



جمعه
۱۴۰۴/۰۱/۰۸

دفترچه پاسخ

فصل ۲ یازدهم

دوبینگ ماز

گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی

شیمی

| ویراستاران | طراحان | مسئول درس | درس |
|--|---|------------------|------|
| فرهنگ امیری - بنیامین بهرامی محمد داودآبادی فراهانی | فرشاد هادیان فرد - حسین ایروانی علی ترابی - محمد کهنه پوشی مهسا بایمانی نژاد - عالیه میرزایی سعیده محبی - فرهنگ امیری - امیر بصرای | فرشاد هادیان فرد | شیمی |

| | | | | | | | |
|-----------|-----------------------|------------|-----------|----------|----------|-------|-----------|
| ۴ دوازدهم | ۳ یازدهم ۳ دوازدهم | ۲ دوازدهم | ۱ دوازدهم | ۲ یازدهم | ۱ یازدهم | ۳ دهم | ۱ و ۲ دهم |
| هفته ششم | هفته پنجم | هفته چهارم | هفته سوم | هفته دوم | هفته اول | | |

۵۵ روز جمع‌بندی تا کنکور اردیبهشت

حق چاپ و تکثیر سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز «گروه ماز» مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

به دلیل عدم رضایت تیم ماز، هرگونه استفاده غیرقانونی از دفترچه سؤالات و پاسخنامه ماز برای تمامی اشخاص، شرعاً حرام است.



سلام به تو، دوست مازی من!

نوبت رسیده به فصل ۲ کتاب شیمی یازدهم! این فصل هم به طور کلی از دو قسمت مجزا تشکیل شده. قسمت اول مربوط به بحث ترمودینامیک و گرما همیشه و قسمت دوم، به بحث سینتیک و سرعت در واکنش‌ها اختصاص داره! قسمت بیشتر سؤالات این فصل، از قسمت اول و باقی سؤالات اون هم از قسمت دوم طراحی میشن. به طور کلی، فصل دوم از کتاب شیمی یازدهم، از جمله فصل‌های پُر حجم کتاب درسی به حساب میاد و تعداد زیادی از سؤالات این فصل، به بخش مسائل اختصاص دارن. اطلاعات آماری مربوط به فصل دوم کتاب شیمی یازدهم، به شرح زیر است:

| تعداد میانگین سؤالات فصل در کنکورهای اخیر | | تعداد سؤالات مسئله | |
|--|--|------------------------|-------------------------|
| ۳ | ۵ | ۳ | ۵ |
| تعداد سؤالات مسئله | تعداد سؤالات حفظی و مفهومی | مهم‌ترین تیترهای مسئله | مهم‌ترین تیترهای مفهومی |
| رابطه $Q = mc\Delta\theta$ در فرایندها - محاسبه گرمای مبادله شده در واکنش‌ها - محاسبه تغییر آنتالپی به کمک آنتالپی پیوند و قانون هس - بررسی مفهوم آنتالپی سوختن و ارزش سوختی - محاسبه سرعت متوسط تولید یا مصرف مواد - سرعت واکنش | بررسی مفهوم انرژی گرمایی، انرژی شیمیایی و مبادله گرما - بررسی مفهوم گرمای ویژه و ظرفیت گرمایی - بررسی مفهومی آنتالپی سوختن و ارزش سوختن - بررسی عوامل مؤثر بر سرعت واکنش‌ها - لیست کاتالیزگرهای مهم در واکنش‌های شیمیایی - بررسی ساختار گروه‌های عاملی کتونی و آلدهیدی | | |

در این فصل هم براتون تعدادی سؤال چالشی‌تر رو به صورت ضمیمه در انتهای پاسخنامه قرار دادیم تا بتونید سؤالات بیشتری رو حل کنید و خودتون رو به چالش بکشید! طراحی و آماده‌سازی این سؤالات، واقعاً زمان زیادی رو از ما گرفته اما مطمئنم که شما به خوبی از این سؤالات استفاده می‌کنید و نتیجه اون رو در کنکورتون خواهید دید!

دکتر فرشاد هادیان‌فرد - رتبه ۲۸ کنکور ۹۴ و مسئول درس شیمی آزمون ماز

۱- کدام مورد، نادرست است؟

- ۱) ماده و انرژی اجزای بنیادی جهان مادی هستند و یافته‌های تجربی تبدیل ماده به انرژی را تأیید می‌کند.
- ۲) در دمای اتاق، جنبش‌های نامنظم ذره‌ها در یک نمونه روغن، از یک نمونه چربی شدیدتر است.
- ۳) اگر میانگین تندی مولکول‌ها و انرژی گرمایی دو نمونه آب برابر باشد، جرم دو نمونه به یقین برابر است.
- ۴) از بین دو ماده آب و روغن زیتون، گرمای ویژه ماده‌ای با چگالی کمتر، بیشتر از ماده دیگر است.

(آسان - مفهومی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

ظرفیت گرمایی ویژه یک ماده هم‌ارز با گرمای لازم برای افزایش دمای یک گرم از آن ماده به اندازه ۱ درجه سلسیوس است. مقدار گرمای ویژه مواد مختلف را با نماد c نشان می‌دهند. ظرفیت گرمایی ویژه یک ماده برخلاف ظرفیت گرمایی آن تنها به نوع ماده وابسته است. در میان مواد مختلف، آب ظرفیت گرمایی ویژه بالایی دارد و گرمای ویژه آن نسبت به روغن زیتون بیشتر است. توجه داریم که روغن زیتون نسبت به آب چگالی کمتری دارد.

گرمای ویژه

اگر بخواهیم دمای دو جسم متفاوت با جرم‌های یکسان را به میزان برابری افزایش بدهیم، مقدار گرمای مورد نیاز برای تغییر دمای جسمی که گرمای ویژه (c) بزرگتری دارد، نسبت به جسم دیگر بیشتر خواهد بود. به عنوان مثال، اگر ۲۰۰ گرم آب با دمای 25°C و گرمای ویژه $4.18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ و ۲۰۰ گرم روغن زیتون با دمای 25°C و گرمای ویژه $1.97 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ را در دو ظرف جداگانه بریزیم، برای رساندن دمای نمونه‌های آب و روغن زیتون به 75°C ، به ترتیب به ۴۱۸۰۰ و ۱۹۷۰۰ ژول گرما نیاز داریم. اگر تخم‌مرغ‌های A و B را به ترتیب در نمونه‌هایی از آب و روغن زیتون با جرم ۲۰۰ گرم و دمای 75°C بیندازیم، تخم‌مرغ A برخلاف تخم‌مرغ دیگر پخته می‌شود. در واقع چون آب در مقایسه با روغن زیتون گرمای ویژه بالاتری دارد، تخم‌مرغ A در تماس با آب گرمای بیشتری را جذب کرده و پخته می‌شود در حالی که گرمای جذب شده توسط تخم‌مرغ B در تماس با روغن زیتون، برای پخته شدن آن کافی نیست.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) دانشمندان اجزای بنیادی جهان را ماده و انرژی می‌دانند. خورشید تنها منبع حیات‌بخش انرژی است. در این ستاره ماده به انرژی تبدیل می‌شود؛ پس جرم خورشید در فرایند تولید انرژی، کاهش می‌یابد. واکنش‌های انجام‌شده در خورشید، در دسته واکنش‌های هسته‌ای قرار دارند. این واکنش‌ها با کاهش جرم همراه بوده و در آن ماده به انرژی تبدیل می‌شود.

۲) روغن و چربی از جمله ترکیب‌های آلی هستند که به دلیل تفاوت در ساختار، رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارند. روغن دارای حالت فیزیکی مایع بوده اما چربی به حالت جامد است. مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر جنبش‌های نامنظم ذرات سازنده یک ماده، حالت فیزیکی آن ماده است. از آنجا که در مواد جامد، جنبش‌های نامنظم ذرات نسبت به حالت مایع کمتر است، پس می‌توان گفت که جنبش‌های نامنظم ذرات در یک نمونه از روغن از یک نمونه چربی شدیدتر است.

۳) انرژی گرمایی یک ماده معادل با مجموع انرژی جنبشی ذرات سازنده آن ماده است درحالی که دمای یک ماده، میانگین انرژی جنبشی ذرات سازنده آن ماده را نشان می‌دهد. انرژی گرمایی یک ماده علاوه بر دما، به جرم نیز وابسته است و تغییرات آن از رابطه $Q = mc\Delta\theta$ محاسبه می‌شود. با توجه به



اینکه هر دو نمونه آب دمای برابری دارند، پس بایستی جرم برابری نیز داشته باشند تا انرژی گرمایی دو نمونه با هم برابر باشد. جدول زیر، مقایسه دما و انرژی گرمایی را برای یک نمونه از ماده نشان می‌دهد:

| کمیت | تعریف | وابستگی به تعداد ذرات (جرم) ماده | وابستگی به تندی حرکت ذرات ماده |
|--------------|---|----------------------------------|--------------------------------|
| انرژی گرمایی | به مجموع انرژی جنبشی ذرات سازنده یک نمونه از ماده، انرژی گرمایی گفته می‌شود. | دارد | دارد |
| دما | کمیتی است که میانگین انرژی جنبشی ذرات سازنده یک نمونه از ماده را نشان می‌دهد. | ندارد | دارد |

گروه آموزشی ماز

۲- با دادن مقداری گرما به محتویات یک ظرف دارای ۱۷۴ میلی لیتر هگزان، دما به اندازه $a^{\circ}\text{C}$ بالاتر می‌رود. اگر در این فرایند از ۲۹۹ میلی لیتر بنزن استفاده شود، دما به اندازه $b^{\circ}\text{C}$ افزایش خواهد یافت. کدام گزینه مقدار $a + b$ را به درستی نشان می‌دهد؟ (چگالی هگزان و بنزن به ترتیب برابر 0.87 g mL^{-1} و 0.65 g mL^{-1} بوده و گرمای ویژه این دو ماده به ترتیب برابر $2.3\text{ J g}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ و $1.7\text{ J g}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ است.)

- (۱) $1/7a$ (۲) $2/7a$ (۳) $1/7b$ (۴) $2/7b$

(متوسط - مسئله - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

دادن گرما به یک جسم، منجر به افزایش دما و گرفتن گرما از یک جسم، منجر به کاهش دمای آن جسم می‌شود. با دادن دما به یک جسم، دمای آن مطابق معادله زیر تغییر می‌کند:

$$Q = mc\Delta\theta$$

با توجه به برابر بودن گرمای مبادله شده در ظرف دارای هگزان و بنزن، داریم:

$$Q_{\text{بنزن}} = Q_{\text{هگزان}} \rightarrow m_{\text{بنزن}} c_{\text{بنزن}} \Delta\theta_{\text{بنزن}} = m_{\text{هگزان}} c_{\text{هگزان}} \Delta\theta_{\text{هگزان}}$$

جرم یک ماده از حاصل ضرب حجم ماده در چگالی آن به دست می‌آید. بنابراین رابطه بالا را می‌توان به صورت زیر نیز بازنویسی کرد:

$$\Rightarrow \text{جرم} \times \text{چگالی} = m \Rightarrow \frac{m}{V(\text{حجم})} = \rho(\text{چگالی})$$

$$\rho_{\text{بنزن}} V_{\text{بنزن}} c_{\text{بنزن}} \Delta\theta_{\text{بنزن}} = \rho_{\text{هگزان}} V_{\text{هگزان}} c_{\text{هگزان}} \Delta\theta_{\text{هگزان}} \Rightarrow 174 \times 0.65 \times a \times 2/3 = 299 \times 1.7 \times 0.87 \times b$$

$$\Rightarrow \frac{a}{b} = 1/7 \rightarrow a = 1/7 b \rightarrow a + b = 2/7 b$$

بنابراین مجموع مقادیر a و b معادل $2/7b$ خواهد بود.

گروه آموزشی ماز

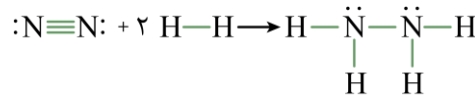
۳- کدام مورد، نادرست است؟

- ۱) گرمای حاصل از سوختن یک گرم الماس بیشتر از یک گرم گرافیت است.
- ۲) گرمای آزاد شده در واکنش H_2 و Cl_2 در دمای ثابت، ناشی از تفاوت انرژی گرمایی ذره‌ها نیست.
- ۳) با افزایش جرم مولی در ترکیبات هیدروژن دار عنصر نیتروژن، میزان پایداری این مواد به یقین افزایش می‌یابد.
- ۴) اگر به دو نمونه یک گرمی از آب و اتانول، مقدار ۱۰۰ کالری گرما دهیم، افزایش دمای اتانول بیشتر خواهد بود.

