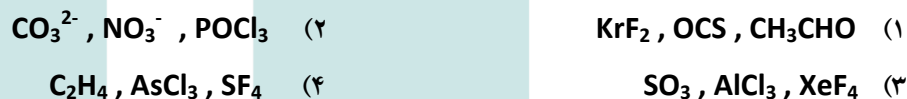
اتم مرکزیگونه زوج های ناپیوندی ندارند و درگونه زاویه پیوند ۱۲۰ درجه وجود دارد.

(۱) ۲، ۲ (۲) ۲، ۳ (۳) ۱، ۲ (۴) ۱، ۳ (۴)

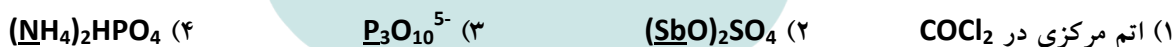
۲- XCl_3 فرمول شیمیایی کلرید عنصر X از تناوب دوم است که دارای ساختار هرمی است. در کدام گزینه فرمول همه ترکیب های شیمیایی نسبت داده شده به X درست است؟



۳- در کدام گزینه همه ترکیبات ساختار مسطح دارند؟



۴- عدد اکسایش Co در $[\text{Co}(\text{H}_2\text{NCH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2)_3]^{3+}$ با عدد اکسایش عنصر مشخص شده در کدام گزینه یکسان است؟



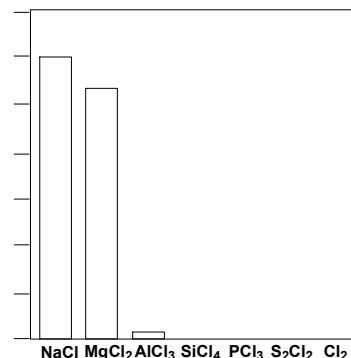
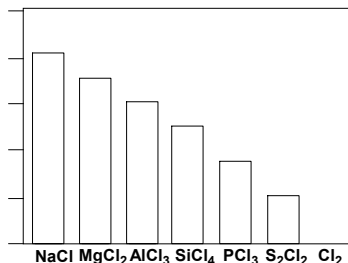
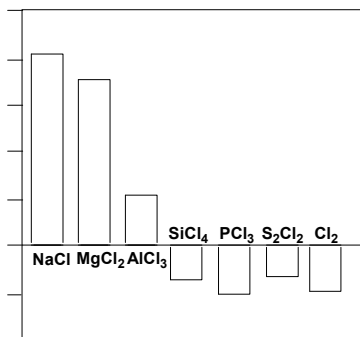
۵- کدام عبارت نادرست است؟

- (۱) گرچه الماس و گرافیت آلوتروپ های یکدیگرند ولی الماس بر خلاف گرافیت جریان برق را از خود عبور نمی دهد.
- (۲) نقطه ذوب سیلیس SiO_2 از کربن دی اکسید CO_2 بیشتر است، زیرا SiO_2 از CO_2 سنگین تر است.
- (۳) نقطه ذوب سیلیسیم از الماس کمتر است، زیرا طول پیوند سیلیسیم - سیلیسیم از کربن-کربن بیشتر است.
- (۴) کربن ها در گرافیت زاویه پیوند ۱۲۰ درجه دارند و از اتصال آن ها به یکدیگر، صفحات مشبک به وجود می آید.

۶- در کدام دو گونه، طول پیوندها از مجموع شعاع های کووالانسی دو اتم شرکت کننده در پیوند کمتر است؟ (قاعده اکتت را در نظر بگیرید)



۷- کلریدهای عناصر تناوب سوم را در نظر بگیرید. کدام نمودارها به ترتیب دمای ذوب، رسانایی الکتریکی در حالت مذاب و اختلاف الکترونگاتیوی عناصر سازنده را درست نشان می دهد؟



ج

ب

الف

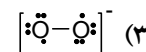
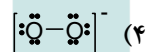
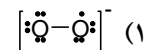
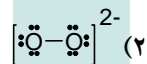
ج ، الف ، ب ، (۴)

ج ، الف ، ب ، (۳)

ب ، ج ، الف ، (۲)

ج ، ب ، الف ، (۱)

