بسمه تعالی

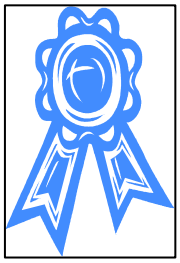
جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
مرکز ملی پرورش استعدادهای درخشان و دانش پژوهان جوان

معاونت دانش پژوهان جوان

مبارزه علمی برای جوانان، زنده کردن روح جست و جو و کشف واقعیت‌هاست. ‹امام خمینی (ره)›

بیست و سومین دوره المپیاد شیمی

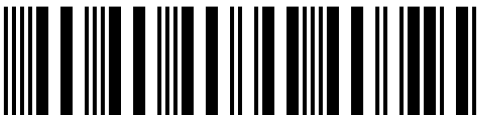
تاریخ : ۹۲/۲/۱۱ – ساعت: ۱۴:۰۰
مدت زمان آزمون‌های تستی و تشریحی جمعاً: ۲۱۰ دقیقه



شماره پرونده: ------
کد ملّی: ------
نام پدر: ------
نام مدرسه: ------

استان: ------
منطقه: ------
حوزه: ------
پایه تحصیلی: ------

شماره صندلی



توضیحات مهم

استفاده از ماشین حساب مجاز است

۱- این پاسخنامه به صورت نیمه کامپیوتری تصحیح می‌شود، بنابراین از مچاله و کثیف کردن آن خودداری نمایید.
۲- 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.
۳- 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 نمره‌ای تعلق نمی‌گیرد.
۴- با توجه به آنکه برگه‌های پاسخنامه به نام صادر شده است، امکان ارائه هیچگونه برگه اضافه وجود نخواهد داشت. لذا توصیه می‌شود ابتدا سوالات را در برگه چرک نویس ، حل کرده و آنگاه در پاسخنامه پاکنویس نمایید.
۵- 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 مرحله‌ای که باشید از ادامه حضور در المپیاد محروم خواهید شد.
۶- از مخدوش کردن دایره‌ها در چهار گوشه صفحه و بارکدها خودداری کنید، در غیر این صورت برگه شما تصحیح نخواهد شد.
۷- همراه داشتن هرگونه کتاب، جزوه و جدول تناوبی عناصر ممنوع است.
۸- 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.
۹- آزمون مرحله دوم برای دانش‌آموزان سال اول دبیرستان صرفاً جنبه آزمایشی و آمادگی دارد و شرکت کنندگان در دوره تابستانی از بین دانش‌آموزان پایه دوم و سوم دبیرستان انتخاب می‌شوند.

سوال ۱- قسمت اول

به مولکول های زیر توجه کنید:

$H_2N\text{-}CO\text{-}N{=}N\text{-}CO\text{-}NH_2$ (Azodicarbonamide) , $C_3H_3N_3O_3$ (Cyanuric acid)

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)

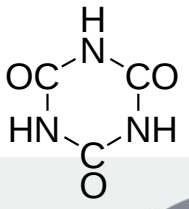
ب) زاویه های پیوند **NCN** و **NNC** و **HNC** را در مولکول آزو دی کربن آمید به ترتیب کاهش (با استفاده از علامت بزرگتر – کوچکتر) مرتب کنید.

(۱/۵ امتیاز)

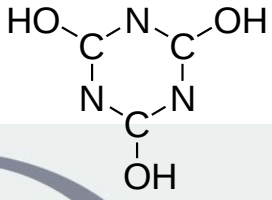
پ) با افزایش آزو دی کربن آمید به پلاستیک مذاب ، این ماده به نیتروژن ، کربن مونوکسید و گاز آمونیاک تجزیه می شود. معادله شیمیایی واکنش انجام شده را بنویسید و موازنه کنید. (۱ امتیاز)

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)

A



B



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:

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:

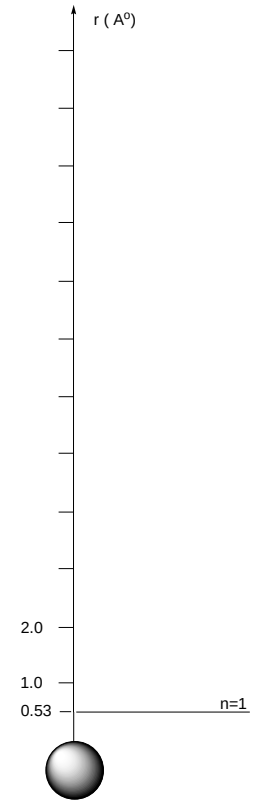
$$r_n = \frac{n^2h^2}{4\pi^2KmZe^2} \qquad E_n = \frac{-2\pi^2K^2mZ^2e^4}{n^2h^2} \qquad (n = 1, 2, 3, \ldots)$$

اگر شعاع اتم هیدروژن برابر ۰/۵۳ Å و انرژی تنها الکترون این اتم در حالت پایه برابر $-۲/۱۸ \times ۱۰^{-۱۸}$ 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 مدار ها تا هسته اتم



r_2 =

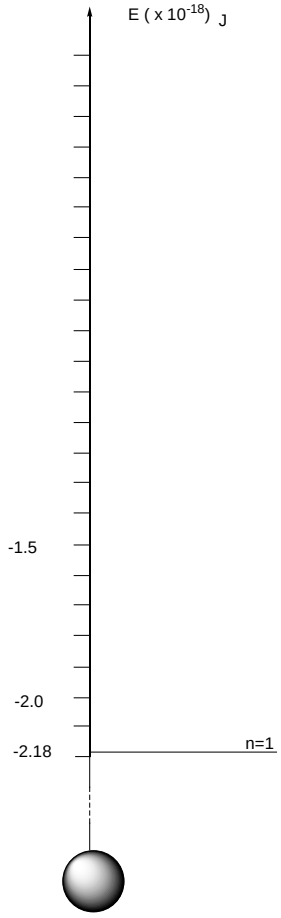
r_3 =

r_4 =

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_2 =	
E_3 =	
E_4 =	

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 $Na[Au(CN)_2]$ 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. (٤ 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.

پ) معادله واکنش را بنویسید و موازنه کنید. (٤ امتیاز)

ذهن زیبا

سوال ۳

وقتی ابر رسانای دمای بالا "ایتریم باریم مس اکسید" تحت اتمسفر H_2 تا دمای ۱۰۰۰ 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 ۲۸/۱۹ میلی گرم از $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ آغاز کنیم ، وزن جامد باقیمانده در دمای ^oC ۱۰۰۰ معادل ۲۵/۸۵ میلی گرم می باشد. مقدار X را در فرمول ابر رسانا محاسبه کنید و در کادر زیر بنویسید. ($Y=۸۸/۹$ ، $Ba=۱۳۷/۳$ ، $O=۱۶/۰$ ، $Cu=۶۳/۵$ $gmol^{-1}$)

X = جواب آخر(٦ امتیاز)

راه حل محاسبه X (٦ امتیاز)

سوال ٤

در اتم ها انرژی را با واحد اتوژول **(aJ)** گزارش می کنند که معادل $۱۰^{-۱۸}$ ژول است. **($1aJ = 10^{-18} J$)** بر اساس مدل کوانتومی برای اتم هیدروژن و یون های تک الکترونی (هیدروژن مانند)، چهار عدد کوانتومی n, l, m_l, m_s وجود دارند، در حالی که انرژی تراز ها فقط به عدد کوانتومی اصلی n بستگی دارد و از رابطه زیر به دست می آید 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 اتم های هیدروژن مانند را با دقت بیشتری محاسبه کنیم باید اثرات نسبیت خاص را نیز در نظر بگیریم (در واقع چنین اثراتی در اتم ها وجود دارند). در این صورت معادله جدید و تصحیح شده ای برای انرژی اتم تک الکترونی (بر حسب اتوژول) به دست می آید 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 می تواند مقادیر $l+\frac{1}{2}$ و $l-\frac{1}{2}$ داشته باشد. البته j هیچ گاه منفی نیست و برای اربیتال های s ، ($l = 0$) ، تنها مقدار $j = \frac{1}{2}$ وجود دارد. به عنوان مثال برای اربیتال های 1s ، 2s و 2p خواهیم داشت:

1s: $n = 1, l = 0, j = \frac{1}{2}$ ، 2s: $n = 2, l = 0, j = \frac{1}{2}$ ، 2p: $n = 2, l = 1, j = \frac{1}{2}$ ، 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 اربیتال های 2p با هم اندکی متفاوت می شوند.

الف) برای یون تک الکترونی اکسیژن ($_8O^{7+}$)، 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. (٤ 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.

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

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

به عنوان مثال برای انتقال الکترون از $n' = ۲$ به $n = ۱$ در اتم هیدروژن تنها دوجهش مجاز وجود دارد:

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

مانند مثال فوق و با در نظر گرفتن قواعد ذکر شده ، کلیه جهش های مجاز برای انتقال الکترون از $n' = ۳$ به $n = ۲$ در طیف نشری اتم هیدروژن را بنویسید. نوشتن هر جهش اشتباه (غیر مجاز) امتیاز منفی دارد. (۷ امتیاز)

ذهن زیبا

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 (۵۹۰×۱۰^{-۹} متر) دارد. این نور در واقع از طیف نشری اتم سدیم بوده و از دوخط طیفی بسیار نزدیک به هم در ۵۸۹/۱۵۸ و ۵۸۹/۷۵۶ نانومتر تشکیل شده است:

$$\text{Na: } 3p\ (j=\tfrac{1}{2}) \longrightarrow 3s\ (j=\tfrac{1}{2}),\quad \lambda_1 = 589.756\ \text{nm},\quad \Delta E_1$$

$$\text{Na: } 3p\ (j=\tfrac{3}{2}) \longrightarrow 3s\ (j=\tfrac{1}{2}),\quad \lambda_2 = 589.158\ \text{nm},\quad \Delta E_2$$

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 دوجهش فوق در اتم سدیم بر حسب اتوژول 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.(٤ امتیاز: هر کادر ۱ امتیاز دارد.)

$(c = 2.99792458 \times 10^{8}\ \text{m/s}\quad ,\quad h = 6.62606957 \times 10^{-34}\ \text{J.s})$

ΔE_1 =
ΔE_2 =
= اختلاف انرژی دو تراز $3p\ (j=\frac{1}{2})$ و $3p\ (j=\frac{3}{2})$ بر حسب اتوژول
راه حل:

سوال ۵

توجه: در تمام محاسبات این سوال ، دما را ۳۰۰ 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 $6O_{2(g)} + C_6H_{12}O_{6(s)} \longrightarrow 6H_2O_{(l)} + 6CO_{2(g)}$ با در نظر گرفتن $\Delta H^\circ = +۲۸۱۱/٦\ kJ$ و $\Delta S^\circ = -۲٦۰\ JK^{-1}$ "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 $٤\times۱۰^{-۱۹}\ J$ است به طور موثر جذب واکنش شود؟ (ثابت آووگادرو = $٦/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ mol^{-۱}$)

ت) اگر ۰/۱۰۰ مول فوتون با مشخصات داده شده با بازدهی ۱۰٪ جذب محیط واکنش شود ، چند گرم $C_6H_{12}O_6$ سنتز خواهد شد؟ $(C_6H_{12}O_6 = 180\ g/mol)$

ث) ΔH° سوختن $C_6H_{12}O_{6(s)}$ در شرایط بند الف بر حسب کیلوژول بر مول چقدر است؟

ج) ΔG_f° ترکیب $C_6H_{12}O_{6(s)}$ در شرایط بند های الف و ب بر حسب کیلوژول بر مول چقدر است؟ می دانیم که ΔG_f° برای $CO_{2(g)}$ و $H_2O_{(l)}$ در شرایط داده شده به ترتیب برابر با ۳۹۵- و ۲۳۷- کیلوژول بر مول است.