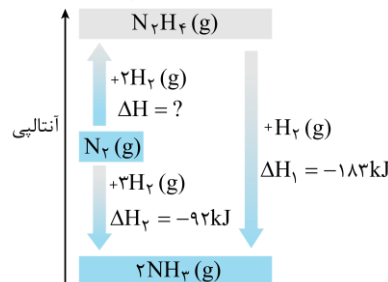
(متوسط - مفهومی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۳

هیدرازین (N_2H_4)، ترکیبی هیدروژن دار از عنصر نیتروژن است که از واکنش گازهای نیتروژن و هیدروژن حاصل می‌شود:



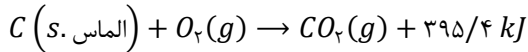
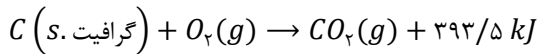
هیدرازین نسبت به آمونیاک که یکی دیگر از ترکیبات هیدروژن دار نیتروژن است، جرم مولی بالاتری داشته و سطح انرژی آن نیز بالاتر است. از آنجا که سطح انرژی یک ترکیب با پایداری آن رابطه عکس دارد، پس می‌توان گفت که میزان پایداری ترکیبات هیدروژن دار عنصر نیتروژن با افزایش جرم مولی کاهش می‌یابد. در رابطه با نیتروژن، آمونیاک و هیدرازین و فرایند تبدیل این سه ماده به یکدیگر، داریم:



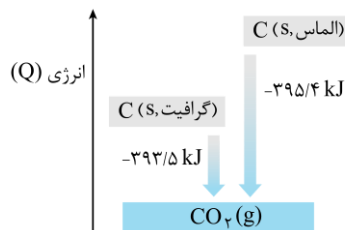


بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ به شکل‌های متفاوت مولکولی یا بلوری یک عنصر در حالت فیزیکی یکسان، آلوتروپ یا دگرشکل گفته می‌شود. الماس و گرافیت، دو آلوتروپ متفاوت از کربن هستند. این دو ماده به‌طور خالص از اتصال اتم‌های کربن به یکدیگر تشکیل شده‌اند. معادله سوختن این دو ماده به‌صورت زیر است:



با توجه به معادله‌های بالا می‌توان نتیجه گرفت که سطح انرژی الماس بیشتر از گرافیت است و به ازای سوختن جرم یکسانی از این دو ماده، گرمای حاصل از سوختن الماس بیشتر است. در رابطه با این دو ماده، داریم:



۲ واکنش موردنظر به‌صورت زیر انجام می‌شود:

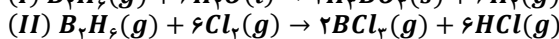
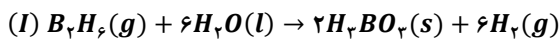


گرمای آزاد شده یا مصرف شده در یک واکنش شیمیایی در دمای ثابت، به‌طور عمده ناشی از تفاوت میان انرژی پتانسیل مواد واکنش‌دهنده و مواد فراورده است. در این واکنش نیز تفاوت چشمگیری میان انرژی گرمایی فراورده و واکنش‌دهنده‌ها وجود ندارد و گرمای آزاد شده ناشی از بالاتر بودن انرژی پتانسیل گازهای هیدروژن و کلر نسبت به انرژی پتانسیل گاز هیدروژن کلرید است.

۳ با توجه به وجود پیوندهای هیدروژنی قوی‌تر در آب، گرمای ویژه یک نمونه آب در مقایسه با اتانول بیشتر است. تغییر دمای یک جسم در اثر گرما از رابطه $\Delta\theta = \frac{Q}{mc}$ به دست می‌آید. پس اگر گرما و جرم جسم مقداری مشخص باشند، تغییر دمای جسم تنها به گرمای ویژه جسم بستگی داشته و با آن رابطه معکوس دارد؛ به صورتی که هر چه گرمای ویژه یک جسم بیشتر باشد، تغییر دمای آن کمتر خواهد بود. با توجه به کمتر بودن ظرفیت گرمایی ویژه اتانول نسبت به آب، تغییر دمای اتانول به ازای دادن ۱۰۰ کالری گرما یا هر مقدار دیگری از گرما به یک گرم از این دو ماده، بیشتر خواهد بود.

گروه آموزشی ماز

۴ در یک محفظه مقداری گاز B_7H_6 وجود دارد. نیمی از این گاز مطابق واکنش (I) با آب و نیمی دیگر مطابق واکنش (II) با گاز کلر واکنش می‌دهد. اگر با ۸/۵۸ کیلوژول گرمادادن به گاز هیدروژن حاصل از واکنش (I)، دمای آن ۲۵ کلوین افزایش یابد، مجموع جرم فراورده‌های تولید شده در واکنش دوم چند گرم است؟ (گرمای ویژه هیدروژن $14/3 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ است.) ($Cl = 35/5$ و $B = 11$ و $H = 1: \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)



۹۰۸ (۴)

۶۸۹ (۳)

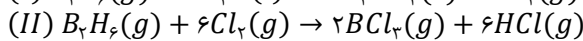
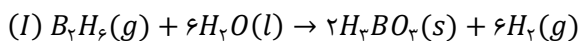
۶۷۳ (۲)

۴۵۴ (۱)

(متوسط - مسئله - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۴ آزمون وی ای پی

معادله موازنه شده واکنش‌های داده شده به‌صورت زیر است:



ابتدا جرم هیدروژن تولید شده در واکنش نخست را حساب می‌کنیم. با توجه به اینکه با دادن ۸/۵۸ کیلوژول گرما (معادل با ۸۵۸۰ ژول گرما) به گاز هیدروژن، دمای آن ۲۵ کلوین افزایش یافته است، داریم:

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow 8580 = m \times 14/3 \times 25 \rightarrow m = 24 \text{ g}$$

بنابراین ۲۴ گرم هیدروژن در واکنش نخست تولید شده است که معادل با ۱۲ مول از این گاز است. با توجه به داده‌های سؤال می‌دانیم که مقدار B_7H_6 مصرف شده در هر دو واکنش برابر است. بر این اساس می‌توان گفت که اگر در واکنش نخست به ازای مصرف مقدار مشخصی از B_7H_6 ، مقدار ۱۲ مول هیدروژن تولید شود، در واکنش دوم به ازای مصرف همان مقدار از B_7H_6 ، ۴ مول BCl_3 و ۱۲ مول گاز HCl تولید خواهد شد. به عبارت دیگر، در هر یک از واکنش‌های اول و دوم، ۲ مول گاز B_7H_6 مصرف شده است. در نهایت جرم دو ماده فراورده تولید شده در واکنش دوم را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ g } BCl_3 = 4 \text{ mol } BCl_3 \times \frac{117/5 \text{ g } BCl_3}{1 \text{ mol } BCl_3} = 470$$

$$? \text{ g } HCl = 12 \text{ mol } HCl \times \frac{36/5 \text{ g } HCl}{1 \text{ mol } HCl} = 438$$

با توجه به محاسبات انجام شده، در واکنش دوم در مجموع ۹۰۸ گرم فراورده تولید شده است.



۵- ترکیب با ساختار مقابل، با ندارد.



- ۱) ایزومر کتون - ساختار غیرحلقوی
- ۲) ایزومر آلدهیدی - محتوای انرژی متفاوت
- ۳) ایزومر آروماتیک - گروه عاملی هیدروکسیل
- ۴) ایزومر اتری - خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوت

(متوسط - مفهومی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۳

گروه‌های عاملی، آرایش منظمی از اتم‌ها هستند که به مولکول‌های آلی دارای آن‌ها، خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی می‌بخشند. گروه‌های عاملی که تنها یک اتم اکسیژن در ساختار خود دارند، شامل هیدروکسیل (الکی)، اتری و کربونیل (آلدهیدی و کتون) هستند که در جدول زیر خلاصه می‌شوند:

| فرمول عمومی | اولین عضو | ساختار گروه | خانواده |
|----------------|---------------------------|---|---------------------|
| $C_nH_{2n+2}O$ | CH_3OH (متانول) | $-OH$ | الکل‌ها (هیدروکسیل) |
| $C_nH_{2n+2}O$ | CH_3OCH_3 (دی‌متیل اتر) | $-O-$ | اترها |
| $C_nH_{2n}O_2$ | CH_3O (فرمالدهید) | $\begin{matrix} O \\ \\ -C-H \end{matrix}$ | آلدهیدها (کربونیل) |
| $C_nH_{2n}O_2$ | CH_3COCH_3 (استون) | $\begin{matrix} O \\ \\ -C- \end{matrix}$ | کتون‌ها (کربونیل) |

شیمی‌دان‌ها به موادی که فرمول مولکولی یکسانی دارند اما ساختار آن‌ها نسبت به یکدیگر متفاوت است، ایزومر یا همپار می‌گویند. ترکیب موردنظر الکی سیرنشده با فرمول مولکولی $C_6H_{11}OH$ بوده که در ساختار خود دارای یک پیوند دوگانه است. همان‌طور که می‌دانیم ترکیبات آروماتیک ترکیباتی هستند که در ساختار خود حلقه بنزنی دارند. ساختار بنزن به صورت زیر است:

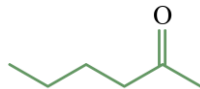


همان‌طور که در ساختار بالا مشخص است، ترکیبات آروماتیک در ساختار خود به علت داشتن حلقه بنزنی، حداقل ۳ پیوند دوگانه دارند و بر این اساس اگر ترکیبی آروماتیک ۶ کربنه را در نظر بگیریم، به‌طور قطع شمار هیدروژن کمتری نسبت به $C_6H_{11}OH$ دارد و فرمول مولکولی آن متفاوت از الکل موردنظر خواهد بود. چنین ترکیبی نمی‌تواند نسبت به الکل داده شده ایزومر باشد. شمارش تعداد کربن‌ها، اکسیژن‌ها و نیتروژن‌ها و هالوژن‌های ترکیبات آلی از روی شکل ساده است، ولی برای شمارش تعداد هیدروژن ترکیبات آلی، از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

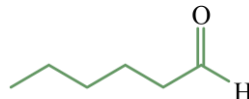
$$\left(\text{تعداد هالوژن} \right) - \left(\text{تعداد نیتروژن} \right) + \left(\text{تعداد پیوند سه‌گانه} \right) - 4 \left(\text{تعداد پیوند دوگانه} + \text{تعداد حلقه} \right) + 2 = \left(\text{تعداد کربن} \right) + 2 = \text{تعداد اتم هیدروژن}$$

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ کتون‌ها گروهی از ترکیبات آلی هستند که دارای گروه عاملی کتون هستند. در ساختار این گروه عاملی یک اتم اکسیژن توسط یک پیوند دوگانه به یک اتم کربن متصل شده و این اتم کربن نیز از دو طرف به دو زنجیره هیدروکربنی متصل شده است. ساختار زیر ۲-هگزانون را نشان می‌دهد:



فرمول مولکولی این ترکیب همانند الکل موردنظر، به صورت $C_6H_{12}O$ است اما به علت داشتن ساختار متفاوت، ایزومر الکل مدنظر به شمار می‌رود.
۲ آلدهیدها گروهی دیگر از ترکیبات آلی هستند که دارای گروه عاملی آلدهیدی هستند. در ساختار این گروه عاملی، یک اتم اکسیژن توسط یک پیوند دوگانه به یک اتم کربن متصل شده است. این اتم کربن از یک سو به اتم هیدروژن و از سوی دیگر به یک گروه R (زنجیره هیدروکربنی یا یک اتم هیدروژن) متصل شده است. ساختار ۲-هگزانال به صورت زیر است:



این ترکیب نیز ایزومر $C_6H_{11}OH$ به شمار می‌رود و به علت داشتن گروه عاملی متفاوت، محتوای انرژی متفاوتی از $C_6H_{11}OH$ نیز دارد.
۴ اترها دسته‌ای دیگر از ترکیبات آلی هستند که دارای گروه عاملی اتری هستند. در ساختار این گروه عاملی، دو زنجیره هیدروکربنی از دو طرف به یک اتم اکسیژن متصل شده‌اند. ساختار زیر یک اتر با فرمول مولکولی $C_6H_{12}O$ را نشان می‌دهد که فرمول مولکولی آن با $C_6H_{11}OH$ مشابه است اما به علت داشتن ساختار متفاوت، خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارد.



گروه آموزشی ماز



۶- مقدار ۵۰ درصد از جرم یک نوع خوراکی از کربوهیدرات و چربی تشکیل شده است. اگر ارزش سوختی این خوراکی برابر $12kJ \cdot g^{-1}$ باشد، نسبت جرم چربی به کربوهیدرات در این خوراکی کدام است؟ (ارزش سوختی کربوهیدرات و چربی به ترتیب برابر $17kJ \cdot g^{-1}$ و $38kJ \cdot g^{-1}$ بوده و باقی این خوراکی توسط آب تشکیل شده است.)