۸- مدل لوویس آنیون در پتاسیم سوپراکسید KO_2 کدام است؟



۹- گونه های YO_3^{2-} ، XO_3^{2-} ، ZF_2 و QCl_4^+ به ترتیب شکل های هرمی ، مسطح ، خطی و چهاروجهی دارند. کدام گزینه شماره گروه اتم های مرکزی گونه های یاد شده را درست نشان می دهد؟

(۴) ۱۶ ، ۱۸ ، ۱۴ ، ۱۶

(۳) ۱۵ ، ۱۸ ، ۱۴ ، ۱۶

(۲) ۱۵ ، ۱۲ ، ۱۴ ، ۱۴

(۱) ۱۶ ، ۱۲ ، ۱۷ ، ۱۶

۱۰- از گرما دادن فلز آلومینیم با یکی از عنصرهای گروه ۱۶ جدول تناوبی یک ترکیب یونی تشکیل می شود که حاوی ۱۸/۵۶٪ آلومینیم است. این عنصر کدام است؟ ($\text{Al}=۲۷$)

(۴) ^{79}Se

(۳) ^{16}O

(۲) ^{32}S

(۱) ^{128}Te

۱۱- زاویه پیوند در یون BF_2^- به کدام عدد نزدیک تر است؟

(۴) 180°

(۳) 104°

(۲) 120°

(۱) 90°

۱۲- در یک اتم چند الکترون می توانند اعداد کوانتومی $n=3$ ، $m_l=0$ ، $m_s=\frac{1}{2}$ داشته باشند؟

(۴) ۳

(۳) ۴

(۲) ۵

(۱) ۲

۱۳- یک گرم منیزیم نیتريد با مقدار اضافی آب واکنش داده و آمونیاک تولید می شود. چند گرم گاز هیدروژن کلريد برای خنثی کردن مخلوط واکنش لازم است؟ ($Mg=24$, $N=14$, $O=16$, $Cl=35/5$)

- (۱) ۰/۷۳ (۲) ۱/۴۶ (۳) ۲/۱۹ (۴) ۲/۹۲

۱۴- اگر تفاوت تعداد الکترونها و نوترونها در اتم عنصر A برابر ۱۰ باشد، عدد اتمی عنصر A و تعداد الکترونها لایه ظرفیت آن کدام است؟

- (۱) ۲ و ۳۲ (۲) ۴ و ۳۲ (۳) ۳ و ۶۴ (۴) ۴ و ۶۴

۱۵- عدد اکسایش فسفر در کدام ترکیب کمترین است؟

- (۱) NaH_2PO_3 (۲) $PSCl_3$ (۳) NaH_2PO_2 (۴) PCl_2F

۱۶- ۲/۱۴ گرم از یک نمونه مس (II) سولفات متبلور با میزان آب تبلور مجهول را حرارت می دهیم تا کاملاً خشک شود. اگر وزن نمونه خشک حاصل ۱/۶۰ گرم باشد تعداد آب تبلور نمونه مس سولفات را محاسبه کنید. ($Cu=64$, $S=32$, $O=16$)

- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

۱۷- یکی از راه های تهیه N_2 واکنش زیر است:



اگر ۱۸/۱ گرم NH_3 با ۹۰/۴ گرم CuO واکنش دهد ، چند گرم N_2 تولید می شود. بازده واکنش ۶۲/۵٪ است. ($N_2=28$, $CuO=79/55$, $NH_3=17/03$)

- (۱) ۶/۶۳ (۲) ۱۰/۶۰ (۳) ۱۶/۹۷ (۴) ۹/۳۰

۱۸- به ۱۰۰ گرم محلول ۲ مولال KNO_3 در آب ، ۲۵ گرم آب خالص می افزاییم. مولالیه محلول حاصل چقدر است؟ ($K=39$, $N=14$, $O=16$)

- (۱) ۱/۶۰۰ (۲) ۰/۷۸۴ (۳) ۱/۵۳۸ (۴) ۰/۸۰۰

۱۹- اگر نقطه شروع انجماد برای محلول ۰/۱ مولال $NaCl$ در آب $0/346^\circ C$ و برای محلول ۰/۱ مولال شکر در آب $0/185^\circ C$ باشد، چند درصد از یون های Na^+ و Cl^- در محلول فوق به صورت جفت یون هستند؟