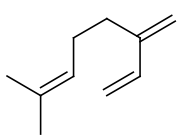
چ) واکنش $C_6H_{12}O_{6(aq)} \longrightarrow 2C_2H_5OH_{(aq)} + 2CO_{2(g)}$ گرماگیر یا گرماده است. داخل کادر زیر بنویسید. (ΔH_f° برای گونه های شرکت کننده در واکنش از چپ به راست به ترتیب برابر با ۱۲۷۰- ، ۲۸۰- و ۳۹۳/۵- کیلوژول بر مول است.)

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

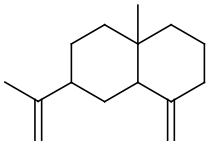
خ) ΔH° سوختن الماس و گرافیت به ترتیب برابر با ۳۹۵/۵- و ۳۹۳/۵- کیلوژول بر مول است. ΔH° واکنش تبدیل گرافیت به الماس بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟

سوال ٦- 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 **Myrecene** دو مثال از ترپن ها هستند:

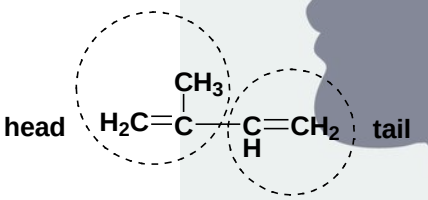


Myrecene

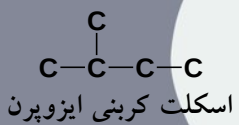


β-Selinene

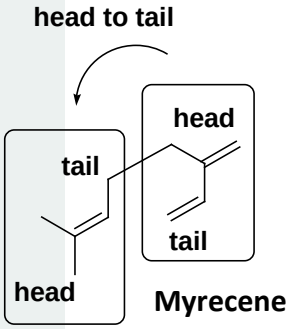
در سال ۱۸۱۸ محققین پی بردند که نسبت **C : H** در ترپن ها مقدار ثابت ۸ : ۵ است و در سال ۱۸۸۷ معلوم شد که ترپن ها از دو یا تعداد بیشتری از اسکلت های کربنی ایزوپرنی (۲-متیل-۱،۳-بوتادی ان) ساخته می شوند که به صورت سر به دم (**head to tail**) به هم پیوند می شوند. البته گاهی در ترپن ها علاوه بر پیوند های سر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



Isoprene



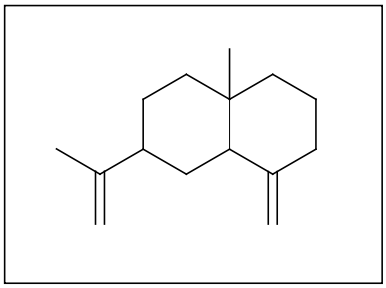
اسکلت کربنی ایزوپرن



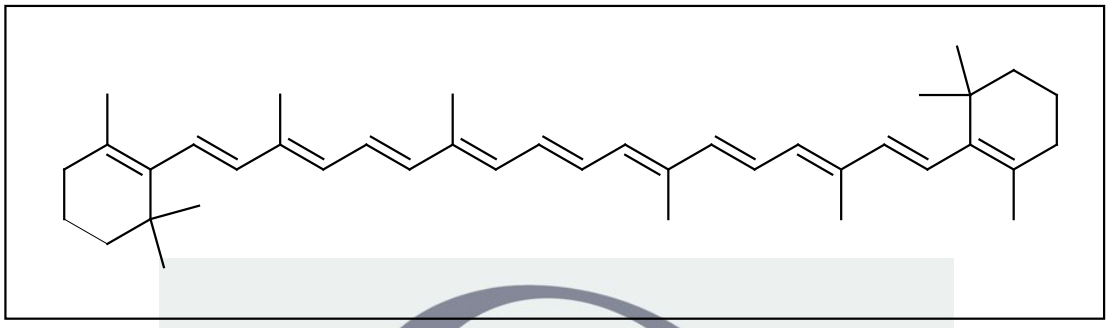
Myrecene

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

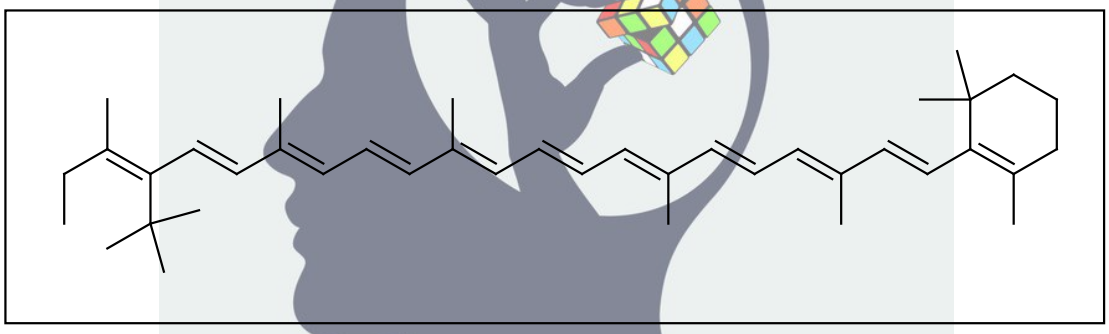
ب) دور واحد های ایزوپرنی در کادر زیر خط بکشید. (برای این منظور مشابه الگوی داده شده در **Myrecene** عمل کنید تا نمره ای از شما کسر نشود. لازم نیست خطی که رسم می کنید حتما به شکل مستطیل باشد. نوشتن کلمه های **head** و **tail** ضروری نیست.) (۱/۵ امتیاز)



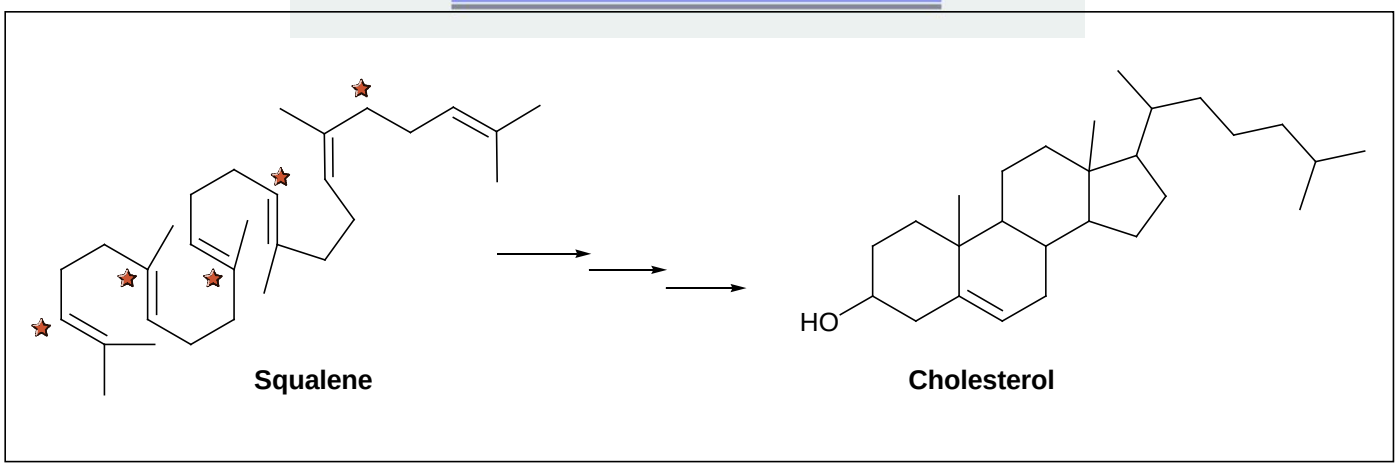
پ) **β-Carotene** یک ترپن است که در بعضی گیاهان مانند هویج یافت می شود. دور واحد های ایزوپرنی **β-Carotene** در کادر زیر خط بکشید. (٤ امتیاز)



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 استرویید 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)



دهن زیبا

سوال ٦- 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:

SF_5^+ PCl_2^- NO_4^{3-} H_3PO_4 ICl_2^+ BrO_3^-

اتم مرکزی .....گونه زوج های ناپیوندی ندارند و در .....گونه زاویه پیوند ۱۲۰ درجه وجود دارد.

۱) ۲ ، ۲ ۲) ۳ ، ۲ ۳) ۲ ، ۱ ۴) ۳ ، ۱

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؟

۱) X_2O_5 , HXO_2 , XH_3 ۲) HXO_3 , X_2O_3 , XF_5

۳) XF_3 , X_2H_7 , X_3H ۴) XH_3 , H_2XO_3 , HXO_2

۳-در کدام گزینه همه ترکیبات ساختار مسطح دارند؟

۱) KrF_2 , OCS , CH_3CHO ۲) CO_3^{2-} , NO_3^- , $POCl_3$

۳) SO_3 , $AlCl_3$, XeF_4 ۴) C_2H_4 , $AsCl_3$, SF_4

۴-عدد اکسایش Co در $[Co(H_2NCH_2CH_2NH_2)_3]^{3+}$ با عدد اکسایش عنصر مشخص شده در کدام گزینه یکسان است؟

۱) اتم مرکزی در $COCl_2$ ۲) $(\underline{Sb}O)_2SO_4$ ۳) $\underline{P}_3O_{10}^{5-}$ ۴) $(\underline{N}H_4)_2HPO_4$

۵- کدام عبارت نادرست است؟

۱) گرچه الماس و گرافیت آلوتروپ های یکدیگرند ولی الماس برخلاف 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.

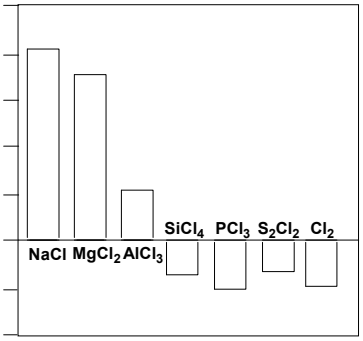
۴) کربن ها در گرافیت زاویه پیوند ۱۲۰ درجه دارند و از اتصال آن ها به یکدیگر ، صفحات مشبک به وجود می آید.