$\frac{1}{3}$ (۱) $\frac{1}{2}$ (۲) $\frac{2}{3}$ (۳) $\frac{3}{2}$ (۴)

(آسان - مسئله - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

بدن ما از غذا، مواد گوناگونی دریافت می‌کند. این مواد شامل کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، پروتئین‌ها، آب، ویتامین‌ها و مواد معدنی بوده که سه ماده نخست، افزون بر تأمین مواد اولیه برای سوخت و ساز یاخته‌ها، منابعی برای تأمین انرژی آن‌ها نیز هستند. برای تعیین میزان انرژی موجود در مواد غذایی از کمیتی به نام ارزش سوختی استفاده می‌شود. ارزش سوختی یک ماده غذایی، مقدار انرژی است که از اکسایش کامل یک گرم از آن ماده غذایی حاصل می‌شود و یکای آن کیلوژول بر گرم $kJ \cdot g^{-1}$ است. ارزش سوختی سه ماده غذایی زیر را به خاطر بسپارید:

| ماده غذایی | کربوهیدرات | پروتئین‌ها | چربی‌ها |
|----------------------------------|------------|------------|---------|
| ارزش سوختی ($kJ \cdot g^{-1}$) | ۱۷ | ۱۷ | ۳۸ |

برای محاسبه ارزش سوختی یک خوراکی، کافی است درصد جرمی هر یک از سه ماده غذایی بالا را در فرمول زیر قرار دهیم:

$$38 \times (\text{درصد جرمی چربی}) + 17 \times (\text{درصد جرمی پروتئین} + \text{درصد جرمی کربوهیدرات}) = \text{ارزش سوختی یک خوراکی}$$

طبق فرض سؤال، نیمی از خوراکی توسط چربی و کربوهیدرات تشکیل شده و نیمی از آن توسط آب تشکیل شده است. ارزش سوختی کربوهیدرات ۱۷ کیلوژول بر گرم و ارزش سوختی چربی، ۳۸ کیلوژول بر گرم است. پس اگر جرم کربوهیدرات به کار رفته در خوراکی را x گرم و جرم چربی موجود در آن را y گرم فرض کنیم، مقدار انرژی حاصل از مصرف این خوراکی معادل $17x + 38y$ کیلوژول خواهد بود. همچنین با توجه به اینکه مجموع جرم چربی و کربوهیدرات به کار رفته در خوراکی ۵۰ درصد جرم کل آن است، پس جرم ماده خوراکی برابر $2x + 2y$ است. بر این اساس، داریم:

$$\text{ارزش سوختی خوراکی} = \frac{\text{انرژی حاصل از کربوهیدرات و چربی}}{\text{جرم خوراکی}} \rightarrow 12 = \frac{17x + 38y}{2x + 2y} \rightarrow 24x + 24y = 17x + 38y \rightarrow x = 2y$$

با توجه به محاسبات بالا، جرم کربوهیدرات موجود در خوراکی ۲ برابر جرم چربی به کار رفته در آن است. در واقع می‌توان گفت درصد جرمی کربوهیدرات و چربی در این ماده خوراکی به ترتیب برابر با $33/3$ و $16/6$ درصد است.

◆ گروه آموزشی ماز ◆

۷- چند مورد از موارد زیر، درباره به کار بردن آنتالپی‌های پیوند برای تعیین آنتالپی یک واکنش درست است؟

الف: استفاده از این روش برای محاسبه ΔH واکنش پلیمری شدن اتن در دمای اتاق مناسب نیست.

ب: با ساده‌شدن مولکول‌ها، استفاده از این روش غیرمستقیم تفاوت کمتری با مقادیر تجربی ایجاد می‌کند.

پ: در واکنش‌های گرماده، مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده از مواد فراورده بزرگ‌تر است.

ت: با افزایش شمار اتم کربن در واکنش سوختن آلکن‌ها، مجموع آنتالپی پیوند در ساختار فراورده‌ها افزایش می‌یابد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

(متوسط - مفهومی - ۱۱۰۲)

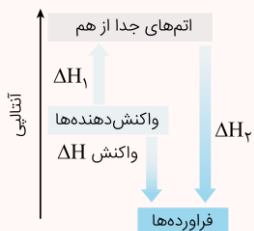
پاسخ: گزینه ۳

به مقدار انرژی لازم برای شکستن یک مول پیوند اشتراکی (کووالانسی) در حالت گازی، آنتالپی یک پیوند گفته می‌شود. هرچقدر که اتم‌ها دخیل در تشکیل یک پیوند اشتراکی با قدرت بیشتری یکدیگر را جذب کنند، انرژی مورد نیاز برای جدا کردن آن دو اتم (آنتالپی پیوند) نیز بیشتر خواهد بود. بر این اساس، عبارت‌های (الف)، (ب) و (ت) درست هستند.



آنتالپی پیوند

یکی از روش‌های غیرمستقیم محاسبه ΔH واکنش‌ها (روش‌هایی که در آن‌ها به صورت تئوریک و بدون انجام شدن واکنش، مقدار تغییر آنتالپی یک واکنش محاسبه می‌شود)، استفاده از آنتالپی پیوندهای دخیل در آن واکنش شیمیایی است. فرض کنید در یک واکنش شیمیایی، تمام پیوندهای کووالانسی موجود در واکنش‌دهنده‌ها به طور کامل شکسته شده و مجموعه‌ای از اتم‌های گازی مجزا به دست بیاید و پس از آن، این اتم‌های مجزا با اتصال پیوندهای کووالانسی جدید به یکدیگر متصل شده و فراورده‌ها را ایجاد کنند. در این شرایط، نمودار تغییر انرژی واکنش به صورت زیر در می‌آید:



$$\Delta H_1 = + \text{ (مجموع آنتالپی پیوند در مواد واکنش‌دهنده)}$$

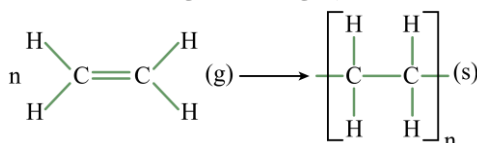
$$\Delta H_2 = - \text{ (مجموع آنتالپی پیوند در مواد فراورده)}$$

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \Delta H_1 + \Delta H_2 = \left(\text{مجموع آنتالپی پیوندها} \right) - \left(\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده} \right) - \left(\text{در مواد فراورده} \right)$$

همان‌طور که مشخص است، واکنش‌دهنده‌ها طی یک فرایند گرماگیر و با جذب ΔH_1 کیلوژول انرژی، به اتم‌های گازی مجزا تبدیل شده و پس از آن، اتم‌های مجزای حاصل با آزاد کردن ΔH_2 کیلوژول انرژی و طی یک فرایند گرماده به فراورده‌ها تبدیل شده‌اند. با توجه به این نمودار، مقدار ΔH واکنش برابر با مجموع مقادیر ΔH_1 و ΔH_2 می‌شود.

بررسی موارد:

«الف»: به کار بردن آنتالپی پیوند برای محاسبه ΔH واکنش، مربوط به واکنش‌هایی است که در آن، تمامی مواد به حالت گازی باشند. در فرایند پلیمری شدن اتن، مولکول‌های اتن در گرما و فشار بالا، یک جامد سفید رنگ به نام پلی‌اتن تولید می‌کنند. معادله واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:



پلی‌اتن در دمای اتاق حالت جامد دارد. با توجه به اینکه فراورده تولیدشده در این واکنش حالت جامد دارد، نمی‌توانیم از مفهوم آنتالپی پیوند برای محاسبه ΔH واکنش بهره ببریم.

«ب»: بر اساس یافته‌های تجربی، آنتالپی همه پیوندهای اشتراکی موجود در مولکول‌هایی مانند CH_4 که یک اتم مرکزی به چند اتم کناری یکسان با پیوندهای اشتراکی متصل شده است، یکسان نیست و به همین علت برای بیان انرژی پیوندهای چنین مولکول‌هایی، به کار بردن عبارت (میانگین آنتالپی پیوند) مناسب‌تر از آنتالپی پیوند است. طبیعتاً با ساده‌شدن مولکول‌ها، استفاده از میانگین آنتالپی پیوند تفاوت کمتری با مقادیر تجربی ایجاد می‌کند و استفاده از این روش خطای کمتری خواهد داشت.

«پ»: به منظور محاسبه ΔH یک واکنش به کمک آنتالپی پیوند، از رابطه زیر بهره می‌گیریم.

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \left[\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده} \right] - \left[\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده} \right]$$

در واکنش‌های گرماده که ΔH واکنش کوچک‌تر از صفر است، می‌توان نتیجه گرفت که مجموع آنتالپی پیوندها در ساختار مواد واکنش‌دهنده از مواد فراورده کوچک‌تر است.

«ت»: آنتالپی سوختن یک ماده، هم‌ارز با آنتالپی واکنشی است که در آن، یک مول از ماده موردنظر در اکسیژن کافی به‌طور کامل می‌سوزد. واکنش‌های سوختن گرماده هستند؛ بنابراین آنتالپی سوختن با $\Delta H < 0$ گزارش می‌شود. با افزایش جرم مولی هیدروکربن‌ها، آنتالپی سوختن ماده سوختنی منفی‌تر می‌شود و از آنجا که در واکنش‌های گرماده، مجموع آنتالپی پیوند مواد فراورده بیشتر از مواد واکنش‌دهنده است، با منفی‌تر شدن آنتالپی سوختن هیدروکربن و منفی‌تر شدن ΔH ، مجموع آنتالپی پیوند فراورده‌ها افزایش می‌یابد.

گروه آموزشی ماز

۸- همه موارد زیر نادرست هستند، به جز

- ۱) برخلاف بادام، در میخک یک ترکیب آلی هفت کربنی با گروه عاملی کربونیل وجود دارد.
- ۲) تعیین ΔH واکنش گرافیت با گاز هیدروژن به روش تجربی، بسیار دشوار و پرهزینه خواهد بود.
- ۳) در یخچال صحرائی، جذب گرما توسط ظروف سفالی باعث افت دمای فضای درونی دستگاه می‌شود.
- ۴) تغییر آنتالپی فرایندهای فتوسنتز، اکسایش گلوکز، فرازش یخ خشک و ذوب مس، همگی هم علامت هستند.

(متوسط - مفهومی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

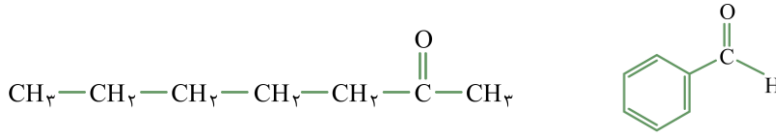
آنتالپی بسیاری از واکنش‌های شیمیایی را نمی‌توان به روش تجربی (گرماسنجی مستقیم) اندازه‌گیری کرد، زیرا برخی از آن‌ها مرحله‌ای از یک واکنش پیچیده هستند و برخی دیگر به آسانی انجام نشده و تأمین شرایط بهینه برای انجام آن‌ها بسیار دشوار است. در چنین شرایطی برای اندازه‌گیری گرمای مبادله‌شده در این واکنش‌ها باید از روش‌های غیرمستقیم مثل قانون هس استفاده کنیم. آزمایش‌ها و یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که تأمین شرایط بهینه برای انجام واکنش



گرافیت و هیدروژن با معادله $C(s) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g)$ بسیار پرهزینه است و به همین دلیل، برای تعیین ΔH این واکنش می‌توان از واکنش‌های دیگری بهره برد که ΔH آن‌ها از پیش تعیین شده است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

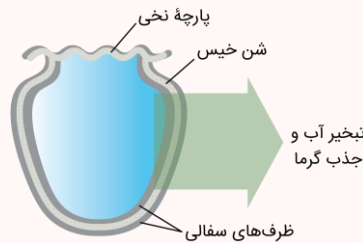
۱ ترکیب آلی موجود در بادام، بنزآلدئید با فرمول مولکولی C_7H_6O و ترکیب آلی موجود در میخک، ۲-هپتانون با فرمول مولکولی $C_7H_{14}O$ است. هر دو ترکیب دارای ۷ اتم کربن بوده و در ساختار خود، گروه کربونیل دارند. ساختار این دو ماده به صورت زیر است.



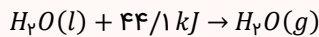
۳ در یخچال صحرایی، آبی که در بدنه ظرف سفالی بیرونی وجود دارد با گرفتن گرما از مواد درون ظرف سفالی داخلی و محیط اطراف، تبخیر می‌شود. این آب به علت گرفتن گرما از مواد موجود در ظرف داخلی، موجب خنک ماندن این مواد می‌شود.

یخچال صحرایی

یخچال صحرایی دستگاهی بسیار ساده و ارزان قیمت است که بدون نیاز به انرژی الکتریکی، مواد غذایی را خنک کرده و برای مدت طولانی‌تری نگه می‌دارد. ساختار این دستگاه به صورت زیر است:

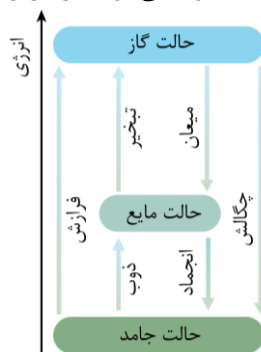


در ساختار یخچال صحرایی، دو ظرف سفالی که از جنس خاک رس ساخته شده‌اند درون یکدیگر قرار گرفته و فضای میان آن‌ها با شن خیس پر می‌شود. درپوش این مجموعه نیز پوششی نخی و مرطوب است که تهویه را به آسانی انجام می‌دهد. با گذشت زمان، به مرور آب در بدنه ظرف سفالی بیرونی نفوذ کرده و به آرامی تبخیر می‌شود. معادله فرایند انجام شده به صورت زیر است:



با توجه به معادله این واکنش، برای تبخیر هر مول آب ۴۴/۱ کیلوژول گرما از محیط جذب می‌شود. فرایند جذب گرما در این دستگاه، فضای داخلی و محتویات درونی آن را خنک کرده و شرایط را برای سالم نگه‌داشتن غذا به مدت طولانی‌تر مناسب می‌کند.