- (۱) ۱۳ (۲) ۶/۵ (۳) ۲۶ (۴) صفر

۲۰- برای تهیه ۱ کیلوگرم محلول NaNO_3 در آب با غلظت ۱۰۰ ppm ، چند میلی لیتر از محلول ۰/۱۰ مولار آن را باید با آب خالص مخلوط کرد؟ ($\text{O}=۱۶$ ، $\text{N}=۱۴$ ، $\text{Na}=۲۳$)

۱۱/۸ (۴)

۸/۵ (۳)

۱۰/۰ (۲)

۱۳/۸ (۱)

۲۱- اگر دما ، فشار ، حجم و تعداد مول گاز را به ترتیب با P ، T ، V و n نمایش دهیم ، نسبت PV/nT برای گاز های ایده آل یک عدد ثابت است که ثابت گازها نامیده می شود. با فرض ایده آل بودن گازهای زیر ، کدام یک حجم بیشتری دارد؟ ($\text{Ar}=۴۰$ ، $\text{C}=۱۲$ ، $\text{H}=۱$ ، $\text{O}=۱۶$)

(۱) ۱۰ گرم CH_4 در فشار ۱/۰ اتمسفر و دمای ۲۹۰ کلوین

(۲) ۱۸ گرم O_2 در فشار ۰/۸ اتمسفر و دمای ۳۰۰ کلوین

(۳) ۱۰ گرم Ar در فشار ۰/۴ اتمسفر و دمای ۳۲۰ کلوین

(۴) ۱ گرم H_2 در فشار ۰/۹ اتمسفر و دمای ۳۱۰ کلوین

۲۲- انحلال پذیری گاز O_2 در آب در فشار یک اتمسفر و دمای $۲۵\text{ }^\circ\text{C}$ برابر با ۰/۰۰۳۹ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. در سطح دریای آزاد ، فشار هوا یک اتمسفر است که ۲۱ درصد آن را گاز O_2 تشکیل می دهد. بر این اساس ، غلظت O_2 در آب در سطح دریا و در دمای $۲۵\text{ }^\circ\text{C}$ تقریباً چند میلی مول بر لیتر است؟ ($\text{O}=۱۶$)

۰/۵۱۲ (۴)

۰/۲۵۶ (۳)

۱/۲۲ (۲)

۸/۱۹ (۱)

۲۳- از حل کردن ۰/۱۰۰۰ مول NaCl در ۱۰۰۰ گرم آب در دمای $۲۵\text{ }^\circ\text{C}$ محلولی حاصل می شود که در آن مولالیت NaCl برابر با ۰/۱۰۰۰ و مولالیت آن ۰/۰۹۹۵۳ است. اگر این محلول به آزمایشگاهی دیگر که دمای آن $۱۵\text{ }^\circ\text{C}$ است منتقل شود ، کدام گزینه در مورد NaCl تغییر می کند؟

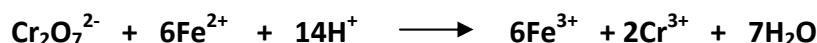
هیچکدام (۴)

غلظت بر حسب ppm (۳)

مولالیت (۲)

مولالیت (۱)

۲۴- $۲۵/۰$ میلی لیتر محلول حاوی یون Tl^+ ، تالمیم (I) ، با K_2CrO_4 واکنش داده و Tl_2CrO_4 تولید شده را پس از صاف کردن و شستشو در H_2SO_4 رقیق حل می کنند. بر اثر واکنش با H_2SO_4 ، CrO_4^{2-} به $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ تبدیل می شود. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ حاصل با $۴۰/۶۰$ میلی لیتر محلول Fe^{2+} به غلظت ۰/۱۰۰۴ مولار به طور کامل واکنش می دهد. وزن Tl موجود در نمونه چند گرم است؟ ($\text{Tl}=۲۰۴/۳۷$)



۰/۵۵۵۴ (۴)

۰/۱۳۸۸ (۳)