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)

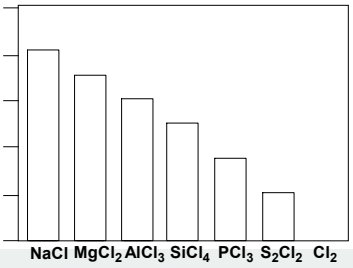
۱) NO_2 , BF_3 ۲) CO_3^{2-} , SO_3^{2-} ۳) I_3^- , O_3 ۴) BCl_3 , $AlCl_4^-$

ذهن زیبا

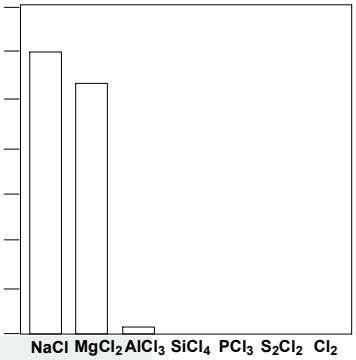
۷-کلریدهای عناصر تناوب سوم را در نظر بگیرید. کدام نمودارها به ترتیب دمای ذوب، رسانایی الکتریکی در حالت مذاب و اختلاف الکترونگاتیوی عناصر سازنده را درست نشان می دهد؟



ج



ب



الف

۱) ج ، ب ، الف ۲) ب ، ج ، الف ۳) ج ، الف ، ب ۴) ب ، الف ، ج

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

۱) $\left[:\ddot{O}-\dot{O}:\right]^-$ ۲) $\left[:\ddot{O}-\ddot{O}:\right]^{2-}$

۳) $\left[:\dot{O}-\dot{O}:\right]^-$ ۴) $\left[:\ddot{O}-\ddot{O}:\right]^-$

۹-گونه های XO_3^{2-} ، YO_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؟

۱) ۱۶ ، ۱۷ ، ۱۲ ، ۱۶ ۲) ۱۴ ، ۱۴ ، ۱۲ ، ۱۵ ۳) ۱۶، ۱۴ ، ۱۸ ، ۱۵ ۴) ۱۶ ، ۱۴ ، ۱۸ ، 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؟ (Al=۲۷)

۱) ^{128}Te ۲) ^{32}S ۳) ^{16}O ۴) ^{79}Se

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

۱) ۹۰ ° ۲) ۱۲۰ ° ۳) ۱۰۴ ° ۴) ۱۸۰°

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

۱) ۲ ۲) ۵ ۳) ۴ ۴) ۳

ذهن زیبا

۱۳- یک گرم منیزیم نیترید با مقدار اضافی آب واکنش داده و آمونیاک تولید می شود. چند گرم گاز هیدروژن کلرید برای خنثی کردن مخلوط واکنش لازم است؟ (Mg=۲۴ ، N=۱۴ ، O=۱۶ ، Cl=۳۵/۵)

۱) ۰/۷۳ ۲) ۱/۴۶ ۳) ۲/۱۹ ۴) ۲/۹۲

۱۴- اگر تفاوت تعداد الکترونها و نوترونها در اتم عنصر ^{۷۴}A برابر ۱۰ باشد، عدد اتمی عنصر A و تعداد الکترونهای لایه ظرفیت آن کدام است؟

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

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 کاملا خشک شود. اگر وزن نمونه خشک حاصل ۱/۶۰ گرم باشد تعداد آب تبلور نمونه مس سولفات را محاسبه کنید. (Cu=۶۴ ، S=۳۲ ، O=۱۶)

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

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

$$2NH_3 + 3CuO \longrightarrow N_2 + 3Cu + 3H_2O$$

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=۲۸ ، CuO=۷۹/۵۵ ، NH_3=۱۷/۰۳)

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. مولالیته محلول حاصل چقدر است؟ (K=۳۹ ، N=۱۴ ، O=۱۶)

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 $^{\circ}C$ ۰/۳۴۶- و برای محلول ۰/۱ مولال شکر در آب $^{\circ}C$ ۰/۱۸۵- 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

ذهن زیبا

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

۱) ۱۳/۸ ۲) ۱۰/۰ ۳) ۸/۵ ۴) ۱۱/۸

۲۱- اگر دما ، فشار ، حجم و تعداد مول گاز را به ترتیب با T ، P ، 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؟ (O=۱۶ ، H=۱ ، C=۱۲ ، Ar=۴۰)

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 $25\ ^\circ C$ 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 $25\ ^\circ C$ تقریبا چند میلی مول بر لیتر است؟ (O=۱۶)

۱) ۸/۱۹ ۲) ۱/۲۲ ۳) ۰/۲۵۶ ۴) ۰/۵۱۲

۲۳) از حل کردن ۰/۱۰۰۰ مول NaCl در ۱۰۰۰ گرم آب در دمای $25\ ^\circ C$ محلولی حاصل می شود که در آن مولالیته NaCl برابر با ۰/۱۰۰۰ و مولاریته آن ۰/۰۹۹۵۳ است. اگر این محلول به آزمایشگاهی دیگر که دمای آن $15\ ^\circ C$ است منتقل شود ، کدام گزینه در مورد NaCl تغییر می کند؟

۱) مولاریته ۲) مولالیته ۳) غلظت بر حسب ppm ۴) هیچکدام

ذهن زیبا

۲۴- ۲۵/۰ میلی لیتر محلول حاوی یون Tl^+ ،تالیم(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 $Cr_2O_7^{2-}$ تبدیل می شود. $Cr_2O_7^{2-}$ حاصل با ۴۰/۶۰ میلی لیتر محلول Fe^{2+} به غلظت ۰/۱۰۰۴ مولار به طورکامل واکنش می دهد. وزن Tl موجود در نمونه چند گرم است؟ (Tl=۲۰۴/۳۷)

$$2Tl_2CrO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow Tl_2Cr_2O_7 + Tl_2SO_4 + H_2O$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} + 14H^+ \longrightarrow 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

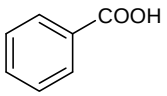
۱) ۰/۴۱۶۵ ۲) ۰/۲۷۷۶ ۳) ۰/۱۳۸۸ ۴) ۰/۵۵۵۴

۲۵- در دمای ثابت ۲۵ درجه سلسیوس، کدام خاصیت گازهای **He** و **CH_4** 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 بنزوییک اسید در ۵۰/۰ میلی لیتر از یک محلول **KOH** حل شد. چنانچه **KOH** اضافی به ۲/۳۴ میلی لیتر ازمحلول **HCl** ۰/۱۰۲۰ مولار برای واکنش کامل نیاز داشته باشد، غلظت مولار **KOH** برابر است با: (**g/mol** بنزوییک اسید = ۱۲۲/۱۲)



benzoic acid

۱) ۰/۰۶۱ ۲) ۰/۰۴۶ ۳) ۰/۱۲۳ ۴) ۰/۰۹۰

۲۷-هنگامی که مخلوطی شامل **$KClO_3$** ، **$KHCO_3$** ، **K_2CO_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.

$$KClO_{3(s)} \longrightarrow KCl_{(s)} + O_{2(g)}$$

$$KHCO_{3(s)} \longrightarrow K_2O_{(s)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

$$K_2CO_{3(s)} \longrightarrow K_2O_{(s)} + CO_{2(g)}$$

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 : (**$KClO_3$**=۱۲۲/۵ ، **$KHCO_3$**=۱۰۰/۱ ، **K_2CO_3**=۱۳۸/۲ ، **KCl**=۷۴/۵ ، **C**=۱۲ ، **O**=۱۶ ، **H**=۱)

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

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

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؟ (**Li_2SO_4**=۱۰۹/۹۴ ، **K_2SO_4**=۱۷۴/۲۶ ، **Na_2SO_4**=۱۴۲/۰۴ ، **S**=۳۲ ، **O**=۱۶)

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

ذهن زیبا

۳۰- به واکنش های زیر توجه کنید:

$$ROCH_2CH_3 + HI \longrightarrow ROH + CH_3CH_2I$$

$$CH_3CH_2I + Ag^+ + OH^- \longrightarrow AgI_{(s)} + CH_3CH_2OH$$

وقتی یک نمونه ۲۵/۴۲ گرمی از یک ترکیب آلی به جرم مولکولی ۴۱۷/۰ g/mol که دارای گروه های اتوکسی $(-OCH_2CH_3)$ است در شرایط فوق قرار می گیرد ، ۲۹/۰۳ گرم AgI تولید می کند. تعداد گروه های اتوکسی در این ترکیب کدام است؟ (AgI=۲۳۴/۷۷۲)

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۲ 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 $ThF_{4(s)}$ رسوب دهیم؟ برای اطمینان از کامل شدن واکنش از محلول HF به مقدار ۵۰٪ اضافی استفاده می شود. (HF=۲۰/۰۱)

۱) ۲۴/۰ ۲) ۱۴/۴ ۳) ۱۹/۲ ۴) ۹/۶

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؟ (Na_2CO_3=۱۰۵/۹۹ ، $NaHCO_3$=۸۴/۰۱)

۱) ۰/۷۲۴ ۲) ۰/۶۴۸ ۳) ۰/۳۲۴ ۴) ۰/۳۶۲

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:

$$ClO_3^- + 6Fe^{2+} + 6H^+ \longrightarrow Cl^- + 3H_2O + 6Fe^{3+}$$

پس از گذشت چند دقیقه ، مازاد Fe^{2+} به طور کامل با ۱۲/۹۹ میلی لیتر محلول Ce^{4+} به غلظت ۰/۰۸۳۶۲مولار 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؟ ($KClO_3$ =۱۲۲/۵۵)

۱) ۲۸/۳۰ ۲) ۵۶/۵۳ ۳) ۴۸/۲۰ ۴) ۶۳/۴۱

ذهن زیبا

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

$$CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \quad : \Delta H^{\circ}_{298} = +891kJ$$

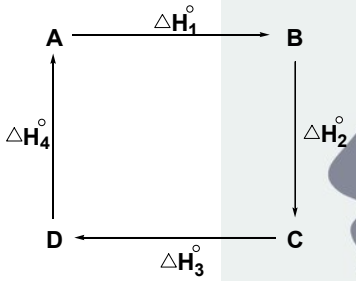
هرگاه ۰/۱۶ گرم CH_4 از این راه تشکیل شود، گرمای جذب شده بر حسب ژول کدام است؟ (H=۱ ، C=۱۲)

۱) ۸۹۱ ۲) ۸۹/۱ ۳) ۸۹۱۰ ۴) ۸/۹۱

۳۵- برای آنکه دمای مقدار مشخصی اتیلن گلیکول در فشار ثابت از ۲۵ °C به ۳۵ °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 ۲/۳۹ $Jg^{-1}{}^{\circ}C^{-1}$ است)

۱) ۱۰۰ ۲) ۲۳/۹ ۳) ۲۳۹ ۴) ۴۱۸

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)



۱) $\Delta H_1^{\circ} + \Delta H_2^{\circ} = \Delta H_3^{\circ} + \Delta H_4^{\circ}$ ۲) $\Delta H_1^{\circ} = \Delta H_2^{\circ}\ ;\ \Delta H_3^{\circ} = \Delta H_4^{\circ}$

۳) $\Delta H_1^{\circ} - \Delta H_2^{\circ} = \Delta H_3^{\circ} - \Delta H_4^{\circ}$ ۴) $\Delta H_1^{\circ} + \Delta H_2^{\circ} = -(\Delta H_3^{\circ} + \Delta H_4^{\circ})$