۴ در میان فرایندهای گفته شده، تنها فرایند اکسایش گلوکز گرماده بوده و علامت ΔH در آن کوچک‌تر از صفر است. سایر فرایندها گرماگیر بوده و علامت ΔH در آن‌ها مثبت است. توجه داریم که در میان فرایندهای مربوط به تبدیل حالت فیزیکی مواد به یکدیگر، فرایند ذوب، تبخیر و تصعید (فرازش) گرماگیر بوده و فرایندهای انجماد، میعان و چگالش گرماده محسوب می‌شوند. در این رابطه، داریم:



گروه آموزشی ماز

۹- کدام مورد، نادرست است؟

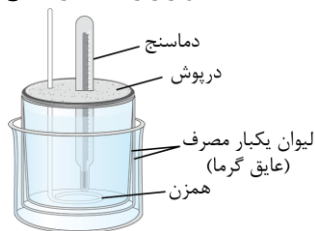
- ۱) تهیه هیدروژن پراکسید از واکنش مستقیم گازهای هیدروژن و اکسیژن ناممکن است.
- ۲) همانند واکنش سوختن کامل گرافیت، تهیه آمونیاک به روش هابر یک واکنش دو مرحله‌ای است.
- ۳) گرماسنج لیوانی در حجم ثابت کار کرده و از آن برای تعیین آنتالپی فرایندهای انحلال استفاده می‌شود.
- ۴) در شرایط مناسب، گازهای CO و NO با هم واکنش داده و به گازهایی با آلاینده‌گی کمتر تبدیل می‌شوند.



(متوسط - مفهومی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۳

گرماسنج لیوانی دستگاهی است که به کمک آن می توان گرمای واکنش را در فشار ثابت به روش تجربی تعیین کرد. گرماسنج لیوانی برای تعیین ΔH فرایندهای انحلال و واکنش هایی که در حالت محلول انجام می شوند، مناسب است. تصویر زیر، یک گرماسنج لیوانی را نشان می دهد:



برای تعیین گرمای یک واکنش به کمک این گرماسنج، مقدار مشخصی از محلول ها یا مواد واکنش دهنده را در مجاورت با یکدیگر قرار داده و پس از تکمیل شدن واکنش، دمای نهایی محلول موجود در گرماسنج را اندازه گیری می کنیم. در مرحله بعد، با توجه به تغییر دمای محتویات موجود در گرماسنج ($\Delta\theta$) و با استفاده از رابطه $Q = mc\Delta\theta$ ، مقدار گرمای مبادله شده در واکنش مورد نظر را در فشار ثابت به دست می آوریم. توجه داریم که با استفاده از گرماسنج لیوانی، می توان گرمای مبادله شده طی انحلال نمک ها در آب را اندازه گیری کرد.

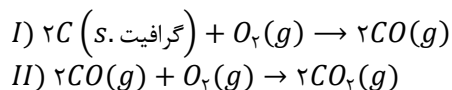
آنتالپی واکنش

گرمای حاصل از واکنش های شیمیایی را به دو روش مستقیم و غیرمستقیم می توان محاسبه کرد. در روش های مستقیم، واکنش مورد نظر در حضور سایر مواد انجام می شود و به کمک تغییر دمای مواد، مقدار گرمای حاصل از واکنش محاسبه می شود. استفاده از انواع گرماسنج های مختلف، از جمله روش های مستقیم محاسبه گرمای یک واکنش هستند. در روش های غیرمستقیم، بدون انجام شدن واکنش مورد نظر و با استفاده از داده های آزمایشگاهی، می توان مقدار گرمای یک واکنش را محاسبه کرد. استفاده از قانون هس، استفاده از آنتالپی پیوند و استفاده از آنتالپی سوختن، از جمله روش های غیرمستقیم محاسبه مقدار گرمای یک واکنش هستند. توجه داریم که به کمک این روش ها، می توان مقدار ΔH واکنش هایی که مرحله ای از یک واکنش پیچیده هستند و یا به آسانی انجام نمی شوند را محاسبه کرد.

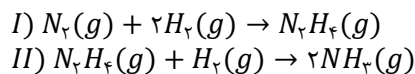
بررسی سایر گزینه ها:

۱) هیدروژن پراکسید، مولکولی با فرمول شیمیایی H_2O_2 است که با نام تجاری آب اکسیژنه به فروش می رسد. تولید این ماده از واکنش مستقیم میان گازهای اکسیژن و هیدروژن امکان پذیر نیست. در واقع، چون آب (H_2O) در مقایسه با هیدروژن پراکسید سطح انرژی پایین تری دارد (پایدارتر است)، گازهای هیدروژن و اکسیژن بر اساس معادله $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$ با یکدیگر واکنش داده و آب تولید می کنند.

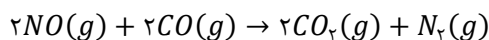
۲) واکنش سوختن کامل گرافیت را می توان مجموعه ای از دو واکنش پی در پی زیر دانست:



همچنین آمونیاک طی یک فرایند دو مرحله ای از واکنش های زیر حاصل می شود:



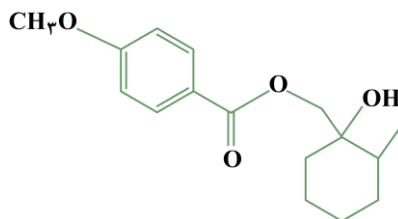
۴) از آگزوز خودروها، آلاینده های مختلفی خارج می شود. دو گاز آلاینده ای که از آگزوز خودروها خارج می شوند، گازهای نیتروژن مونوکسید و کربن مونوکسید هستند. این دو گاز طی واکنش زیر می توانند با یکدیگر واکنش دهند:



در این واکنش شیمیایی، گازهای کربن دی اکسید و نیتروژن تولید می شود که نسبت به واکنش دهنده های مصرف شده، از آلاینده ای کمتر و پایدارتری برخوردار هستند.

گروه آموزشی ماز

۱۰- با توجه به ساختار ترکیب زیر، کدام مورد نادرست است؟ ($O = 16$ و $C = 12$ و $H = 1 : g \cdot mol^{-1}$)



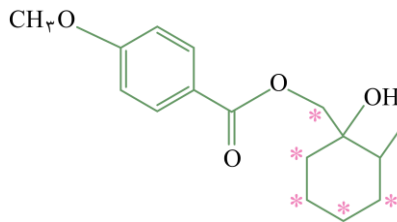
- ۱) نسبت شمار جفت الکترون های پیوندی به ناپیوندی در آن، کمتر از شمار اتم های H در استون است.
- ۲) با جایگزینی گروه های متیل با اتم هیدروژن، جرم مولی این ترکیب به میزان ۲۸ گرم کاهش می یابد.
- ۳) شمار گروه های عاملی موجود در این ترکیب، از شمار پیوندهای دوگانه در بنزویک اسید کمتر است.
- ۴) شمار گروه های CH_3 در آن، با شمار گروه های متیل در ۳-اتیل-۴،۳،۲-تری متیل پنتان، برابر است.



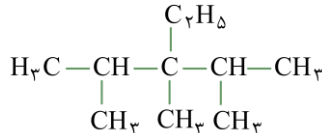
پاسخ: گزینه ۴ آزمون وی ای پی

(سخت - مفهومی - ۱۱۰۲)

فرمول مولکولی ترکیب موردنظر به صورت $C_{16}H_{22}O_4$ است. در ساختار مولکولی این ماده ۲ حلقه کربنی و ۴ پیوند دوگانه وجود دارد. این ترکیب در ساختار خود، ۵ گروه CH_2 دارد که در شکل زیر نشان داده شده است:



ترکیبی با نام ۳-تیل-۴،۳،۲-تری متیل پنتان، آلکانی است که ساختار آن به صورت زیر بوده و دارای ۶ گروه متیل (CH_3) است:



بررسی سایر گزینه‌ها:

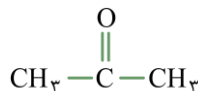
۱ به منظور محاسبه جفت الکترون‌های پیوندی در ترکیب موردنظر از رابطه زیر بهره می‌گیریم:

$$\text{تعداد جفت الکترون‌های پیوندی} = \frac{(2 \times \text{تعداد اتم اکسیژن}) + (1 \times \text{تعداد اتم هیدروژن}) + (4 \times \text{تعداد اتم کربن})}{2}$$

بر این اساس، داریم:

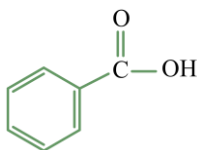
$$\text{تعداد جفت الکترون‌های پیوندی} = \frac{(4 \times 2) + (22 \times 1) + (16 \times 4)}{2} = 47$$

بنابراین این ترکیب ۴۷ جفت الکترون پیوندی دارد. از طرفی می‌دانیم که هر اتم اکسیژن در این ترکیب دارای ۲ جفت الکترون ناپیوندی است. بر این اساس، می‌توان گفت در کل این ترکیب دارای ۸ جفت الکترون ناپیوندی بوده و مقدار نسبت خواسته شده $(\frac{47}{8})$ کمتر از ۶ است. ساختار استون به صورت زیر است:



۲ ترکیب آلی مدنظر دارای ۲ گروه متیل است. با جایگزینی هر گروه متیل (CH_3) با جرم مولی ۱۵ گرم با اتم هیدروژن (H) با جرم مولی ۱ گرم، مقدار جرم مولی ترکیب به اندازه ۱۴ گرم کاهش خواهد یافت. پس با جایگزینی ۲ گروه متیل با اتم هیدروژن، جرم مولی ترکیب ۲۸ گرم کاهش می‌یابد.

۳ این ترکیب دارای یک گروه عاملی اتری، یک گروه عاملی استری و یک گروه عاملی هیدروکسیل است. بنابراین شمار گروه‌های عاملی موجود در این ترکیب برابر با ۳ است. بنزویک اسید، کربوکسیلیک اسیدی آروماتیک است که در ساختار خود دارای ۴ پیوند دوگانه است. ساختار این ماده به صورت زیر است:



نگه‌دارنده‌ها

افزودنی‌ها، موادی هستند که سبب افزایش زمان ماندگاری و افزایش کیفیت مواد غذایی می‌شوند. نگاه‌دارنده‌ها گروهی از افزودنی‌ها هستند که برعکس کاتالیزورها عمل کرده و سرعت واکنش‌های شیمیایی که منجر به فساد مواد غذایی می‌شوند را کاهش می‌دهند. بنزویک اسید عضوی از خانواده کربوکسیلیک اسیدها با فرمول مولکولی $C_7H_6O_2$ است که در تمشک و توت‌فرنگی وجود دارد و از آن به‌عنوان نگاه‌دارنده در صنایع غذایی استفاده می‌شود. این ترکیب، خاصیت اسیدی ملایمی دارد.

گروه آموزشی ماز

۱۱- کدام موارد از مطالب زیر، نادرست است؟

الف: از دو هیدروکربن با شمار اتم H برابر، قدر مطلق آنتالپی سوختن هیدروکربن با شمار پیوند اشتراکی کمتر، بیشتر است.

ب: در دمای اتاق، آب اکسیژنه به کندی تجزیه شده و تغییر فشار محیط، بر سرعت تجزیه آن بی‌اثر است.

پ: ارزش سوختی سبک‌ترین هیدروکربن، از ارزش سوختی الکل با کاربرد ضد عفونی‌کنندگی، کمتر است.

ت: شمار پیوند $C - H$ در کربوکسیلیک اسید موجود در تمشک، با شمار پیوند دوگانه در نفتالن برابر است.

۱) «الف» و «ب» ۲) «الف» و «پ» ۳) «پ» و «ت» ۴) «ب» و «ت»

(متوسط - مفهومی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

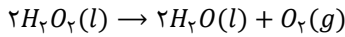
عبارت‌های (الف) و (پ) نادرست هستند.



بررسی موارد:

«الف»: در میان هیدروکربن‌های گوناگون که شمار اتم‌های هیدروژن برابری در ساختار خود دارند، گرمای حاصل از سوختن هیدروکربنی که شمار اتم کربن بیشتری دارد، بیشتر از سایر مواد است. به‌عنوان مثال اتان (C_2H_6) و پروپن (C_3H_6) هر دو شمار اتم هیدروژن یکسانی در ساختار خود دارند اما می‌دانیم که شمار پیوندهای اشتراکی در پروپن بیشتر است و به علت داشتن تعداد کربن بیشتر نسبت به اتان، گرمای سوختن آن نیز بیشتر خواهد بود. در واقع، پروپن آنتالپی سوختن منفی‌تری دارد.

«ب»: آب اکسیژنه (H_2O_2) در دمای اتاق طبق معادله زیر به کندی تجزیه می‌شود:



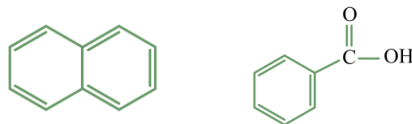
افزودن چند قطره از محلول پتاسیم یدید به این محلول، سرعت واکنش را به‌طور چشمگیری افزایش می‌دهد. در واقع، یون یدید کاتالیزگر این واکنش شیمیایی است. توجه داریم که تغییر فشار محیط بر سرعت انجام شدن واکنش‌هایی اثرگذار است که واکنش‌دهنده گازی داشته باشند در حالی که در این واکنش، هیچ واکنش‌دهنده گازی نداریم.