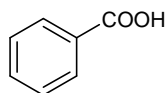
۰/۲۷۷۶ (۲)

۰/۴۱۶۵ (۱)

۲۵- در دمای ثابت ۲۵ درجه سلسیوس، کدام خاصیت گازهای CH_4 و He یکسان است؟

- (۱) میانگین حاصلضرب جرم در سرعت مولکول ها
 (۲) میانگین سرعت حرکت مولکول ها
 (۳) میانگین انرژی جنبشی مولکول ها
 (۴) چگالی گاز در فشار یکسان

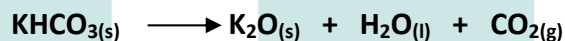
۲۶- یک نمونه ۰/۵۲۳۹ گرمی از بنزویک اسید در ۵۰/۰ میلی لیتر از یک محلول KOH حل شد. چنانچه KOH اضافی به ۲/۳۴ میلی لیتر از محلول HCl ۰/۱۰۲۰ مولار برای واکنش کامل نیاز داشته باشد، غلظت مولار KOH برابر است با: (g/mol)
 (بنزویک اسید) = ۱۲۲/۱۲



benzoic acid

- (۱) ۰/۰۶۱
 (۲) ۰/۰۴۶
 (۳) ۰/۱۲۳
 (۴) ۰/۰۹۰

۲۷- هنگامی که مخلوطی شامل KClO_3 ، K_2CO_3 ، KHCO_3 و KCl حرارت داده می شود، گازهای CO_2 ، O_2 و H_2O طبق واکنش های زیر تولید می شوند. واکنش ها ممکن است موازنه شده نباشند.



اگر ۱۰۰/۰ گرم از مخلوط فوق، ۱/۸۰ گرم H_2O ، ۱۳/۲۰ گرم CO_2 و ۴/۰۰ گرم O_2 تولید کند با فرض کامل بودن واکنش ها، مقادیر KClO_3 ، KHCO_3 ، K_2CO_3 و KCl به ترتیب بر حسب گرم برابر است با: ($\text{KClO}_3=122/5$ ، $\text{KHCO}_3=100/1$ ، $\text{H}=1$ ، $\text{O}=16$ ، $\text{C}=12$ ، $\text{KCl}=74/5$ ، $\text{K}_2\text{CO}_3=138/2$)

- (۱) ۵۶/۰، ۲۰/۰، ۱۳/۸، ۱۰/۲
 (۲) ۵۶/۰، ۱۳/۸، ۲۰/۰، ۱۰/۲

- (۳) ۴۶/۲، ۱۳/۸، ۲۰/۰، ۲۰/۰
 (۴) ۵۲/۲، ۲۷/۶، ۱۰/۰، ۱۰/۲

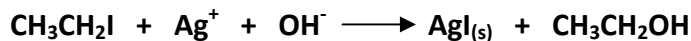
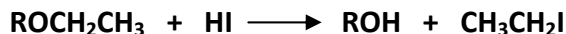
۲۸- ماری کوری ۰/۰۹۱۹۲ گرم از RaCl_2 را با مقدار اضافی از محلول AgNO_3 واکنش داد تا ۰/۰۸۸۹۰ گرم AgCl تولید کند. در زمان حیات او جرم های اتمی Ag و Cl به ترتیب ۱۰۷/۸ و ۳۵/۴ گزارش شده بود. جرم اتمی محاسبه شده توسط او برای Ra عبارت بود از:

- (۱) ۲۹۶/۱
 (۲) ۲۲۵/۳
 (۳) ۲۲۶/۰
 (۴) ۲۲۲/۰

۲۹- چند گرم از نمک خالص Li_2SO_4 باید با ۱/۰۰ گرم K_2SO_4 خالص مخلوط شود تا درصد وزنی سولفات در مخلوط حاصل، برابر با درصد وزنی سولفات در Na_2SO_4 خالص باشد؟ ($\text{Li}_2\text{SO}_4=109/94$ ، $\text{K}_2\text{SO}_4=174/26$ ، $\text{O}=16$ ، $\text{S}=32$ ، $\text{Na}_2\text{SO}_4=142/04$)