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 ۰/۶۴ °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 ۹۰۰ $J^{\circ}C^{-1}$ می باشد.

$$NaOH_{(aq)} + HCl_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

۱) -۰/۵۷۶ ۲) -۵/۷۶ ۳) -۵۷/۶ ۴) -۵۷۶

۳۸- هرگاه آنتالپی استاندارد پیوند $A\text{-}A_{(g)}$ به میزان ۱۰ $kJmol^{-1}$ ازآنتالپی استاندارد پیوند $B\text{-}B_{(g)}$ بزرگتر باشد و از سوی دیگر آنتالپی استاندارد پیوند $B\text{-}B_{(g)}$ به میزان ۳۰ $kJmol^{-1}$ از آنتالپی استاندارد پیوند $B\text{-}A_{(g)}$ کوچکتر باشد ، آنگاه ΔH° واکنش زیر بر حسب کیلوژول بر مول کدام است؟

$$A\text{-}A_{(g)} + B\text{-}B_{(g)} \longrightarrow 2B\text{-}A_{(g)} \qquad \Delta H^{\circ} = ?$$

۱) +۲۰ ۲) +۵۰ ۳) -۲۰ ۴) -۵۰

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

$H_{2(g)} + Cl_{2(g)} \longrightarrow 2HCl_{(g)}$: $\Delta H^{\circ} = x$ kJ

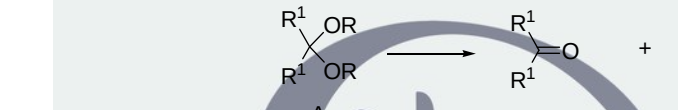
$HCl_{(g)} \xrightarrow{H2O} HCl_{(aq)}$: $\Delta H^{\circ} = y$ kJ

$HCl_{(aq)} \longrightarrow H^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)}$: $\Delta H^{\circ} = z$ kJ

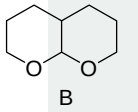
ΔH_f° یون $Cl^{-}_{(aq)}$ بر حسب x ، y و z با فرض ΔH_f^{o} $(H^{+}_{(aq)})=0$ کدام است؟

۱) $0/5\,x + y - z$ ۲) $0/5\,(x + y + z)$ ۳) $x + y + z$ ۴) $0/5\,x + y + z$

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



ترکیب B در واکنشی مشابه واکنش فوق ترکیب C را می دهد. ترکیب C ...



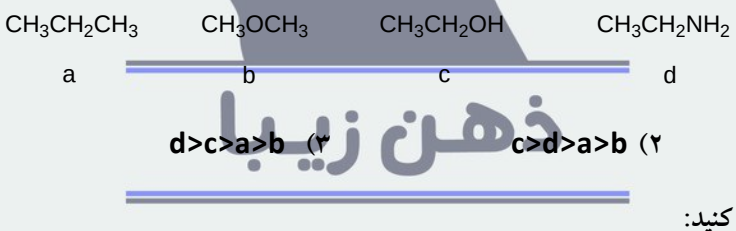
۱) آلدهیدی است که در ساختار آن گروه عاملی الکلی وجود ندارد

۲) آلدهیدی است که در ساختار آن گروه عاملی الکلی وجود دارد

۳) کتونی است که در ساختار آن گروه عاملی الکلی وجود دارد

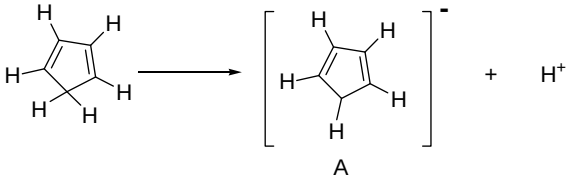
۴) کتونی است که در ساختار آن گروه عاملی الکلی وجود ندارد

۴۱- نقطه جوش ترکیبات زیر را مقایسه کنید



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 ، $[C_5H_5]^-$ ، چند فرم رزونانسی می توان رسم کرد که شامل دو پیوند دوگانه باشد؟

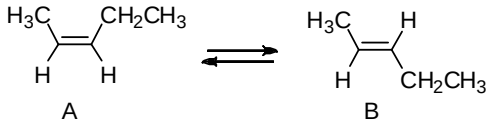
۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۲

ذهن زیبا

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

$ClCH_2CH=CHCH=CHCH_2CH_3$

1-Chloro-2,4-heptadiene



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

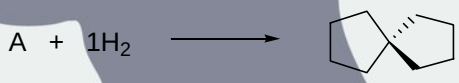
۱) ۵ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۲

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

cyclobutanone

۱) ۳ ۲) ۵ ۳) ۴ ۴) ۲

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



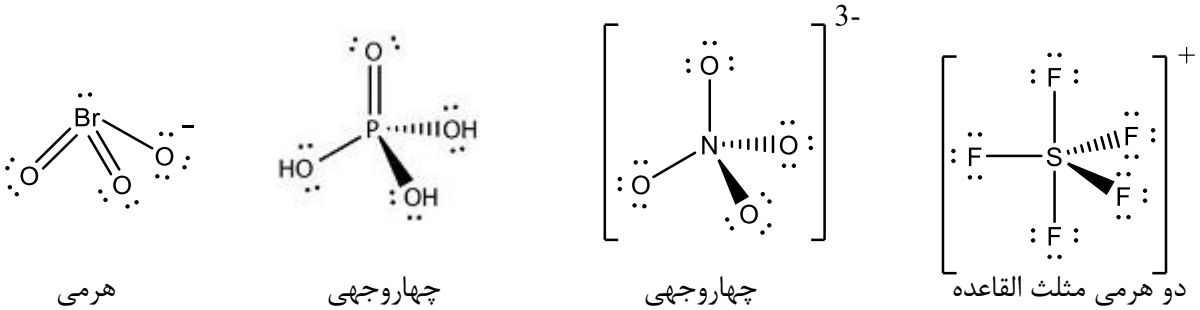
۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۳ ۴) ۱

ذهن زیبا

بخش ۱: پاسخنامه سوالات تستی

۱-گزینه د

ساختار لوئیس و شکل هندسی مولکول ها به صورت زیر می باشد:



دو هرمی مثلث القاعده | چهاروجهی | چهاروجهی | هرمی

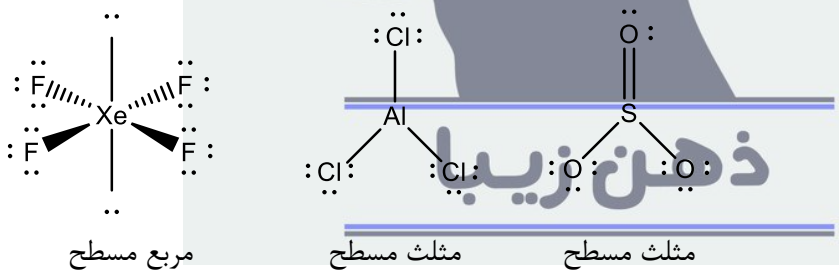
با توجه به ساختار لوئیس ترکیبات، اتم مرکزی ۳ مولکول فاقد الکترون ناپیوندی می باشد. و تنها در مولکول SF_5 اتم های فلوئوری که در موقعیت استوایی قرار گرفته اند با یکدیگر زاویه ۱۲۰ درجه تشکیل می دهند.

۲- گزینه الف

با توجه به توضیحات ارائه شده در صورت سوال، عنصر مورد نظر نیتروژن می باشد. تنها در گزینه الف تمامی ترکیبات می توانند متعلق به نیتروژن باشند.

۳- گزینه ج

تمامی مولکول های گزینه ج دارای ساختار مولکولی مسطح می باشند.



مربع مسطح | مثلث مسطح | مثلث مسطح

۴- گزینه ب

مولکول دی آمین $(H_2NCH_2CH_2NH_2)$ فاقد بار می باشد. در نتیجه عدد اکسایش کبالت در کمپلکس $[Co(H_2NCH_2CH_2NH_2)_3]^{3+}$ برابر با ۳+ می باشد. در گزینه ب عدد اکسایش Sb نیز برابر 3+ می باشد

$$(SbO)_2SO_4 \rightarrow SbO^{1+} \rightarrow 1 = Sb - 2 \rightarrow Sb = 3$$

۵- گزینه ب

SiO_2 یک ترکیب کووالانسی و CO_2 یک ترکیب مولکولی می باشند. ترکیبات کووالانسی دارای نقاط ذوب و جوش بیشتری نسبت به ترکیبات مولکولی می باشند.

۶- گزینه الف

در مولکول هایی که مرتبه پیوند از ۱ بیشتر می باشد. طول پیوند از مجموع شعاع های کووالانسی دو اتم شرکت کننده در پیوند کمتر می باشد. مولکول های O_3 , CO_3^{2-} , NO_2 , BF_3 به دلیل داشتن ساختارهای رزونانسی دارای مرتبه پیوند بیش از ۱ می باشند.

۷-گزینه ج

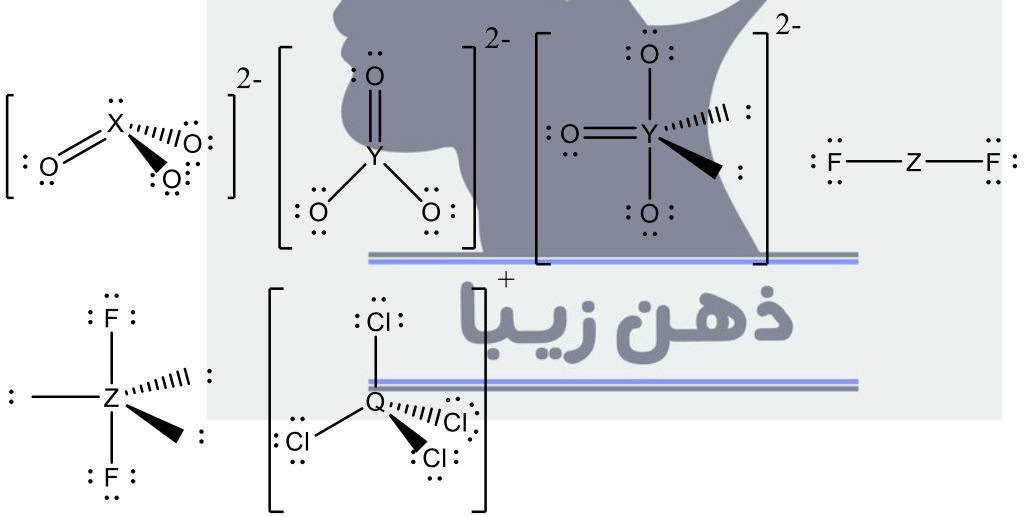
Cl_2 , S_2Cl_2 , PCl_3 , $SiCl_4$ جزو ترکیبات مولکولی می باشند و در حالت مذاب رسانای جریان برق نمی باشند. از طرفی تنها در Cl_2 اختلاف الکترونگاتیوی صفر می باشد

۸-گزینه الف

۹- گزینه ب

در مولکول های XO_3^{2-} , YO_3^{2-} , ZF_2 , QCl_4^+ که به ترتیب دارای ساختارهای هرمی ، مسطح ، خطی و چهاروجهی می باشند، اتم های مرکزی به ترتیب دارای ۲، ۰ یا ۴، ۰ یا ۶، ۰ الکترون ناپیوندی می باشند(ساختارهای لوئیس این ترکیبات در زیر رسم شده است). پس اتم های مرکزی به ترتیب متعلق به گروهای ۱۶، ۱۴ یا ۱۸، ۲ یا ۱۸، ۱۵می باشند

.