«پ»: به مقدار انرژی تولید شده در واکنش سوختن ۱ گرم از یک ماده سوختنی، ارزش سوختی گفته می‌شود. به‌عنوان مثال، اگر به ازای سوختن کامل هر گرم گاز اتین ۵۰ کیلوژول انرژی تولید شود، ارزش سوختی این ماده معادل با ۵۰ کیلوژول بر گرم ($kJ \cdot g^{-1}$) است. برای محاسبه ارزش سوختی یک نمونه ماده، از زیر مقابل استفاده می‌شود:

$$\text{ارزش سوختی } (kJ \cdot g^{-1}) = \frac{|\text{آنتالی سوختن } (kJ \cdot mol^{-1})|}{\text{جرم مولی } (g \cdot mol^{-1})}$$

در میان اعضای مختلف خانواده الکل‌ها، همانند هیدروکربن‌های یک خانواده، ارزش سوختی ماده‌ای که در مقایسه با سایر نمونه‌ها جرم مولی کمتری دارد، بیشتر است. مثلاً ارزش سوختی متانول نسبت به اتانول که در ضدعفونی کاربرد دارد، بیشتر است. از طرفی ساده‌ترین عضو هیدروکربن‌ها متان (CH_4) است که نسبت به ساده‌ترین عضو الکل‌ها (متانول) از آنتالپی سوختن منفی‌تر و جرم مولی کمتری برخوردار است. بر این اساس، می‌توان گفت ارزش سوختی متان از متانول بیشتر است و با توجه به بالاتر بودن ارزش سوختی متانول نسبت به اتانول می‌توان نتیجه گرفت که ارزش سوختی متان از اتانول نیز بیشتر خواهد بود.

«ت»: بنزویک اسید، کربوکسیلیک اسیدی است که در تمشک وجود داشته و دارای ۶ اتم هیدروژن است که یک اتم آن به اکسیژن و سایر هیدروژن‌ها به کربن متصل هستند. بنابراین شمار اتم‌های هیدروژن متصل به کربن در این ماده برابر با ۵ است. از طرفی نفتالن، عضوی از خانواده ترکیبات آروماتیک است که در ساختار خود ۵ پیوند دوگانه دارد. ساختار نفتالن و بنزویک اسید به‌صورت زیر است:



گروه آموزشی ماز

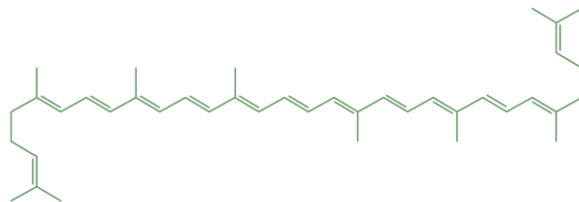
۱۲- کدام مطلب، نادرست است؟

- ۱) در دمای اتاق، محلول پتاسیم پرمنگنات با سرکه به کندی واکنش می‌دهد.
- ۲) با افزایش غلظت اکسیژن به میزان کافی، الیاف آهن داغ و سرخ شده موجود در یک ارلن می‌سوزد.
- ۳) با انجام واکنش $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$ ، شمار گونه‌های پراثری و ناپایدار ثابت باقی می‌ماند.
- ۴) بر اثر واکنش ۰/۵ مول لیکوپن با فرمول $C_{40}H_{56}$ با ۶ مول H_2 در حضور Ni ، این ماده به‌طور کامل سیر می‌شود.

(آسان - مفهومی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

لیکوپن یک نوع بازدارنده با فرمول مولکولی $C_{40}H_{56}$ است که در هندوانه و گوجه‌فرنگی وجود دارد و ساختار آن به‌صورت زیر است:



این ماده سیرنشده در ساختار خود دارای ۱۳ پیوند دوگانه کربن-کربن است و بر این اساس، یک مول از آن می‌تواند با ۱۳ مول گاز هیدروژن واکنش دهد و چنانچه نیم مول از آن داشته باشیم، با ۶/۵ مول هیدروژن واکنش داده و خاصیت بازدارندگی آن به‌طور کامل از بین خواهد رفت.



بازدارنده‌ها

برنامه غذایی محتوی سبزیجات و میوه‌های گوناگون، نقش بازدارندگی مؤثری در برابر بروز سرطان‌ها و پیری زودرس دارند. این خوراکی‌ها محتوی ترکیب‌های آلی سیرنشده‌ای به نام ریزمغذی‌ها هستند که در حفظ سلامت بافت‌ها و اندام‌ها دخالت دارند. هرچند نقش کامل این مواد هنوز به‌طور دقیق مشخص نشده است، اما برخی از آن‌ها به‌عنوان بازدارنده از انجام واکنش نامطلوب و ناخواسته در بدن به دلیل حضور رادیکال‌ها جلوگیری می‌کنند. با این توصیف، مصرف خوراکی‌های محتوی بازدارنده‌ها سبب به دام افتادن و جذب رادیکال‌های ایجاد شده در بدن شده و با کاهش مقدار آن‌ها، از سرعت واکنش‌های ناخواسته کاسته می‌شود. لیکوپن یکی از بازدارنده‌ها است که در هندوانه و گوجه‌فرنگی وجود دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

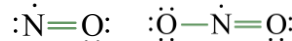
۱ محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات با سرکه که دارای استیک اسید است، در دمای اتاق به کندی واکنش می‌دهد و با سرعت کمی بی‌رنگ می‌شود. این در حالی است که با گرم شدن محلول، سرعت انجام فرایند مورد نظر افزایش پیدا کرده و این محلول به سرعت بی‌رنگ می‌شود. توجه داریم که این موضوع، اثر دما بر سرعت واکنش را نشان می‌دهند. تصویر زیر، نمایی از این فرایند را نشان می‌دهد:



۲ الیاف آهن داغ و سرخ‌شده در هوا نمی‌سوزد، درحالی که همان مقدار الیاف آهن داغ و سرخ‌شده در یک ارلن پر از اکسیژن می‌سوزد که علت آن، افزایش غلظت مواد واکنش‌دهنده است که سبب افزایش سرعت واکنش می‌شود. تصویر زیر، نمایی از این فرایند را نشان می‌دهد:



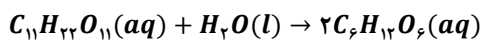
۳ رادیکال‌ها، گونه‌های فعال و ناپایداری هستند که در ساختار خود الکترون جفت‌نشده دارند و ساختار لوویس آن‌ها از قاعده هشت‌تایی تبعیت نمی‌کند. گازهای NO و NO_2 جزو رادیکال‌ها محسوب می‌شوند و واکنش‌پذیری بالایی دارند. ساختار لوویس این دو مولکول به‌صورت زیر است:



با انجام واکنش $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$ ، تعداد ۲ مولکول نیتروژن مونوکسید که گونه‌ای رادیکال است، مصرف شده و ۲ مولکول نیتروژن دی‌اکسید که مانند نیتروژن مونوکسید، پرنرژی و ناپایدار است، تولید می‌شود. بنابراین شمار گونه‌های پرنرژی و ناپایدار ثابت می‌ماند.

گروه آموزشی ماز

۱۳- با توجه به واکنش زیر که تبدیل مالتوز به گلوکز را نشان می‌دهد، اگر در ظرف ۲ لیتری واکنش در ابتدا ۰/۲ مول مالتوز وجود داشته باشد و در دقیقه پنجم، غلظت مالتوز به $0.085 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ برسد، کدام مطلب نادرست است؟



۱) غلظت گلوکز در انتهای دقیقه چهارم، به یقین کمتر از $0.3 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ است.

۲) درصد جرمی اکسیژن در آشناترین کربوکسیلیک اسید، از درصد جرمی کربن در فرآورده بزرگ‌تر است.

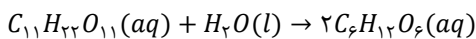
۳) سرعت متوسط مصرف مالتوز در بازه زمانی ۵ تا ۱۰ دقیقه، از $5 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}$ کمتر است.

۴) در لحظه‌ای که غلظت مالتوز دو برابر گلوکز است، اختلاف غلظت این دو قند برابر $0.05 \text{ mol} \cdot L^{-1}$ است.

(سخت - مسئله - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

سمنو یکی از مواد غذایی است که از جوانه گندم تهیه شده و محتوی مواد غذایی گوناگون از جمله مالتوز است. معادله موازنه‌شده واکنش تجزیه مالتوز با استفاده از آب به‌صورت زیر است:



در این واکنش به ازای مصرف هر مول مالتوز، ۲ مول گلوکز تولید می‌شود. پس اگر x مول مالتوز مصرف شود، $2x$ مول گلوکز تولید خواهد شد. بر این اساس، اگر غلظت مالتوز، دو برابر گلوکز شود، داریم:

$$[C_{11}H_{22}O_{11}] = 2[C_6H_{12}O_6] \rightarrow \frac{0.2 - x \text{ mol } C_{11}H_{22}O_{11}}{2L} = 2\left(\frac{x \text{ mol } C_6H_{12}O_6}{2L}\right) \rightarrow 0.2 - x = 4x \rightarrow x = 0.04$$

بنابراین در لحظه موردنظر ۰/۰۴ مول مالتوز مصرف شده و مقدار آن از ۰/۲ مول به ۰/۱۶ مول رسیده است و از طرفی ۰/۰۸ مول گلوکز تولید شده است. رابطه غلظت مولی به‌صورت زیر است:

$$\text{حجم محلول} \times \text{غلظت مولار} = \text{تعداد مول} \rightarrow \frac{\text{تعداد مول}}{\text{حجم محلول (L)}} = \text{غلظت مولار (مولاریته)}$$



با توجه به اینکه حجم ظرف برابر با ۲ لیتر است، غلظت مالتوز و گلوکز به ترتیب برابر با ۰/۰۸ و ۰/۰۴ مول بر لیتر است و بنابراین اختلاف غلظت این دو قند برابر با ۰/۰۴ مول بر لیتر خواهد بود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در دقیقه پنجم غلظت مالتوز به ۰/۰۸۵ مول بر لیتر رسیده است. با توجه به حجم ۲ لیتری ظرف می‌توان گفت که شمار مول مالتوز در دقیقه پنجم برابر ۰/۱۷ مول شده است. پس در این بازه زمانی ۰/۰۳ مول مالتوز مصرف شده و مقدار آن از ۰/۲ مول به ۰/۱۷ مول رسیده است. بر این اساس، غلظت گلوکز را در دقیقه پنجم واکنش حساب می‌کنیم.

$$? \text{ mol } C_6H_{12}O_6 = 0.03 \text{ mol } C_{11}H_{22}O_{11} \times \frac{2 \text{ mol } C_6H_{12}O_6}{1 \text{ mol } C_{11}H_{22}O_{11}} = 0.06 \text{ mol}$$

حجم ظرف واکنش مورد نظر برابر با ۲ لیتر است، پس غلظت گلوکز در دقیقه پنجم واکنش به ۰/۰۳ مول بر لیتر می‌رسد و در دقیقه چهارم غلظت آن کمتر از این مقدار بوده است.

۲ آشناترین عضو خانواده کربوکسیلیک‌اسیدها، استیک اسید با فرمول مولکولی CH_3COOH است که درصد جرمی اکسیژن در آن برابر با $\frac{24}{60} \times 100$ و فرآورده تولیدشده نیز گلوکز با فرمول مولکولی $C_6H_{12}O_6$ است که درصد جرمی کربن در آن، $\frac{40}{180} \times 100$ است. درصد جرمی اکسیژن در استیک‌اسید بیش از ۵۰ درصد اما درصد جرمی کربن در گلوکز برابر ۴۰ درصد است.

۳ رابطه سرعت متوسط مصرف یا تولید یک ماده در یک واکنش شیمیایی به صورت زیر است:

$$R = \frac{|n_2 - n_1|}{\Delta t} = \frac{|\Delta n|}{\Delta t}$$

در این واکنش همان‌طور که در مورد ۱ بررسی کردیم، شمار مول‌های مالتوز پس از پنج دقیقه به اندازه ۰/۰۳ مول تغییر کرده است. بر این اساس، سرعت متوسط مصرف این ماده را بر حسب مول بر لیتر بر ثانیه حساب می‌کنیم:

$$\bar{R}_{C_{11}H_{22}O_{11}} = \frac{\Delta[C_{11}H_{22}O_{11}]}{\Delta t} = \frac{\Delta n_{C_{11}H_{22}O_{11}}}{\Delta t} = \frac{\text{حجم ظرف واکنش}}{\Delta t} = \frac{0.03 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = \frac{0.03 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = \frac{0.03 \text{ mol}}{2 \text{ L} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}} = 5 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

بنابراین در ۵ دقیقه نخست، سرعت متوسط مصرف مالتوز برابر با 5×10^{-5} مول بر لیتر بر ثانیه است اما با توجه به اینکه با گذشت زمان و مصرف واکنش‌دهنده‌ها سرعت متوسط مصرف این مواد کاهش می‌یابد، می‌توان نتیجه گرفت که سرعت متوسط مصرف مالتوز در ۵ دقیقه دوم واکنش (بازه بین ۵ تا ۱۰ دقیقه)، کمتر از 5×10^{-5} مول بر لیتر بر ثانیه است.

گروه آموزشی ماز

۱۴ - با توجه به واکنش $2C_7H_8N_2O_6(l) \rightarrow 6C(s) + aCO(g) + bCO_2(g) + 2H_2(g) + 2N_2(g) + 2H_2O(g)$ کدام مورد نادرست است؟

(۱) مقدار ۷۵ درصد از اکسید کربن تولید شده، گازی سمی با چگالی کمتر از هوا است.

(۲) نسبت شمار پیوندهای سه گانه به دوگانه در کل مولکول‌های حاصل برابر با ۲/۲۵ است.

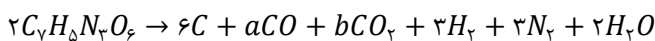
(۳) برای هیچ یک از فرآورده‌های این واکنش، نمی‌توان نمودار مول-زمان منحصره‌فرد رسم کرد.

(۴) اگر A و B به ترتیب فرآورده با مولکول غیرقطبی و قطبی باشند، رابطه $\frac{R_A}{R_B} \geq 1/5$ همواره برقرار است.