- (۱) ۰/۳۹۹۷
 (۲) ۰/۳۲۶۱
 (۳) ۰/۷۹۹۴
 (۴) ۰/۶۳۳۳

۳۰- به واکنش های زیر توجه کنید:



وقتی یک نمونه ۲۵/۴۲ گرمی از یک ترکیب آلی به جرم مولکولی g/mol ۴۱۷/۰ که دارای گروه های اتوکسی $(-\text{OCH}_2\text{CH}_3)$ است در شرایط فوق قرار می گیرد ، ۲۹/۰۳ گرم AgI تولید می کند. تعداد گروه های اتوکسی در این ترکیب کدام است؟
($\text{AgI}=۲۳۴/۷۷۲$)

۱ (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۴ (۴)

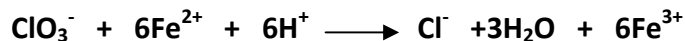
۳۱- چند گرم محلول HF با درصد وزنی ۰/۴۹۱٪ مورد نیاز است تا ۲۵/۰ میلی لیتر محلول ۰/۰۲۳۶ مولار Th^{4+} را به صورت $\text{ThF}_4(s)$ رسوب دهیم؟ برای اطمینان از کامل شدن واکنش از محلول HF به مقدار ۰/۵۰٪ اضافی استفاده می شود.
($\text{HF}=۲۰/۰۱$)

۱ (۱) ۲۴/۰ (۲) ۱۴/۴ (۳) ۱۹/۲ (۴) ۹/۶ (۴)

۳۲- مخلوط جامدی به وزن ۱/۳۷۲ گرم که فقط شامل سدیم کربنات و سدیم بی کربنات است با ۲۹/۱۱ میلی لیتر محلول HCl به غلظت ۰/۷۳۴۴ مولار به طور کامل واکنش می دهد. جرم سدیم کربنات در مخلوط فوق چند گرم است؟
($\text{NaHCO}_3=۸۴/۰۱$ ، $\text{Na}_2\text{CO}_3=۱۰۵/۹۹$)

۱ (۱) ۰/۷۲۴ (۲) ۰/۶۴۸ (۳) ۰/۳۲۴ (۴) ۰/۳۶۲ (۴)

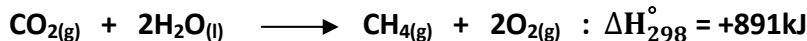
۳۳- برای اندازه گیری KClO_3 موجود در ۰/۱۳۴۲ گرم از یک نمونه قابل انفجار ، ۵۰/۰ میلی لیتر Fe^{2+} به غلظت ۰/۰۹۶۰۱ مولار به نمونه فوق اضافه شد:



پس از گذشت چند دقیقه ، مازاد Fe^{2+} به طور کامل با ۱۲/۹۹ میلی لیتر محلول Ce^{4+} به غلظت ۰/۰۸۳۶۲ مولار واکنش داده می شود. در این واکنش Fe^{2+} به Fe^{3+} و Ce^{4+} به Ce^{3+} تبدیل می شود. درصد وزنی KClO_3 در نمونه فوق کدام است؟
($\text{KClO}_3=۱۲۲/۵۵$)

۱ (۱) ۲۸/۳۰ (۲) ۵۶/۵۳ (۳) ۴۸/۲۰ (۴) ۶۳/۴۱ (۴)

۳۴- یکی از واکنش های فتوستتیز ممکن است به صورت زیر باشد:



هرگاه ۰/۱۶ گرم CH_4 از این راه تشکیل شود، گرمای جذب شده بر حسب ژول کدام است؟ ($H=1$ ، $C=12$)

۸/۹۱ (۴)

۸۹۱۰ (۳)

۸۹/۱ (۲)

۸۹۱ (۱)

۳۵- برای آنکه دمای مقدار مشخصی اتیلن گلیکول در فشار ثابت از 25°C به 35°C افزایش یابد ۲۳۹۰ ژول گرما لازم است. جرم اتیلن گلیکول به کار رفته بر حسب گرم کدام است؟ (ظرفیت گرمایی ویژه اتیلن گلیکول در فشار ثابت معادل $2/39 \text{ Jg}^{-1}\text{C}^{-1}$ است)