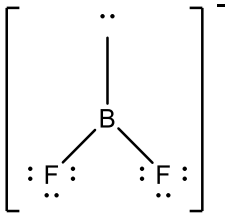
ذهن زیبا

۱۰-گزینه د

$$Al_2X_3 \rightarrow \frac{2\times 27}{2\times 27+3\times X}=\frac{18.56}{100}\rightarrow X=79$$

۱۱-گزینه ب

زاویه پیوند نزدیک به ۱۲۰ درجه می باشد



۱۲-گزینه د

مقادیر مجاز l برابر با ۰،۱،۲ خواهد بود

$$n=3, l=0,1,2 \;\; m_l=0, m_s=\frac{1}{2} \rightarrow$$ 3الکترون

۱۳- گزینه د

واکنش تولید آمونیاک و واکنش های خنثی شدن به صورت زیر می باشد

$$Mg_3N_2+6H_2O \rightarrow 2NH_3+3Mg(OH)_2$$

$$HCl+NH_3 \rightarrow NH_4Cl$$

$$Mg(OH)_2+2HCl \rightarrow MgCl_2+2H_2O$$

تعداد مول NH_3 تولیدی :

$$1\ grMg_3N_2 \times \frac{1\ mol\ Mg_3N_2}{100\ g\ Mg_3N_2} \times \frac{2\ mol\ NH_3}{1\ mol\ Mg_3N_2} = 0.02\ mol\ NH_3$$

تعداد مول $Mg(OH)_2$ تولیدی :

$$1\ g\ Mg_3N_2 \times \frac{1\ mol\ Mg_3N_2}{100\ g\ Mg_3N_2} \times \frac{3\ mol\ Mg(OH)_2}{1\ mol\ Mg(OH)_2} = 0.03\ mol\ Mg(OH)_2$$

وزن HCl مورد نیاز جهت خنثی کردن آمونیاک تولیدی:

$$0.02\ mol\ NH_3 \times \frac{1\ mol\ HCl}{1\ mol\ NH_3} \times \frac{36.5\ g\ HCl}{1\ mol\ HCl} = 0.73\ g\ HCl$$

وزن HCl مورد نیاز جهت خنثی کردن منیزیم هیدروکسید تولیدی:

$$0.03\ mol\ Mg(OH)_2 \times \frac{2\ mol\ Mg(OH)_2}{1\ mol\ Mg(OH)_2} \times \frac{36.5\ g\ HCl}{1\ mol\ HCl} = 2.19\ g\ HCl$$

وزن کل HCl مورد نیاز:

2.19+0.73=2.92 g HCl

۱۴-گزینه ب

$$^{74}A \rightarrow n+p=74\ , n-e=10(n-p=10) \rightarrow n=42, p=32$$

عنصری با عدد اتمی ۳۲ متعلق به گروه ۱۴ می باشد. عناصر گروه ۱۴ در لایه ظرفیت خود دارای ۴ الکترون می باشند

۱۵-گزینه ج

$$NaH_2PO_3 \rightarrow 1 + 2 \times 1 + P + 3 \times -2 = 0 \rightarrow P = +3$$

در مولکول $PSCl_3$ گوگرد با پیوند دوگانه به فسفر متصل است پس گوگرد دارای عدد اکسایش ۲- می باشد

$$PSCl_3 \rightarrow P - 2 + 3 \times -1 = 0 \rightarrow P = +5$$

$$NaH_2PO_2 \rightarrow 1 + 2 \times 1 + P + 2 \times -2 = 0 \rightarrow P = +1$$

$$PCl_2F \rightarrow P + 2 \times -1 - 1 = 0 \rightarrow P = +3$$

۱۶-گزینه ب

برای محاسبه تعداد آب تبلور از رابطه زیر استفاده می کنیم:

$$\frac{mol \text{ نمک خشک}}{mol \text{ آب تبخیر شده}} \rightarrow \frac{\frac{1.6}{CuSO_4 = 160}}{\frac{2.14 - 1.6 = 0.54}{H_2O = 18}} = 3$$

۱۷-گزینه الف

$$2NH_3 + 3CuO \rightarrow N_2 + 3Cu + 3H_2O$$

ابتدا باید واکنش گر محدودکننده را تعیین نماییم. برای این کار تعداد مول NH_3 و CuO را با تقسیم وزن آن ها به جرم مولیشان بدست می آوریم در مرحله بعد با تقسیم اعداد بدست آمده به ضرایب استوکیومتری، کمترین عدد را مشخص می کنیم. کمترین عدد متعلق به ماده محدود کننده می باشد

$$NH_3 \rightarrow \frac{\frac{18.1}{17}}{2} = 0.53 \qquad CuO \rightarrow \frac{\frac{90.4}{79.55}}{3} = 0.37 (\text{محدود کننده})$$

$$90.4\ g\ CuO \times \frac{1\ mol\ CuO}{79.55\ g\ CuO} \times \frac{62.5}{100} \times \frac{1\ mol\ N_2}{3\ mol\ CuO} \times \frac{28\ g\ N_2}{1\ mol\ N_2} = 6.63\ g\ N_2$$

۱۸-گزینه ج

$$\text{مولالیته} = \frac{mol\ KNO_3}{\text{وزن حلال به کیلوگرم}} = \frac{mol\ KNO_3}{\frac{100 - mol\ KNO_3 \times 101}{1000}} = 2 \rightarrow mol\ KNO_3 = 0.166$$

KNO_3 وزن $= 0.166 \times 101 = 16.8\ g$

وزن آب $= 100-16.8=83.2g$

وزن آب بعد از اضافه کردن ۲۵ گرم آب $= 83.2+25=108.2\ g$

$$\text{مولالیته} = \frac{0.166}{0.1082} = 1.534$$

۱۹-گزینه الف

تغییرات نقطه انجماد از رابطه زیر بدست می آید. در این رابطه K_f یک عدد ثابت و وابسته به نوع حلال می باشد. m مجموع غلظت (مولالیته) گونه های حل شده می باشد.

$$\Delta T = K_f m$$

برای شکر $m=0.1$ در نتیجه

$$0.185 = K_f \times 0.1 \rightarrow K_f = 1.85$$

برای $NaCl$:

$$0.346 = 1.85 \times m \rightarrow m = 0.187$$

$$NaCl(aq) \leftrightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq)$$

$0.1\text{-}x \qquad x \qquad x$

$m=0.1\text{-}x+x+x=0.1+x=0.187 \qquad x=0.087$

$$\frac{0.1 - 0.087 = 0.013}{0.1} \times 100 = 13\%$$

۲۰-گزینه د

$$1000\ g \text{ محلول} \times \frac{100\ g\ NaNO_3}{10^6\ g \text{ محلول}} = 0.1\ g\ NaNO_3$$

$$0.1\ g\ NaNO_3 \times \frac{1\ mol\ NaNO_3}{85\ g\ NaNO_3} = 1.18 \times 10^{-3}\ mol\ NaNO_3$$

$$M \times V = 0.1 \times V = 1.18 \times 10^{-3} \rightarrow V = 0.0118\ L = 11.8\ ml$$

دهل زیبا

۲۱-گزینه ب

$$V = \frac{nRT}{P}$$

$$V_{CH_4} = \frac{\frac{10}{16} \times R \times 290}{1} = 181.25R \qquad V_{O_2} = \frac{\frac{18}{32} \times R \times 300}{0.8} = 210.9R$$

$$V_{Ar} = \frac{\frac{10}{40} \times R \times 320}{0.4} = 200R \qquad V_{Ar} = \frac{\frac{1}{2} \times R \times 310}{0.9} = 172.2R$$

۲۲-گزینه ج

فشار اکسیژن در سطح دریا:

$$P_{O_2} = 1 \times \frac{21}{100} = 0.21\ atm$$

انحلال پذیری در ۱۰۰ گرم آب در فشار $0.21\ atm$:

$$0.21\ atm \times \frac{0.0039\ g\ O_2}{1\ atm} \times \frac{10^3\ mmol\ O_2}{32\ g\ O_2} = 0.0256\ mmol\ O_2$$

$$\frac{0.0256\ mmol\ O_2}{0.1\ L\ H_2O} = 0.256$$

۲۳-گزینه الف

با تغییر دما تنها حجم محلول تغییر می یابد وتغییر حجم منجر به تغییر مولاریته می شود

۲۴-گزینه د

$$2Tl_2CrO_4 + H_2SO_4 \rightarrow Tl_2Cr_2O_7 + Tl_2SO_4 + H_2O$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 6Fe^{2+} + 14H^+ \rightarrow 6Fe^{3+} + 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

$$40.6\ ml\ Fe^{2+} \times \frac{0.1004\ mol\ Fe^{2+}}{1000\ ml\ Fe^{2+}} \times \frac{1\ mol\ Cr_2O_7^{2-}}{6\ mol\ Fe^{2+}} \times \frac{2\ mol\ CrO_4^-}{1\ mol\ Cr_2O_7^{2-}} \times \frac{2\ mol\ Tl^+}{1\ mol\ CrO_4^-}$$

$$= 2.717 \times 10^{-3}\ mol\ Tl^+$$

$$2.717 \times 10^{-3}\ mol\ Tl^+ \times \frac{204.37\ g\ Tl^+}{1\ mol\ Tl^+} = 0.5554\ g\ Tl^+$$

ذهن زیبا

۲۵- گزینه ج

میانگین انرژی جنبشی مولکول های گاز تنها با دما رابطه مستقیم دارد

۲۶-گزینه د

بنزوییک اسید و هیدروکلریک اسید به دلیل داشتن یک هیدرژن اسیدی با KOH به صورت یک به یک واکنش می دهند

تعداد مول KOH اضافی = مول HCl مصرفی

$$M \times V = 0.102 \times 2.34 \times 10^{-3} = 2.3868 \times 10^{-4} mol\ HCl$$

تعداد مول KOH واکنش داده با بنزوییک اسید = مول بنزوییک اسید

$\frac{0.5239}{122.12} = 4.29 \times 10^{-3} mol\ benzoic\ acid$

غلظت KOH= $\frac{4.29\times10^{-3}+2.3868\times10^{-4}}{50\times10^{-3}}$=$0.090\ M$