(متوسط - مفهومی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

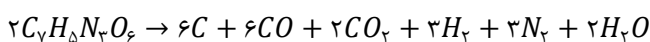
معادله موازنه‌نشده واکنش به صورت زیر است:



ادامه موازنه واکنش و پیدا کردن مقدار ضرایب مجهول به کمک روش واری می‌توانیم. از این رو ضرایب CO و CO₂ را همان a و b در نظر گرفته و به کمک تشکیل معادله، مقدار آن‌ها را پیدا می‌کنیم. بر این اساس با برابر قرار دادن شمار اتم‌های کربن و اکسیژن در دو طرف معادله، ضرایب مجهول را مشخص می‌کنیم. در این رابطه، داریم:

$$\begin{cases} C : \text{موازنه} : 14 = 6 + a + b \\ O : \text{موازنه} : 12 = a + 2b + 2 \end{cases} \rightarrow a = 6 \quad \text{و} \quad b = 2$$

بنابراین معادله موازنه‌شده واکنش به صورت زیر خواهد بود:



برای مقایسه سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد در یک معادله، بایستی به ضریب استوکیومتری آن‌ها توجه کرد. در میان فرآورده‌های واکنش، مولکول‌های CO₂، H₂ و N₂ ناقطبی و مولکول‌های CO و H₂O قطبی هستند. با توجه به متفاوت بودن ضرایب بودن ضرایب مواد ناقطبی با یکدیگر و همچنین مواد قطبی با یکدیگر، نسبت $\frac{R_A}{R_B}$ می‌تواند مقادیر متفاوتی داشته باشد. به عنوان مثال اگر مولکول ناقطبی A را کربن دی‌اکسید و مولکول قطبی B را کربن مونوکسید در نظر بگیریم، نسبت خواسته‌شده برابر با $\frac{2}{6}$ خواهد بود.



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ در میان فراورده‌های این واکنش شیمیایی، ۸ مول اکسید کربن دیده می‌شود که ۶ مول آن متعلق به کربن مونوکسید و ۲ مول دیگر متعلق به کربن دی‌اکسید است. کربن مونوکسید، گازی بی‌رنگ، بی‌بو، سمی و با چگالی کمتر از هوا است که ۷۵ درصد (۱۰۰ × ۰.۷۵) مول‌های اکسیدهای کربن تولید شده در این واکنش را تشکیل می‌دهد.

۲ ساختار لوویس مولکول‌های فراورده به صورت زیر است:

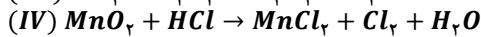
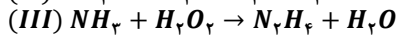
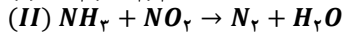
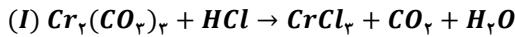


با انجام این واکنش، ۶ مولکول کربن مونوکسید و ۳ مول نیتروژن تولید می‌شود که هر مول از این دو گاز دارای یک پیوند سه گانه در ساختار خود است. بنابراین شمار پیوندهای سه گانه فراورده‌های تولیدشده برابر با ۹ است. از طرفی با انجام واکنش، ۲ مول کربن دی‌اکسید تولید می‌شود که در هر مول خود دارای ۲ پیوند دوگانه است. بر این اساس، شمار پیوندهای دوگانه فراورده‌های حاصل برابر با ۴ است. بنابراین نسبت خواسته‌شده برابر با $\frac{4}{9} = \frac{2}{2.5}$ است.

۳ شیب نمودار مول-زمان یک ماده متناسب با ضریب استوکیومتری آن ماده است. از آنجا که در میان فراورده‌های حاصل از واکنش، ضریب دو ماده برابر با ۶، ضریب دو ماده برابر با ۳ و ضریب دو ماده دیگر برابر با ۲ است، هیچ ماده‌ای ضریب استوکیومتری منحصر به فرد خودش را نداشته و به همین علت نمی‌توان نمودار مول-زمان متفاوت از تمام فراورده‌های دیگر برای یک ماده رسم کرد.

گروه آموزشی ماز

۱۵- در واکنش موازنه نشده سرعت واکنش با سرعت متوسط مصرف یکی از واکنش‌دهنده‌ها برابر بوده و در بین فراورده‌های مولکولی این واکنش، قدر مطلق شیب نمودار مول-زمان فراورده قطبی نسبت به فراورده ناقطبی است.



(IV) (۴) - بیشتر

(III) (۳) - کمتر

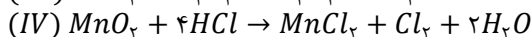
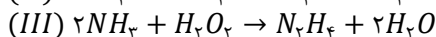
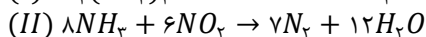
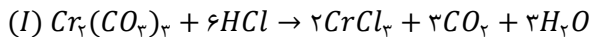
(II) (۲) - بیشتر

(I) (۱) - کمتر

(متوسط - مسئله - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

اگر در واکنشی، ضریب ماده‌ای در معادله موازنه‌شده برابر با ۱ باشد، سرعت متوسط مصرف یا تولید آن ماده با سرعت متوسط واکنش برابر خواهد بود. معادله موازنه‌شده واکنش‌های داده‌شده به صورت زیر است:

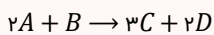


سرعت واکنش

برای محاسبه سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد شرکت‌کننده در یک واکنش شیمیایی، باید از کمیت‌های قابل اندازه‌گیری مواد شرکت‌کننده در آن واکنش مانند جرم، فشار، غلظت و یا حجم استفاده کنیم. رابطه سرعت متوسط مصرف یا تولید یک ماده در یک واکنش شیمیایی به صورت زیر است:

$$R = \frac{|n_f - n_i|}{\Delta t} = \frac{|\Delta n|}{\Delta t}$$

در این رابطه R معادل با سرعت متوسط مصرف یا تولید یک ماده، Δt بیانگر طول یک بازه زمانی و Δn معادل تغییر مقدار کمیت موردنظر در طول آن بازه زمانی است. به علاوه، می‌دانیم که سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد شرکت‌کننده در یک واکنش، متناسب با ضرایب استوکیومتری آن‌ها خواهد بود. به عبارت دیگر، اگر ضرایب استوکیومتری مواد شرکت‌کننده در واکنش یکسان نباشد، سرعت متوسط آن‌ها نیز متفاوت از یکدیگر خواهد بود. از این رو، شیمی‌دان‌ها برای درک آسان‌تر روند پیشرفت واکنش‌ها در واحد زمان، از یک مفهوم کاربردی به نام سرعت واکنش استفاده می‌کنند. سرعت واکنش، از تقسیم سرعت متوسط مصرف یا تولید هر یک از مواد شرکت‌کننده در واکنش بر ضریب استوکیومتری آن ماده به دست می‌آید. برای مثال معادله زیر را در نظر بگیرید:



برای محاسبه سرعت متوسط واکنش در بازه زمانی Δt به صورت زیر عمل می‌کنیم:

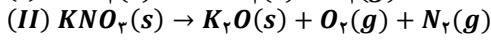
$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \left| \frac{\bar{R}_A}{2} \right| = \left| \frac{\bar{R}_B}{1} \right| = \left| \frac{\bar{R}_C}{3} \right| = \left| \frac{\bar{R}_D}{2} \right|$$

بنابراین در واکنش (I)، (II) و (III) که واکنش‌دهنده با ضریب ۱ دیده می‌شود، سرعت متوسط واکنش می‌تواند با سرعت متوسط مصرف یکی از واکنش‌دهنده‌ها برابر باشد. اکنون به بررسی قسمت دوم سؤال می‌پردازیم. در میان فراورده‌های واکنش (I)، مولکول کربن دی‌اکسید ناقطبی است که ضریب آن با مولکول آب که مولکولی قطبی است، برابر است. همچنین هر دو فراورده واکنش (III) قطبی هستند و واکنش (IV) تنها واکنشی است که در آن، ضریب فراورده قطبی (H_7O) نسبت به فراورده ناقطبی (Cl_7) بزرگ‌تر است.

گروه آموزشی ماز



۱۶- در یک آزمایش، پتاسیم نیترات در دو مرحله و مطابق واکنش‌های موازنه نشده (I) و (II) در مدت زمان یکسان تجزیه می‌شوند. اگر جرم جامد یونی تولید شده در واکنش (I)، ۱/۷ برابر واکنش (II) باشد، سرعت متوسط تولید گاز O_2 در واکنش (I) بر حسب مول بر دقیقه، چند برابر سرعت متوسط تولید گاز O_2 در واکنش (II) بر حسب مول بر دقیقه است؟ ($N = 14$: $g \cdot mol^{-1}$ و $K = 39$ و $O = 16$)



۰/۳۷۶ (۴)

۰/۳۴۲ (۳)

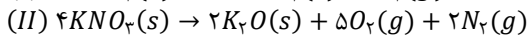
۰/۲۷۶ (۲)

۰/۲۵۲ (۱)

(سخت - مسئله - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

معادله موازنه شده دو واکنش به صورت زیر است:



مطابق معادله موازنه شده، به ازای مصرف دو مول پتاسیم نیترات در واکنش (I)، دو مول KNO_3 و به ازای مصرف چهار مول پتاسیم نیترات در واکنش (II)، دو مول K_2O تولید می‌شود. بنابراین اگر شمار مول پتاسیم نیترات مصرف شده در واکنش (I) و (II) را به ترتیب x و y فرض کنیم، در واکنش اول x مول KNO_3 و در واکنش دوم، $\frac{y}{4}$ مول K_2O تولید خواهد شد. از این رو جرم KNO_3 تولید شده برابر با $85x$ و جرم K_2O تولید شده برابر با $47y$ خواهد بود. بر این اساس، داریم:

$$\frac{\text{جرم } KNO_3 \text{ تولید شده}}{\text{جرم } K_2O \text{ تولید شده}} = \frac{85x}{47y} = 1/7 \rightarrow 85x = 79/9y \rightarrow y = \frac{85}{79/9}x$$

با توجه به محاسبات انجام شده، نسبت جرم پتاسیم نیترات مصرف شده در واکنش (I) به جرم پتاسیم نیترات مصرف شده در واکنش (II) برابر $\frac{79/9}{85}$ است. در واکنش (I) به ازای مصرف دو مول پتاسیم نیترات، یک مول اکسیژن و در واکنش (II) به ازای مصرف چهار مول پتاسیم نیترات، پنج مول اکسیژن تولید می‌شود. برای محاسبه سرعت متوسط تولید اکسیژن از رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\bar{R}_{O_2} = \frac{\Delta n(O_2)}{\Delta t}$$

چون بازه زمانی یکسانی در دو واکنش مورد بررسی قرار گرفته است، پس برای مقایسه سرعت تولید اکسیژن در دو واکنش در مدت زمان مشابه، کافی است که شمار مول اکسیژن تولید شده در دو واکنش را با یکدیگر مقایسه کنیم. بر این اساس، داریم:

$$\frac{\text{مول اکسیژن تولید شده واکنش (I)}}{\text{مول اکسیژن تولید شده واکنش (II)}} = \frac{x \text{ mol } KNO_3 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } KNO_3}}{\frac{85}{79/9}x \text{ mol } KNO_3 \times \frac{5 \text{ mol } O_2}{4 \text{ mol } KNO_3}} = 0/376$$

بنابراین نسبت سرعت تولید گاز اکسیژن در واکنش (I) به واکنش (II) برابر ۰/۳۷۶ است.

گروه آموزشی ماز

۱۷- اگر در واکنش $P_4(s) + 6Cl_2(g) \rightarrow 4PCl_3(g)$ ، $\Delta H = -1224 \text{ kJ}$ ، سرعت متوسط تولید گرما برابر با $4/08 \text{ kJ} \cdot s^{-1}$ باشد؛ پس از چند دقیقه $268/8$ لیتر گاز PCl_3 در شرایط استاندارد تولید خواهد شد؟

۳۰ (۴)

۲۴ (۳)

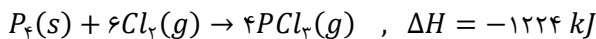
۱۵ (۲)

۱۲ (۱)

(آسان - مسئله - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

معادله موازنه شده واکنش به صورت زیر است:



با توجه به معادله موازنه شده واکنش، به ازای تولید ۴ مول فسفر تری کلرید در معادله موازنه شده واکنش، ۱۲۲۴ کیلوژول گرما تولید می‌شود. اکنون گرمای تولید شده را به ازای تولید $268/8$ لیتر گاز فسفر تری کلرید در شرایط استاندارد حساب می‌کنیم:

$$? \text{ kJ} = 268/8 \text{ L } PCl_3 \times \frac{1 \text{ mol } PCl_3}{22/4 \text{ L } PCl_3} \times \frac{1224 \text{ kJ}}{4 \text{ mol } PCl_3} = 3672 \text{ kJ}$$

می‌دانیم که به ازای هر ثانیه، $4/08$ کیلوژول گرما تولید می‌شود. اکنون باید ببینیم 3672 کیلوژول انرژی در چند دقیقه تولید می‌شود:

$$\bar{R}_{\Delta H} = \frac{|\Delta H|}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{|\Delta H|}{\bar{R}_{\Delta H}} = \frac{3672 \text{ kJ}}{4/08 \text{ kJ} \cdot s^{-1}} = 900 \text{ s}$$

پس میزان انرژی مدنظر در این واکنش در مدت زمان ۹۰۰ ثانیه که معادل با ۱۵ دقیقه (۱۵) است، تولید می‌شود.