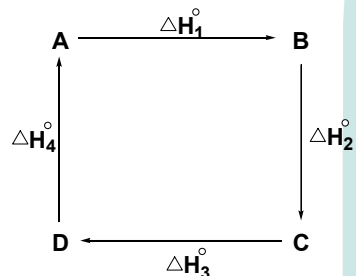
۴۱۸ (۴)

۲۳۹ (۳)

۲۳/۹ (۲)

۱۰۰ (۱)

۳۶- کدام گزینه به طور مطمئن در مورد چرخه ای به شرح زیر در دمای ثابت درست است؟ (هر مرحله از چرخه بیانگر یک واکنش است که ممکن است گرماده یا گرماگیر باشد)



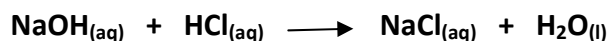
$$\Delta H_1^\circ = \Delta H_2^\circ ; \Delta H_3^\circ = \Delta H_4^\circ \quad (2)$$

$$\Delta H_1^\circ + \Delta H_2^\circ = \Delta H_3^\circ + \Delta H_4^\circ \quad (1)$$

$$\Delta H_1^\circ + \Delta H_2^\circ = -(\Delta H_3^\circ + \Delta H_4^\circ) \quad (4)$$

$$\Delta H_1^\circ - \Delta H_2^\circ = \Delta H_3^\circ - \Delta H_4^\circ \quad (3)$$

۳۷- ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۱۰۰ مولار سدیم هیدروکسید و ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۱۰۰ مولار هیدروکلریک اسید که هم دما هستند در یک گرماسنج آدیاباتیک (بدون مبادله گرما) در فشار ثابت روی هم می ریزیم. افزایش دمایی به اندازه $0/64^\circ\text{C}$ مشاهده می شود. ΔH° واکنش خنثی شدن زیر بر حسب kJmol^{-1} کدام است؟ ظرفیت گرمایی گرماسنج و محلول داخل آن در مجموع برابر با $900 \text{ J}^\circ\text{C}^{-1}$ می باشد.



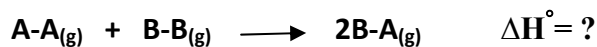
-۵۷۶ (۴)

-۵۷/۶ (۳)

-۵/۷۶ (۲)

-۰/۵۷۶ (۱)

۳۸- هرگاه آنتالپی استاندارد پیوند $\text{A-A}(\text{g})$ به میزان 10 kJmol^{-1} از آنتالپی استاندارد پیوند $\text{B-B}(\text{g})$ بزرگتر باشد و از سوی دیگر آنتالپی استاندارد پیوند $\text{B-B}(\text{g})$ به میزان 30 kJmol^{-1} از آنتالپی استاندارد پیوند $\text{B-A}(\text{g})$ کوچکتر باشد، آنگاه ΔH° واکنش زیر بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟



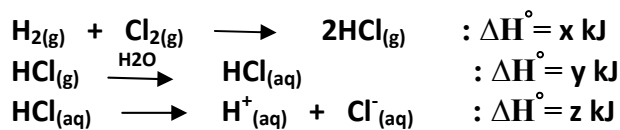
-۵۰ (۴)

-۲۰ (۳)

+۵۰ (۲)

+۲۰ (۱)