۲۷-گزینه الف

$$2KClO_3 \rightarrow 2KCl + 3O_2 \qquad (1)$$

$$2KHCO_3 \rightarrow K_2O + H_2O + 2CO_2 \qquad (2)$$

$$K_2CO_3 \rightarrow K_2O + CO_2 \qquad (3)$$

$$1.8\ g\ H_2O \times \frac{1\ mol\ H_2O}{18\ g\ H_2O} \times \frac{2\ mol\ KHCO_3}{1\ mol\ H_2O} \times \frac{100.1\ g\ KHCO_3}{1\ mol\ KHCO_3} = 20.0\ g\ KHCO_3$$

$$4\ g\ O_2 \times \frac{1\ mol\ O_2}{32\ g\ O_2} \times \frac{2\ mol\ KClO_3}{3\ mol\ O_2} \times \frac{122.5\ g\ KClO_3}{1\ mol\ KClO_3} = 10.2\ g\ KClO_3$$

وزن CO_2 تولید شده در واکنش ۲ :

$$1.8\ g\ H_2O \times \frac{1\ mol\ H_2O}{18\ g\ H_2O} \times \frac{2\ mol\ CO_2}{1\ mol\ H_2O} \times \frac{44\ g\ CO_2}{1\ mol\ CO_2} = 8.8\ g\ CO_2$$

وزن CO_2 تولید شده در واکنش ۳= 13.2-8.8= $4.4\ g\ CO_2$

برای واکنش ۳ داریم:

$$4.4\ g\ CO_2 \times \frac{1\ mol\ CO_2}{44\ g\ CO_2} \times \frac{1\ mol\ K_2CO_3}{1\ mol\ CO_2} \times \frac{138.2\ g\ K_2CO_3}{1\ mol\ K_2CO_3} = 13.8\ g\ K_2CO_3$$

وزن KCl= 100-(13.8+10.2+20)=56 g

۲۸-گزینه ب

$$RaCl_2 + 2AgNO_3 \rightarrow 2AgCl + Ra(NO_3)_2$$

$$0.08890\ g\ AgCl \times \frac{1\ mol\ AgCl}{143.2\ g\ AgCl} \times \frac{1\ mol\ RaCl_2}{2\ mol\ AgCl} = 3.104 \times 10^{-4}\ mol\ RaCl_2$$

جرم مولی $RaCl_2$ = Ra+70.8

$$\frac{0.09192}{Ra + 70.8} = 3.104 \times 10^{-4} \rightarrow Ra = 225.3 \frac{g}{mol}$$

۲۹-گزینه د

وزن Li_2SO_4 = x g

درصد وزنی سولفات در سدیم سولفات = $\frac{96}{142.04} \times 100 = 67.58\%$

ذهن زیبا

وزن سولفات موجود در Li_2SO_4 :

$$x\ g\ Li_2SO_4 \times \frac{96\ g\ SO_4^{2-}}{109.94\ g\ Li_2SO_4} = 0.8732x\ grSO_4^{2-}$$

وزن سولفات موجود در K_2SO_4 :

$$1\ g\ K_2SO_4 \times \frac{96\ g\ SO_4^{2-}}{174.26\ g\ K_2SO_4} = 0.5509\ g\ SO_4^{2-}$$

درصد وزنی سولفات در مخلوط:

$$\frac{0.8732x + 0.5509}{1 + x} = \frac{67.58}{100} \rightarrow x = 0.633$$

۳۰-گزینه ج

طبق واکنش های ارائه شده، تعداد مول گروههای اتوکسی در ترکیب آلی با تعداد مول نقره یدید تولید شده برابر است

$$29.03\ g\ AgI \times \frac{1\ mol\ AgI}{234.772\ g\ AgI} = 0.1236\ mol\ AgI$$

تعداد مول ترکیب آلی = $\frac{25.42}{417} = 0.0609$

تعداد گروه اتوکسی = $\frac{0.1236}{0.0609} = 2$

۳۱-گزینه ب

$$M \times V = 0.0236 \times 25 \times 10^{-3} = 5.9 \times 10^{-4}\ mol\ Th^{4+}$$

$$5.9 \times 10^{-4}\ mol\ Th^{4+} \times \frac{4\ mol\ HF}{1\ mol\ Th^{4+}} \times \frac{20.01\ g\ HF}{1\ mol\ HF} \times \frac{100}{0.491} = 9.617\ g\ HF$$

وزن HF با ۵۰ درصد وزن اضافی:

$$9.617\ g\ HF + \frac{50}{100} \times 9.617\ g\ HF = 14.4\ \ g\ HF$$

۳۲-گزینه الف

$$Na_2CO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2O + CO_2$$

$$NaHCO_3 + HCl \rightarrow NaCl + H_2O + CO_2$$

تعداد مول سدیم کربنات = x تعداد مول سدیم بیکربنات = y

تعداد مول HCl مصرفی :

$$M \times V = 29.11 \times 0.7344 \times 10^{-3} = 0.02137\ mol\ HCl$$

تعداد مول لازم HCl برای واکنش با x مول سدیم کربنات و y مول سدیم بیکربنات :

$$x\ mol\ Na_2CO_3 \times \frac{2\ mol\ HCl}{1\ mol\ Na_2CO_3} = 2x\ mol\ HCl$$

$$y\ mol\ NaHCO_3 \times \frac{1\ mol\ HCl}{1\ mol\ NaHCO_3} = y\ mol\ HCl$$

$$\rightarrow y + 2x = 0.02137 \qquad (1)$$

وزن مخلوط:

$$x\ mol\ Na_2CO_3 \times \frac{105.99\ g\ Na_2CO_3}{1\ mol\ Na_2CO_3} = 105.99x\ g\ Na_2CO_3$$

$$y\ mol\ NaHCO_3 \times \frac{84.01\ g\ NaHCO_3}{1\ mol\ NaHCO_3} = 84.01y\ g\ NaHCO_3$$

$$\rightarrow 105.99x + 84.01y = 1.372 \qquad (2)$$

با حل دو معادله و دو مجهول *(1) , (2)*

$$x = 0.00682 \rightarrow 105.99x = 0.722\ g\ Na_2CO_3$$

۳۳-گزینه ب

$$Ce^{4+} + Fe^{2+} \rightarrow Ce^{3+} + Fe^{3+}$$

تعداد مول Fe^{2+} مازاد با تعداد مول Ce^{4+} مصرفی برابر است پس داریم:

$$M \times V = 12.99 \times 0.08362 \times 10^{-3} = 1.08622 \times 10^{-3}$$

تعداد مول Fe^{2+} مصرفی جهت واکنش با ClO_3^- :

$$50 \times 0.09601 \times 10^{-3} - 1.08622 \times 10^{-3} = 3.7142 \times 10^{-3}$$

طبق واکنش ارائه شده در صورت سوال خواهیم داشت:

$$3.7142 \times 10^{-3}\ mol\ Fe^{2+} \times \frac{1\ mol\ \mathrm{KClO_3}}{6\ mol\ Fe^{2+}} \times \frac{122.55\ g\ \mathrm{KClO_3}}{1\ mol\ \mathrm{KClO_3}} = 0.07586\ g\ \mathrm{KClO_3}$$

$$\frac{0.07586}{0.1342} \times 100 = 56.53\%$$

ذهن زیبا

۳۴-گزینه ج

$$0.16\ g\ CH_4 \times \frac{1\ mol\ CH_4}{16\ g\ CH_4} \times \frac{891\ kJ}{1\ mol\ CH_4} = 8.91\ kJ = 8910\ J$$

۳۵-گزینه الف

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow 2390 = m \times 2.39 \times 10 \rightarrow m = 100\ g$$

۳۶-گزینه د

در یک چرخه مجموع آنتالپی ها صفر می باشد

$$\Delta H_1^0 + \Delta H_2^0 + \Delta H_3^0 + \Delta H_4^0 = 0 \rightarrow \Delta H_1^0 + \Delta H_2^0 = -(\Delta H_3^0 + \Delta H_4^0)$$

۳۷-گزینه ج

در فشار ثابت:

$$q_p = \Delta H^0$$

$$q_p = -900 \times 0.64 = -576\ J = -0.576\ kJ$$

$$M \times V = 0.1 \times 100 \times 10^{-3} = 0.01\ molNaOH$$

$$-0.576\ kJ \times \frac{1}{0.01\ mol\ NaOH} = -57.6\ \frac{kJ}{mol}$$

۳۸-گزینه د

$$\Delta H_{A-A}^0 = x \qquad \Delta H_{B-B}^0 = x - 10 \qquad \Delta H_{B-A}^0 = x + 20$$

$$\Delta H_r^0 = \Delta H_{A-A}^0 + \Delta H_{B-B}^0 - 2\Delta H_{B-A}^0 = x + x - 10 - 2 \times (x + 20) = -50\frac{kJ}{mol}$$

ذهن زیبا

۳۹-گزینه د

واکنش تشکیل $Cl^-(aq)$ و $H^+(aq)$ به صورت زیر می باشد

$$\frac{1}{2}Cl_2(g) \rightarrow Cl^-(aq) \qquad \Delta H_f^0\left(Cl^-(aq)\right) = ?$$

$$\frac{1}{2}H_2(g) \rightarrow H^+(aq) \qquad \Delta H_f^0\left(H^+(aq)\right) = 0$$

با استفاده از قانون هس و نوآرایی واکنش ها خواهیم داشت:

$$\frac{1}{2}H_2(g) + \frac{1}{2}Cl_2(g) \rightarrow HCl(g) \qquad \Delta H^0 = \frac{1}{2}x\ kJ$$

$$HCl(g) \rightarrow HCl(aq) \qquad \Delta H^0 = y\ kJ$$

$$HCl(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq) \qquad \Delta H^0 = z\ kJ$$

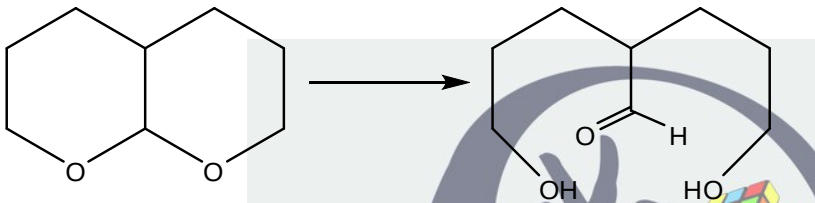
$$H^+(aq) \rightarrow \frac{1}{2}H_2(g) \qquad \Delta H^0 = 0\ kJ$$

با جمع واکنش های نوآرایی شده خواهیم داشت:

$$\frac{1}{2}Cl_2(g) \rightarrow Cl^-(aq) \qquad \Delta H_f^0\left(Cl^-(aq)\right) = \frac{1}{2}x + y + z$$

۴۰-گزینه ب

طبق واکنش ارائه شده در صورت سوال خواهیم داشت

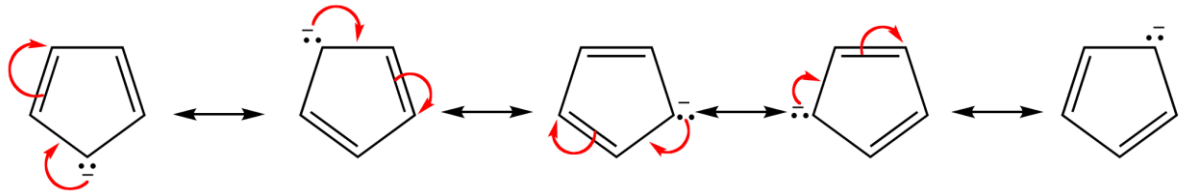


۴۱-گزینه الف

الکل ها و آمین ها به دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی دارای نقطه جوش بیشتری می باشند. الکل ها نسبت به آمین ها به دلیل تشکیل پیوند هیدروژنی قویتر نقطه جوش بالاتری را دارا می باشند. اترها نیز به دلیل قطبیت بیشتر نسبت به آلکان ها، دارای نقطه جوش بیشتری نسبت به آلکان ها می باشند