گروه آموزشی ماز



۱۸- کدام موارد از مطالب زیر، نادرست است؟

- الف: سهم تولید گاز CO_2 در ردپای غذا، کمتر از سوختن سوختها در خودروها و کارخانهها است.
 ب: در ساختار هر آلدئید تک عاملی، حداقل یک اتم کربن وجود دارد که تنها به یک اتم H متصل است.
 پ: مطابق با اصول شیمی سبز، استفاده از غذاهای بومی و فصلی، باعث کاهش مصرف انرژی می شود.
 ت: جذب رادیکالها توسط برخی از ترکیبهای آلی سیرنشده، از سرعت واکنشهای ناخواسته در بدن می کاهد.
- (۱) «الف» و «ب» (۲) «الف» و «ت» (۳) «ب» و «پ» (۴) «پ» و «ت»

(آسان - مفهومی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

عبارت‌های (الف) و (ب) نادرست هستند.

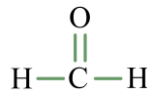
بررسی موارد:

«الف»: ردپای غذا، دو چهره آشکار و پنهان دارد. چهره آشکار آن نشان می دهد که سالانه حدود ۳۰ درصد غذایی که در جهان تولید می شود به مصرف نمی رسد و به زباله تبدیل می شود و یا از بین می رود. این در حالی است که آمارها نشان می دهد که به ازای هر هفت نفر در جهان، یک نفر گرسنه است. علاوه بر چهره آشکار، ردپای غذا یک چهره پنهان نیز دارد. یک چهره پنهان ردپای غذا تولید گازهای گلخانه‌ای به ویژه کربن دی‌اکسید است؛ آن چنان که سهم تولید این گاز در ردپای غذا به مراتب بیش از سوختن سوختها در خودروها، کارخانهها و ... است.

«ب»: آلدئیدها، گروهی از ترکیبات آلی هستند که در ساختار خود، گروه عاملی آلدئیدی دارند. ساختار این گروه عاملی به صورت زیر است:



در ساختار این گروه عاملی، یک اتم اکسیژن توسط یک پیوند دوگانه به یک اتم کربن متصل شده است. این اتم کربن از یک سو به اتم هیدروژن و از سوی دیگر به یک گروه R (زنجیره هیدروکربنی یا یک اتم هیدروژن) متصل شده است. پس می توان گفت در ساده ترین آلدئید تنها یک اتم کربن وجود دارد که به دو اتم هیدروژن متصل شده است. ساختار این ترکیب آلی به صورت زیر است:



«پ»: در جدول زیر هر یک از الگوهای کاهش ردپای غذا مقابل اصلی از شیمی سبز قرار دارد که با آن همخوانی بیشتری دارد:

| اصل شیمی سبز | الگوی کاهش ردپای غذا منطبق با اصول شیمی سبز |
|--|---|
| کاهش مصرف انرژی | استفاده از غذاهای بومی و فصلی |
| کاهش تولید زباله و پسماند | خرید به اندازه نیاز |
| طراحی مواد و فرآورده‌های شیمیایی سالم‌تر | کاهش مصرف گوشت و لبنیات |
| کاهش ورود مواد شیمیایی ناخواسته به محیط زیست | کاهش مصرف غذاهای فرآوری شده |

مطابق با اصول شیمی سبز، استفاده از غذاهای بومی و فصلی، باعث کاهش مصرف انرژی می شود.

«ت»: در بدن ما به دلیل انجام واکنش‌های متنوع و پیچیده، رادیکال‌هایی به وجود می آیند که اگر به وسیله بازدارنده‌ها جذب نشوند، می توانند با انجام واکنش‌های سریع به بافت‌های بدن آسیب برسانند. مصرف خوراکی‌های حاوی بازدارنده‌ها سبب می شود که رادیکال‌ها به دام بیفتند تا با کاهش مقدار آن‌ها از سرعت واکنش‌های ناخواسته کاسته شود. لیکوپن، یکی از این بازدارنده‌ها است.

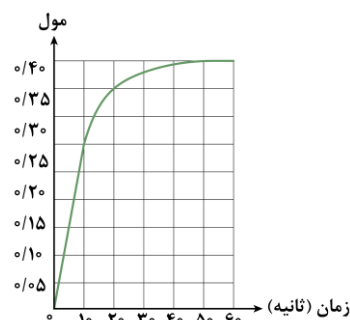
گروه آموزشی ماز

۱۹- نمودار داده شده، تعداد مول گاز آزاد شده در واکنش زیر را نشان می دهد.



مطابق نمودار، از ثانیه ۱۰ ام، جرم ترکیبات کلسیم‌دار در ظرف واکنش با هم برابر شده و سرعت واکنش در بازه زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه برابر مول بر دقیقه است.

$$(O = ۱۶ \text{ و } Ca = ۴۰ \text{ و } Cl = ۳۵/۵ : g \cdot mol^{-1})$$



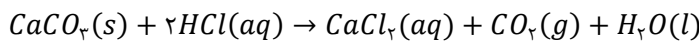
- (۱) قبل - ۱/۵
 (۲) بعد - ۱/۵
 (۳) قبل - ۱/۶
 (۴) بعد - ۱/۶



(سخت - مسئله - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۳

نمودار رسم شده متعلق به نمودار مول-زمان گاز کربن دی‌اکسید است. با توجه به نمودار، از ثانیه ۴۰ مقدار گاز کربن دی‌اکسید تولید شده ثابت می‌شود. بنابراین می‌توان گفت که در این زمان واکنش به پایان رسیده و کل کلسیم کربنات اولیه مصرف شده است. معادله موازنه شده واکنش به صورت زیر است:



با توجه به معادله موازنه شده واکنش، به ازای مصرف هر مول کلسیم کربنات، یک مول کلسیم کلرید و یک مول کربن دی‌اکسید تولید می‌شود. بنابراین با توجه به اینکه در این واکنش ۰/۴ مول کربن دی‌اکسید تولید شده است، پس مقدار اولیه کلسیم کربنات نیز ۰/۴ مول بوده است. در این رابطه، داریم:

$$0.4 \text{ mol} = \text{مقدار مول اولیه کلسیم کربنات}$$

اکنون بایستی ببینیم به ازای مصرف چند مول کلسیم کربنات، جرم ترکیبات کلسیم دار واکنش با یکدیگر برابر می‌شود. مقدار اولیه کلسیم کربنات، ۰/۴ مول (معادل با ۴۰ گرم) بوده است و همچنین با توجه به معادله موازنه شده واکنش می‌توان گفت که به ازای مصرف x مول کلسیم کربنات (معادل $100x$ گرم)، x مول کلسیم کلرید (معادل $110x$ گرم) تولید می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$0.4 - 100x = 110x \rightarrow 210x = 40 \Rightarrow x \approx 0.19 \text{ mol}$$

بنابراین زمانی جرم کلسیم کربنات و کلسیم کلرید موجود در ظرف واکنش برابر می‌شود که ۰/۱۹ مول از کلسیم کربنات اولیه مصرف شده باشد. همان‌طور که گفتیم شمار مول کلسیم کربنات مصرف شده با کربن دی‌اکسید تولید شده برابر است. اکنون بایستی ببینیم در چه زمانی ۰/۱۹ مول کربن دی‌اکسید تولید شده است. با توجه به نمودار رسم شده می‌توان نتیجه گرفت که این اتفاق قبل از ثانیه ۱۰ رخ داده است.

قبل از ثانیه دهم، ۰/۱۹ مول کلسیم کربنات مصرف شده است \Rightarrow تا ثانیه دهم، مقدار ۰/۲۵ مول کلسیم کربنات مصرف شده است اکنون به حل قسمت دوم سؤال می‌پردازیم. می‌دانیم که سرعت متوسط واکنش از تقسیم سرعت متوسط مصرف یا تولید یک ماده بر ضریب استوکیومتری آن ماده به دست می‌آید. در این رابطه، داریم:

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\Delta n_{CO_2}}{\Delta t \times \text{ضریب}}$$

با توجه به اینکه ضریب گاز کربن دی‌اکسید در معادله موازنه شده برابر با یک است، پس می‌توان گفت که سرعت متوسط واکنش با سرعت تولید کربن دی‌اکسید برابر است. برای محاسبه سرعت متوسط واکنش کافی است که سرعت متوسط تولید کربن دی‌اکسید را در بازه خواسته شده حساب کنیم. در بازه زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه، شمار مول‌های کربن دی‌اکسید موجود در ظرف واکنش از ۰/۲۵ مول به ۰/۳۵ مول رسیده است. پس در این بازه ۰/۱ مول کربن دی‌اکسید تولید شده است. بنابراین، داریم:

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \bar{R}_{CO_2} = \frac{\Delta n_{CO_2}}{\Delta t} = \frac{0.1 \text{ mol}}{10 \text{ s} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}} = 0.6 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

بنابراین سرعت متوسط واکنش در بازه زمانی خواسته شده، برابر با ۰/۶ مول بر دقیقه بوده است.

گروه آموزشی ماز

۲۰- کدام مورد، نادرست است؟

- ۱) مصرف غذا، انرژی مورد نیاز برای ارسال پیام‌های عصبی در بدن را تأمین می‌کند.
- ۲) فرایندهایی که دمای بدن را کنترل و تنظیم می‌کنند، هر یک آهنگ ویژه خود را دارند.
- ۳) اگر با تغییر حالت فیزیکی یک ماده، چگالی کاهش یابد، جنبش ذرات ماده به یقین افزایش خواهد یافت.
- ۴) نمودار تغییرات دما بر حسب گرمای داده شده به یک جسم با حالت فیزیکی ثابت، همواره صعودی است.

(آسان - مفهومی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۳

جنبش ذرات مواد گازی نسبت به مواد مایع و جنبش ذرات مواد جامد بیشتر است. در اغلب مواد چنانچه با افزایش دما حالت فیزیکی ماده تغییر کند، چگالی ماده کاهش خواهد یافت اما چنانچه به یک نمونه یخ گرما بدهیم، ذوب شده و آب تولید خواهد شد و می‌دانیم که چگالی آب نسبت به یخ بیشتر است. بنابراین با دادن گرما به یخ، چگالی همانند جنبش ذرات، افزایش خواهد یافت.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱) مصرف غذا، انرژی مورد نیاز بدن برای حرکت ماهیچه‌ها، ارسال پیام‌های عصبی، جابه‌جایی یون‌ها و مولکول‌ها از دیواره هر یاخته را تأمین می‌کند. غذا همچنین مواد اولیه برای ساخت و رشد بخش‌های گوناگون بدن مانند سلول‌های خونی، استخوان، پوست، مو، ماهیچه‌ها، آنزیم‌ها و ... را فراهم می‌کند.
- ۲) فرایندهایی که در بدن ما انجام می‌شوند، وابسته به انجام واکنش‌های شیمیایی هستند که هر یک آهنگ ویژه‌ای دارند و این واکنش‌ها، دمای بدن را نیز کنترل و تنظیم می‌کنند.
- ۴) گرمای داده شده به یک جسم بر حسب میزان تغییر دمای آن جسم از رابطه $Q = mc\Delta\theta$ محاسبه می‌شود. اگر گرمای داده شده به جرم مشخصی از یک جسم را افزایش دهیم، دمای آن نیز افزایش خواهد یافت و چنانچه نمودار تغییرات دما را بر حسب گرمای داده شده به یک جسم رسم کنیم، نمودار آن به صورت صعودی خواهد بود.



۲۱- کدام مورد درست است؟

- ۱) برخلاف گرما و انرژی گرمایی، دما از ویژگی‌های یک نمونه ماده به شمار نمی‌رود.
- ۲) با تماس دو قطعه مسی با جرم و دمای متفاوت، اختلاف دمای تعادل و دمای قطعه سبک‌تر، کمتر است.
- ۳) با ورود شیر 60°C به بدن، گرما ابتدا از محیط به سامانه و سپس از سامانه به محیط جاری می‌شود.
- ۴) در دما و فشار معین، یک سامانه آنتالپی معینی دارد که با انجام واکنش‌های شیمیایی تغییر می‌کند.