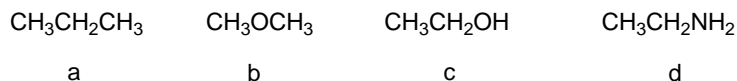
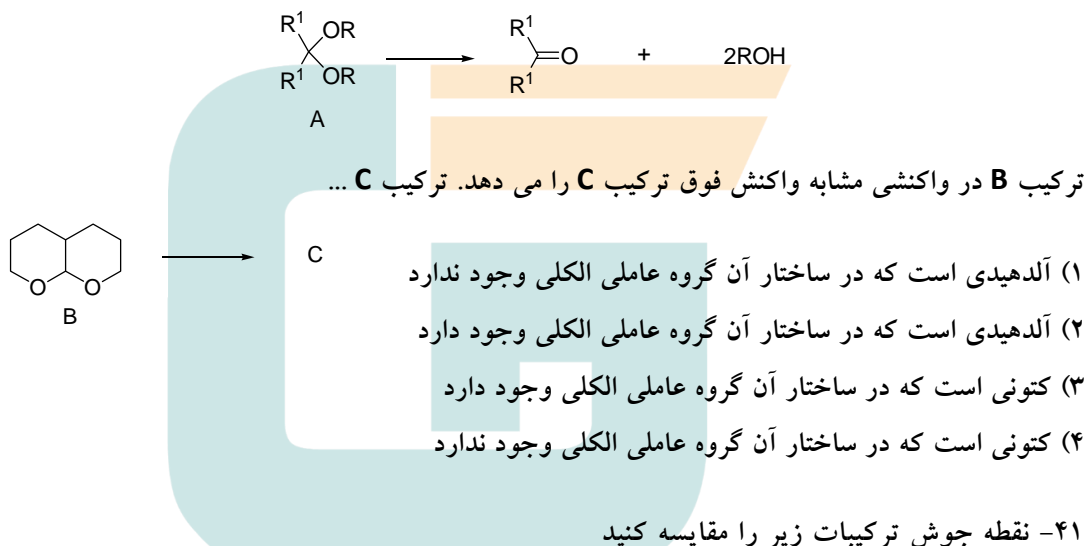
۳۹- واکنش های زیر و ΔH° آن ها را در دمای ثابت در نظر بگیرید:



ΔH_f° یون $\text{Cl}^-(\text{aq})$ بر حسب x ، y و z با فرض $\Delta H_f^\circ(\text{H}^+(\text{aq}))=0$ کدام است؟

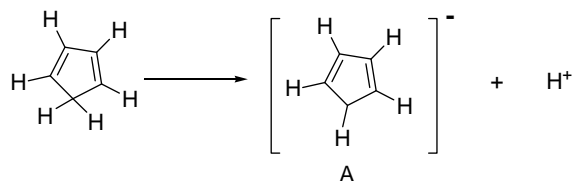
(۱) $0.5x + y - z$ (۲) $0.5(x + y + z)$ (۳) $x + y + z$ (۴) $0.5x + y + z$

۴۰- استال ها (A) در محیط اسیدی پایدار نمی باشند و به صورت زیر دچار واکنش می شوند:



(۱) $c > d > b > a$ (۲) $c > d > a > b$ (۳) $d > c > a > b$ (۴) $d > c > b > a$

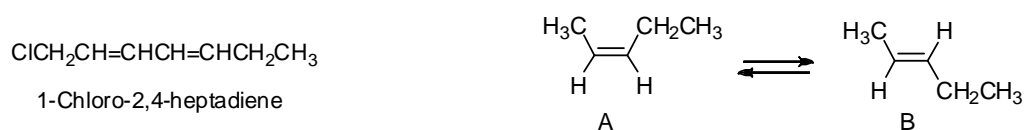
۴۲- به واکنش زیر توجه کنید:



برای گونه A، $[\text{C}_5\text{H}_5]^-$ ، چند فرم رزونانسی می توان رسم کرد که شامل دو پیوند دوگانه باشد؟

(۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴) ۲

۴۳- دو آلکن با نام کلی ۲-پنتن وجود دارند (A و B) که به نوعی ایزومر هم محسوب می شوند. این دو آلکن در دمای اتاق پایدارند ولی در دمای بالاتر از ۱۸۰ درجه سلسیوس به هم تبدیل می شوند:



چند ترکیب با نام کلی ۱-کلرو-۴،۲-هپتادی ان وجود دارند که مشابه A و B ایزومر هم باشند؟

۲ (۴)

۳ (۳)

۴ (۲)

۵ (۱)

۴۴- برای سیکلوبوتانون چند ایزومر ساختاری می توان رسم کرد که دارای گروه عاملی آلدهیدی باشند؟



۲ (۴)

۴ (۳)

۵ (۲)

۳ (۱)

۴۵- ترکیب A با یک مول گاز هیدروژن به هیدروکربن سیرشده زیر تبدیل می شود. چند ساختار برای A می توان در نظر گرفت؟



۱ (۴)

۳ (۳)

۴ (۲)

۲ (۱)