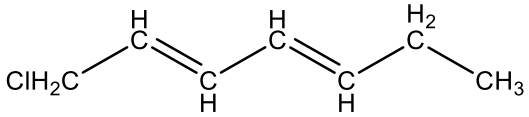
۴۲-گزینه ج

ساختارهای رزونانسی به صورت زیر می باشند:



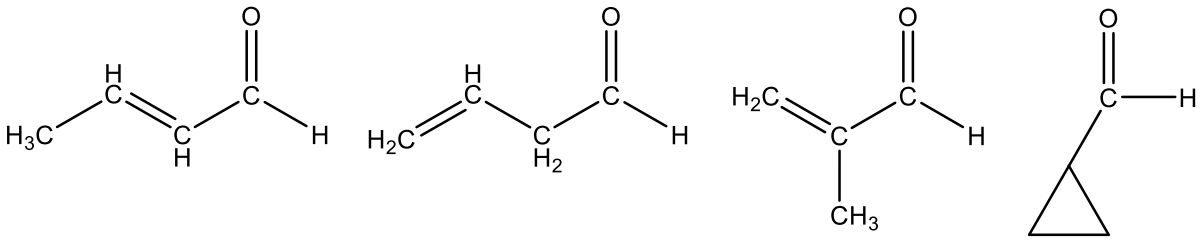
۴۳-گزینه ب

به ایزومر A ایزومر سیس (هیدروژن ها در یک جهت در اطراف پیوند دوگانه قرار دارند) و به ایزومر B ایزومر ترانس (هیدروژن ها در خلاف جهت یکدیگر در اطراف پیوند دو گانه قرار دارند) می گویند. در ترکیب ۱-کلرو ۴،۲- هپتا دی ان همان طور که در ساختار مولکول در زیر نشان داده شده است ۲ پیوند دو گانه موجود است. برای این ترکیب ۴ ایزومر سیس- سیس، سیس – ترانس، ترانس- سیس، ترانس-ترانس می توان در نظر گرفت.



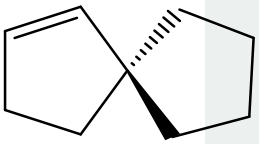
۴۴-گزینه ج

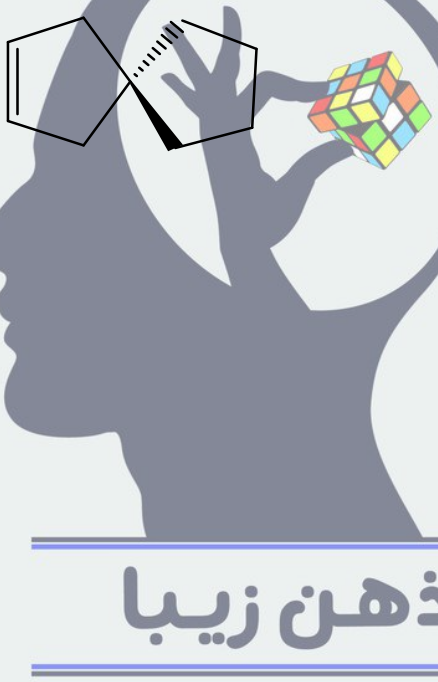
ایزومرهای ساختاری آلدهیدی سیکلوبوتانون در زیر رسم شده است



۴۵-گزینه الف

مصرف ۱ مول گاز هیدروژن بیانگر وجود یک پیوند دوگانه در ساختار مولکول می باشد. برای ساختار مولکول A شکل های زیر را می توان در نظر گرفت

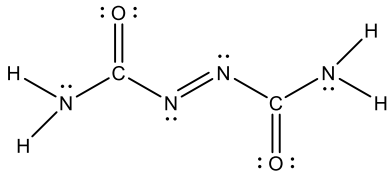




بخش ۲: پاسخنامه سوالات تشریحی

۱-قسمت اول

۱-الف)



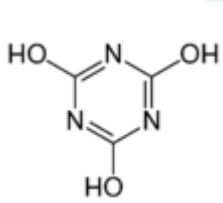
۱-ب)

$$N\hat{C}N > N\hat{N}C > H\hat{N}C$$

۱-پ)

$$3C_2H_4N_4O_2 \rightarrow 6CO + 4N_2 + 4NH_3$$

۱-ت)



۱-ث)

$$A:\quad 3C = O + 6C - N + 3N - H \rightarrow 3 \times 745 + 6 \times 305 + 3 \times 391 = 5238\ \frac{kJ}{mol}$$

$$B:\quad 3C = N + 3C - N + 3C - O + 3O - H$$

$$\rightarrow 3 \times 615 + 3 \times 305 + 3 \times 358 + 3 \times 467 = 5235\ \frac{kJ}{mol}$$

ترکیب A به دلیل داشتن انرژی پیوند بیشتر پایدارتر می باشد

۱-قسمت دوم

۱-ج)

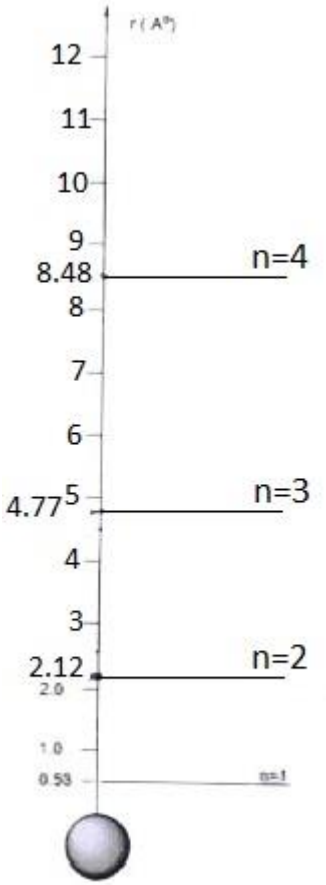
$$r_n = \frac{n^2h^2}{4\pi^2KmZe^2} \rightarrow r_n = r_1 \times n^2 \rightarrow r_n = 0.53 \times n^2\ \dot{A}$$

$$r_1 = 0.53\ \dot{A} \qquad r_2 = 0.53 \times 2^2 = 2.12\ \dot{A} \qquad r_3 = 0.53 \times 3^2 = 4.77\dot{A}$$

ذهن زیبا

$r_4 = 0.53 \times 4^2 = 8.48\ \dot{A}$

ج-۱)



ج-۱)

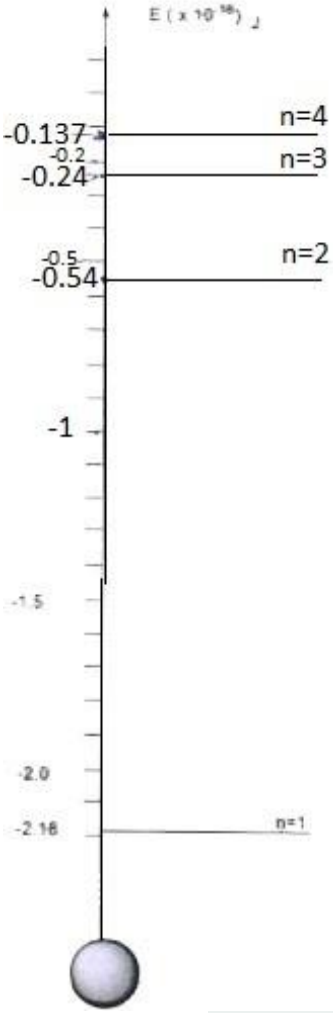
$$E_n = \frac{-2\pi^2 K^2 m Z^2 e^4}{n^2 h^2} \rightarrow E_n = \frac{E_1}{n^2} \rightarrow E_n = \frac{-2.18 \times 10^{-18}}{n^2} J$$

$$E_1 = -2.18 \times 10^{-18} J \qquad E_2 = \frac{-2.18 \times 10^{-18}}{2^2} = -0.545 \times 10^{-18} J$$

$$E_3 = \frac{-2.18 \times 10^{-18}}{3^2} = -0.24 \times 10^{-18} J \qquad E_4 = \frac{-2.18 \times 10^{-18}}{3^2} = -0.137 \times 10^{-18} J$$

ذهن زیبا

۱-خ)



ذهن زیبا

۲-

۲-الف)

$$2Au + 4NaCN + \frac{1}{2}O_2 + H_2O \rightarrow 2NaAu(CN)_2 + 2NaOH$$

۲-ب)

$$Au + HNO_3 + 4HCl \rightarrow NO + HAuCl_4 + 2H_2O$$

۲-پ)

$$Au + 3HNO_3 + 4HCl \rightarrow 3NO_2 + HAuCl_4 + 3H_2O$$

۳-

۳-الف)

$$2YBa_2Cu_3O_{7-x} + (7-2x)H_2(g) \xrightarrow{1000℃} Y_2O_3(s) + 4BaO(s) + 6Cu(s) + (7-2x)H_2O(g)$$

۳-ب)

جرم مولی $YBa_2Cu_3O_{7-x}$:

$$YBa_2Cu_3O_{7-x} = 88.9 + 2 \times 137.3 + 3 \times 63.5 + (7-x) \times 16 = 666 - 16x$$

کاهش وزن به دلیل خروج اکسیژن به صورت بخار آب می باشد. وزن اکسیژن از دست رفته:

$$28.19 - 25.85 = 2.34\ mg\ O_2$$

$$28.19\ mg\ YBa_2Cu_3O_{7-x} \times \frac{1\ mol\ YBa_2Cu_3O_{7-x}}{666-16x\ g\ YBa_2Cu_3O_{7-x}} = \frac{28.19}{666-16x} mmol\ YBa_2Cu_3O_{7-x}$$

$$2.34\ mg\ O_2 \times \frac{1\ mol\ O_2}{16\ gr O_2} = 0.14625\ mmol O_2$$

$$\rightarrow \frac{\frac{28.19}{666-16x}}{0.14625} = \frac{2}{7-2x} \rightarrow x = 0.048$$

ذهن زیبا

۴-

۴-الف)

$$2p\left(j=\frac{3}{2}\right), Z=8, n=2$$

$$E_{n,j} = -2.18 \times \left(\frac{8^2}{2^2}\right) - 1.16 \times 10^{-4} \times \left(\frac{8^4}{2^4}\right) \times \left(\frac{2}{\frac{3}{2}+\frac{1}{2}} - \frac{3}{4}\right) = -34.887$$

بهمین ترتیب خواهیم داشت:

$1s\left(j=\frac{1}{2}\right)$ انرژی تراز $= -139.639$

$2p\left(j=\frac{1}{2}\right)$ انرژی تراز $= -34.917$

$2s\left(j=\frac{3}{2}\right)$ انرژی تراز $= -34.887$

۴-ب)

$$3d(j=\frac{5}{2}) \rightarrow 2p(j=\frac{3}{2})$$

$$3d(j=\frac{3}{2}) \rightarrow 2p(j=\frac{3}{2})$$

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

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

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

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

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

۴-پ)

$$\Delta E_1 = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.62606957 \times 10^{-34}(J.s) \times 2.99792458 \times 10^{8}(\frac{m}{s})}{589.756 \times 10^{-9}m} \times \frac{10^{18}\ aJ}{1\ J}$$
$$= 0.336825\ aJ$$

$$\Delta E_2 = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.62606957 \times 10^{-34}(J.s) \times 2.99792458 \times 10^{8}(\frac{m}{s})}{589.158 \times 10^{-9}m} \times \frac{10^{18}\ aJ}{1\ J}$$
$$= 0.337167\ aJ$$

$$\Delta E_2 - \Delta E_1 = 3.42 \times 10^{-4}\ aJ$$

اختلاف انرژی دو تراز $3p(j=\frac{1}{2})$ و $3p(j=\frac{3}{2})$ بر حسب اتوژول = $3.42 \times 10^{-4}\ aJ$

۵-

۵-الف)

غیر خود به خودی (به دلیل مثبت بودن تغییرات انرژی آزاد گیبس)

در واکنش فوق هم عامل انرژی و هم عامل بی نظمی ، نامساعد است.

ذهن زیبا

۵-ب)

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0 = 2811.6 + 300 \times 260 \times 10^{-3} = 2889.6\ kJ$$

۵-پ)

انرژی لازم برای یک مولکول:

$$2889.6 \times 10^3 \times \frac{1\ O_2}{6 \times 6.02 \times 10^{23}\ O_2} = n \times 4 \times 10^{-19} \rightarrow n = 2$$

۵-ت)

مقدار انرژی جذب از فوتون ها:

$$0.1 \times 6.02 \times 10^{23} \times \frac{10}{100} \times 4 \times 10^{-19} = 2408\ J$$

$$\rightarrow 2408\ J \times \frac{1\ mol\ C_6H_{12}O_6}{2889.6 \times 10^3\ J} \times \frac{180\ g\ C_6H_{12}O_6}{1\ mol\ C_6H_{12}O_6} = 0.15\ g\ C_6H_{12}O_6$$

۵-ث)

واکنش سوختن واکنش معکوس الف می باشد پس:

$$-2811.6\ kJ$$

۵-ج)

$$\Delta G^0 = \sum \Delta G_f^0 \text{فرآوردهها} - \sum \Delta G_f^0 \text{واکنش دهند ه ها}$$

$$\Delta G^0 = 2889.6 = \Delta G_f^0(C_6H_{12}O_6) + 0 - (6 \times -395 + 6 \times -237)$$

$$\rightarrow \Delta G_f^0(C_6H_{12}O_6) = \boxed{-902.4\ kJ}$$

۵-چ)

$$\Delta H^0 = \sum \Delta H_f^0 \text{فرآوردهها} - \sum \Delta H_f^0 \text{واکنش دهند ه ها}$$

$$\Delta H^0 = 2 \times -280 + 2 \times -393.5 - (-1270) = -77\ \frac{kJ}{mol}$$

$\Delta H^0 < 0 \rightarrow$ گرماده

۵-ح)

$$\Delta H^0$$

به دلیل افزایش حجم فرآورده ها نسبت به واکنش دهنده ها ، سیستم بر روی محیط کار انجام داده در نتیجه مقدار کار منفی می باشد و از آنجاییکه با جمع جبری کار وتغییرات آنتالپی مقدار تغییرات انرژی درونی بدست می آید در نتیجه مقدار تغییرات انرژی درونی عدد منفی تری خواهد بود.

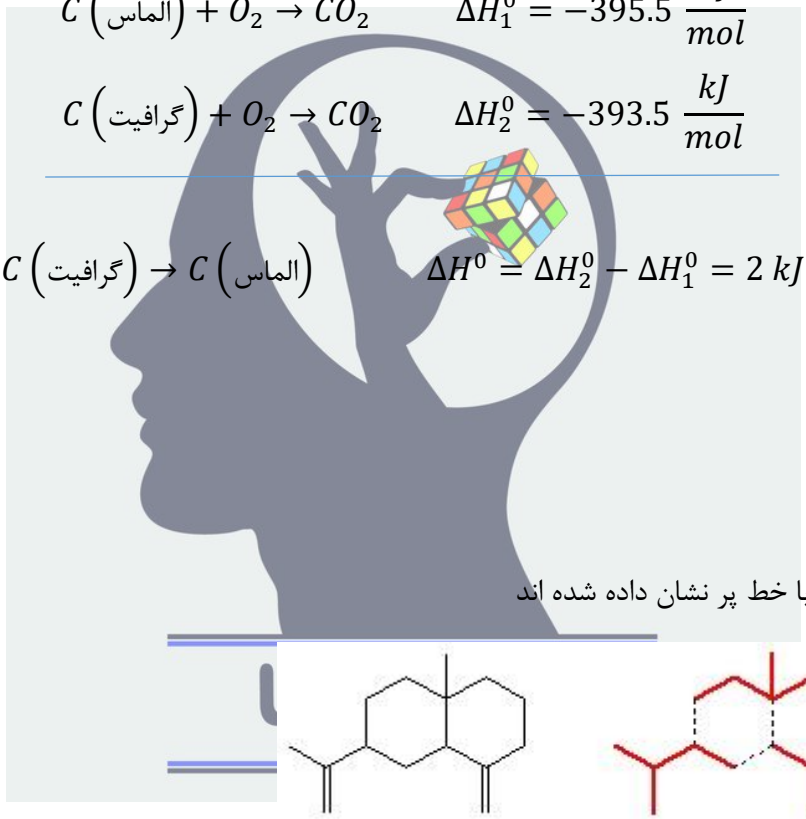
۵-خ)

این سوال بر اساس قانون هس قابل حل است :

$$C\left(\text{الماس}\right) + O_2 \rightarrow CO_2 \qquad \Delta H_1^0 = -395.5\ \frac{kJ}{mol}$$

$$C\left(\text{گرافیت}\right) + O_2 \rightarrow CO_2 \qquad \Delta H_2^0 = -393.5\ \frac{kJ}{mol}$$

$$C\left(\text{گرافیت}\right) \rightarrow C\left(\text{الماس}\right) \qquad \Delta H^0 = \Delta H_2^0 - \Delta H_1^0 = 2\ kJ$$

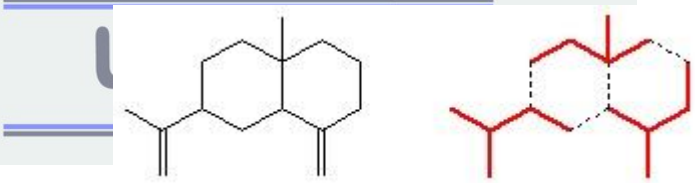


۶- قسمت اول

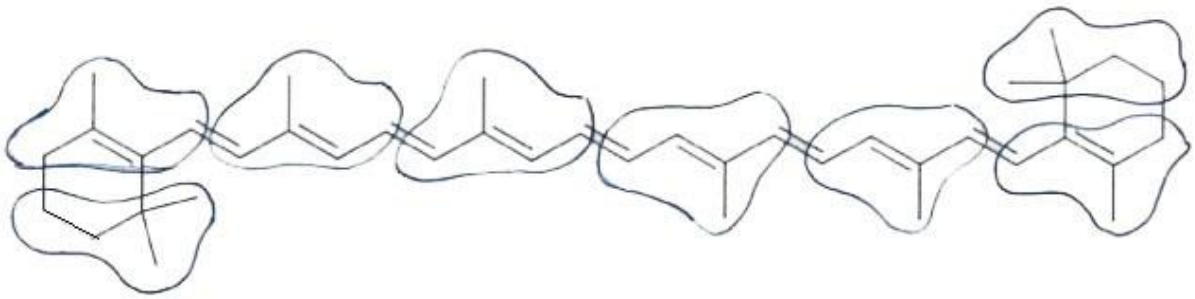
۶-الف) ۳

۶-ب)

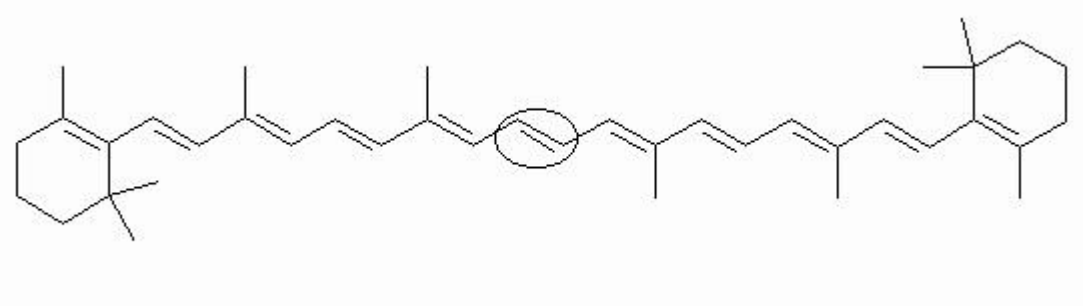
واحدهای ایزوپرنی با خط پر نشان داده شده اند



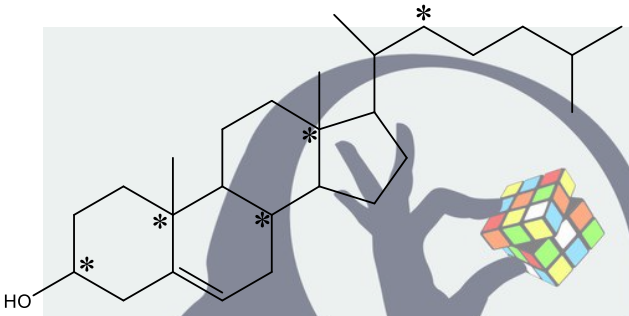
۶-پ)



۶-ت)

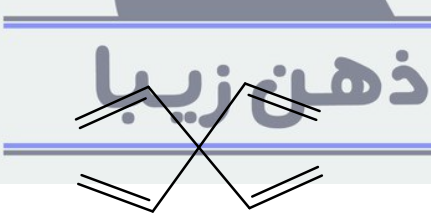


۶-ث)



۶- قسمت دوم

با توجه به توضیحات ارائه شده فرمول مولکولی ترکیب مورد نظر C_9H_{12} می باشد. این ترکیب دارای درجه سیر نشدگی ۴ می باشد . از آنجایی که طی هر مرحله با مصرف ۱ مول هیدروژن یا دوتریم تنها یک ترکیب حاصل می شود مولکول مورد نظر باید دارای ۴ پیوند دوگانه متقارن (یکسان) در ساختار خود باشد. پس ساختار مولکول مورد نظر به صورت زیر خواهد بود:



ذهن زیبا