پاسخ: گزینه ۴

(آسان - مفهومی - ۱۱۰۲)

شیمی‌دان‌ها انرژی کل یک سامانه حاوی مقدار مشخصی ماده در دما و فشار مشخص را معادل با محتوای انرژی یا آنتالپی آن می‌دانند. هر سامانه در دما و فشار معین، آنتالپی معینی دارد که با انجام واکنش‌های شیمیایی تغییر خواهد کرد. به‌عنوان مثال در واکنش‌های گرماگیر، مواد با آنتالپی کمتر به موادی با آنتالپی بیشتر تبدیل می‌شوند و یا در واکنش‌های گرماده، مواد با آنتالپی بیشتر، به مواد با آنتالپی کمتر تبدیل می‌شوند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱) انرژی گرمایی یک ماده معادل با مجموع انرژی جنبشی ذرات سازنده ماده و دما هم‌ارز با میانگین انرژی جنبشی ذرات سازنده یک ماده است. هم‌چنین گرما را هم‌ارز با میزان انرژی گرمایی می‌دانند که به علت اختلاف دما میان دو جسم مختلف جاری می‌شود. توجه داریم که گرما برخلاف انرژی گرمایی و دما، جزو ویژگی‌های یک ماده نیست و تنها برای توصیف یک فرایند به کار می‌رود.
- ۲) اگر دو جسم با دمای متفاوت در مجاورت هم قرار بگیرند، گرما از جسمی که دمای بالاتری دارد به سمت جسمی که دمای پایین‌تری دارد، جاری می‌شود. فرایند انتقال گرما در این حالت تا جایی ادامه پیدا می‌کند که دمای اجسام مورد نظر با هم برابر شود. این شرایط به تعادل گرمایی معروف بوده و برای برقرار شدن آن، مقدار گرمای خارج شده از جسم گرم‌تر باید با مقدار گرمای جذب شده توسط جسم سردتر برابر باشد. در این رابطه، داریم:

$$|Q_{\text{جسم سردتر}}| = |Q_{\text{جسم گرم‌تر}}| \implies |m_{\text{جسم سردتر}} \times c_{\text{جسم سردتر}} \times \Delta\theta_{\text{جسم سردتر}}| = |m_{\text{جسم گرم‌تر}} \times c_{\text{جسم گرم‌تر}} \times \Delta\theta_{\text{جسم گرم‌تر}}|$$
 با توجه به اینکه هر دو قطعه از مس ساخته شده‌اند، پس گرمای ویژه آن‌ها با یکدیگر برابر است. بنابراین با توجه به برابر بودن گرمای مبادله‌شده، جسم سبک‌تر که جرم کمتری دارد، تغییر دمای بیشتری خواهد داشت. در این حالت، دمای تعادل به دمای اولیه جسم سنگین‌تر نزدیک‌تر خواهد بود.
- ۳) با ورود شیر 60°C به بدن، نخست در یک فرایند گرماده، شیر مقداری انرژی به شکل گرما از دست می‌دهد تا با بدن هم‌دما شود و سپس بخش عمده انرژی موجود در شیر طی فرایند گوارش سوخت و ساز بدن آزاد می‌شود. بنابراین هر دو واکنش گرماده بوده و توجه داریم که در واکنش‌های گرماده، انرژی از سامانه به محیط انتقال می‌یابد.

گرما

در فرایندهای گرماده، علامت Q منفی بوده و نماد Q در سمت راست معادله فرایند قرار می‌گیرد. به‌عنوان مثال، فرض کنید مقداری شیر گرم با دمای 60°C را می‌خورید. با توجه به اینکه دمای درونی بدن انسان برابر با 37°C است، پس از ورود شیر گرم (سامانه) به بدن (محیط اطراف)، شیر مقداری گرما از دست داده و با بدن هم‌دما می‌شود. معادله فرایند انجام شده به‌صورت زیر است:

$$\text{گرما } (Q) + \text{شیر } (37^{\circ}\text{C}) \rightarrow \text{شیر } (60^{\circ}\text{C})$$

پس از ورود شیر به بدن، فرایند گوارش و سوخت و ساز انجام شده و بخش عمده انرژی موجود در شیر به بدن می‌رسد. انجام مجموعه این واکنش‌ها منجر به تولید انرژی و مواد اولیه مورد نیاز سوخت و ساز یاخته‌ها خواهد شد. معادله این فرایند نیز به‌صورت زیر است:

$$\text{گرما } (Q) + \text{فرآورده‌های گوارش و سوخت و ساز } (37^{\circ}\text{C}) \rightarrow \text{شیر } (37^{\circ}\text{C})$$

فرایند هم‌دما شدن شیر گرم با بدن، یک تغییر فیزیکی و گرماده بوده و در آن دمای فرآورده کمتر از دمای واکنش‌دهنده است. فرایند گوارش و سوخت و ساز شیر نیز یک تغییر شیمیایی و گرماده است که در آن دمای فرآورده‌ها با دمای واکنش‌دهنده‌ها برابر است. همان‌طور که مشخص است، همه واکنش‌های گرماده با تغییر دمای مواد شرکت‌کننده در واکنش همراه نیستند.

در فرایندهای گرماگیر، علامت Q مثبت بوده و نماد Q در سمت چپ معادله فرایند قرار می‌گیرد. مثلاً اگر مقداری بستنی با دمای 10°C را بخورید، پس از ورود بستنی (سامانه) به بدن (محیط اطراف)، سامانه گرما جذب کرده و با بدن هم‌دما می‌شود. معادله این فرایند به‌صورت زیر است:

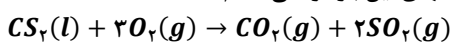
$$\text{بستنی } (37^{\circ}\text{C}) \rightarrow \text{گرما } (Q) + \text{بستنی } (10^{\circ}\text{C})$$

پس از ورود بستنی به بدن، فرایند سوخت و ساز این ماده بر اساس معادله زیر انجام شده و بخش عمده انرژی موجود در بستنی به بدن می‌رسد.

$$\text{گرما } (Q) + \text{فرآورده‌های گوارش و سوخت و ساز } (37^{\circ}\text{C}) \rightarrow \text{بستنی } (37^{\circ}\text{C})$$

گروه آموزشی ماز

۲۲- یک مول کربن دی‌سولفید و سه مول گاز اکسیژن را در یک ظرف $2/5$ لیتری وارد می‌کنیم تا واکنش زیر انجام شود. اگر سرعت متوسط واکنش در 90 ثانیه ابتدایی آن برابر $0/16 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ باشد، درصد حجمی گاز قطبی موجود در ظرف در انتهای این بازه زمانی کدام است؟



۵۰ (۴)

۴۰ (۳)

۲۵ (۲)

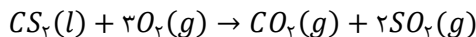
۲۰ (۱)



(سخت - مسئله - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۳

معادله موازنه شده واکنش به صورت زیر است:



ابتدا بایستی به کمک سرعت واکنش، مقدار کربن دی سولفید مصرف شده را حساب کنیم. به کمک سرعت واکنش، سرعت مصرف این ماده را حساب می کنیم:

$$\bar{R}_{واکنش} = \frac{|\bar{R}_{CS_2}|}{1} \rightarrow |\bar{R}_{CS_2}| = 0.16 \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

اکنون مقدار کربن دی سولفید مصرف شده را پس از ۹۰ ثانیه (معادل با ۱/۵ دقیقه) محاسبه می کنیم:

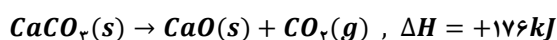
$$\bar{R}_{CS_2} = \frac{\Delta[CS_2]}{\Delta t} = \frac{\frac{\Delta n_{CS_2}}{V/\Delta L}}{90 \text{ s} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}} \rightarrow \Delta n_{CS_2} = 0.16 \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot \text{min}^{-1} \times 2/5 L \times 1/5 \text{ min} = 0.16 \text{ mol}$$

بنابراین در مدت ۹۰ ثانیه، مقدار ۰/۱۶ مول کربن دی سولفید مصرف شده است. با توجه به معادله موازنه شده واکنش، به ازای مصرف هر مول کربن دی سولفید، ۳ مول گاز اکسیژن مصرف شده و ۱ مول کربن دی اکسید و ۲ مول گوگرد دی اکسید تولید می شود. بنابراین به ازای مصرف ۰/۱۶ مول کربن دی سولفید، ۱/۸ مول اکسیژن مصرف شده و مقدار آن از ۳ مول به ۱/۲ مول می رسد و همچنین ۰/۱۶ مول کربن دی اکسید و ۱/۲ مول گوگرد دی اکسید تولید خواهد شد. بنابراین پس از ۹۰ ثانیه، ۳ مول گاز در ظرف وجود دارد که در میان گازهای موجود در ظرف، اکسیژن و کربن دی اکسید ناقصی بوده و تنها گوگرد دی اکسید قطبی است. بر این اساس، درصد حجمی گاز گوگرد دی اکسید را در میان گازهای موجود در ظرف حساب می کنیم. می دانیم که در شرایط یکسان، نسبت حجمی گازها با نسبت مولی آن ها متناسب است. پس، داریم:

$$\text{درصد} = \frac{n_{SO_2}}{n_{SO_2} + n_{O_2} + n_{CO_2}} \times 100 = \frac{1/2}{3} \times 100 = 40 \text{ درصد}$$

با توجه به محاسبات انجام شده، پس از ۹۰ ثانیه، ۴۰ درصد حجمی گازهای موجود در ظرف را گوگرد دی اکسید تشکیل می دهد. توجه داریم که کربن دی سولفید حالت مایع داشته و جزو مواد گازی موجود در ظرف واکنش به حساب نمی آید.

گروه آموزشی ماز



۲۳- واکنش مقابل را در نظر بگیرید:

به ازای تولید ۴۵ لیتر گاز کربن دی اکسید با چگالی $2/2 \text{ g} \cdot L^{-1}$ در این واکنش، چند kJ انرژی مصرف می شود؟

$$(C = 12 \text{ و } H = 1 : \text{g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

۵۹۴ (۴)

۲۹۷ (۳)

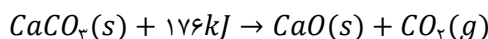
۳۹۶ (۲)

۱۹۸ (۱)

(آسان - مسئله - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

معادله واکنش انجام شده به صورت زیر است:



با توجه به معادله این واکنش، مقدار گرمای مبادله شده را محاسبه می کنیم:

$$? \text{ kJ} = 45 \text{ L } CO_2 \times \frac{2/2 \text{ g } CO_2}{1 \text{ L } CO_2} \times \frac{1 \text{ mol } CO_2}{44 \text{ g } CO_2} \times \frac{176 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } CO_2} = 396 \text{ kJ}$$

همان طور که مشخص است، در واکنش مورد نظر ۳۹۶ کیلوژول انرژی مصرف می شود.

گروه آموزشی ماز

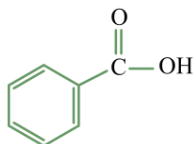
۲۴- کدام مورد، نادرست است؟

- (۱) برخلاف بنزویک اسید، فراورده حاصل از شکستن کربوهیدراتها در بدن، در آب نامحلول است.
- (۲) ماده منفجره به حالت جامد یا مایع بوده و از انفجار مقدار کمی از آن، حجم زیادی گاز داغ تولید می شود.
- (۳) واکنش دهنده نافلزی رایج در فرایند استخراج آهن، تأمین کننده انرژی لازم برای انجام این واکنش نیز است.
- (۴) در ترکیبهای آلی موجود در ادویهها، اتم عنصری از سه دوره اول جدول تناوبی می تواند یافت شود.

(آسان - مفهومی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

بنزویک اسید، کربوکسیلیک اسیدی آروماتیک با فرمول مولکولی $C_7H_6O_2$ است که به خوبی در آب حل می شود. همچنین مولکول حاصل از تجزیه کربوهیدراتها در بدن، گلوکز با فرمول مولکولی $C_6H_{12}O_6$ است که مانند بنزویک اسید در آب محلول است. ساختار بنزویک اسید به صورت زیر است:





بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ شیمی‌دان‌ها آهنگ واکنش را در گستره معینی از زمان با نام سرعت واکنش بیان می‌کنند. گستره زمان انجام واکنش‌ها از چند صدم ثانیه تا چند سده را در برمی‌گیرد. به‌عنوان مثال، انفجار واکنشی بسیار سریع است که در آن، از مقدار کمی ماده منفجرشونده به حالت جامد یا مایع، حجم زیادی از گازهای داغ تولید می‌شود.

آهنگ واکنش

انفجار، یک واکنش شیمیایی بسیار سریع است که در آن از مقدار کمی ماده منفجره به حالت جامد یا مایع، حجم زیادی از گازهای داغ تولید می‌شود. واکنش بین محلول‌های نقره‌نیترات و سدیم‌کلرید که معادله آن به‌صورت $AgNO_3(aq) + NaCl(aq) \rightarrow AgCl(s) + NaNO_3(aq)$ می‌باشد نیز نمونه دیگری از واکنش‌های شیمیایی است که با سرعت بالایی انجام می‌شود.

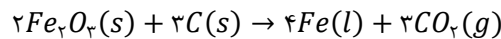
واکنش بین محلول‌ها > انفجار : سرعت

در نقطه مقابل، اشیاء آهنی در هوای مرطوب با سرعت بسیار کمی با اکسیژن موجود در هوا واکنش داده و زنگ می‌زنند. زنگار تولید شده ترد و شکننده بوده و پس از مدتی فرو می‌ریزد. کتاب‌های قدیمی نیز در گذر زمان زرد و پوسیده می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت که واکنش تجزیه سلولز سازنده کاغذ نیز با سرعت بسیار کندی رخ می‌دهد.

تجزیه سلولز کاغذ > زنگ زدن اشیاء آهنی : سرعت



۳ آهن، فلزی است که در صنایع جهان بیشترین مصرف را دارد. زغال کک، واکنش‌دهنده‌ای رایج در استخراج آهن بوده که تأمین‌کننده انرژی لازم برای انجام این واکنش نیز است. معادله واکنش انجام شده به‌صورت زیر است:



۴ یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که خواص ادویه‌ها به‌طور عمده وابسته به ترکیب‌های آلی موجود در آن‌ها است. ترکیب‌هایی که در ساختار خود افزون بر اتم‌های هیدروژن و کربن، اتم‌های اکسیژن، گاهی نیتروژن و گوگرد نیز دارند. توجه داریم که در میان عناصر ذکر شده، هیدروژن در دوره اول، کربن، نیتروژن و اکسیژن در دوره دوم و گوگرد در دوره سوم جدول تناوبی واقع شده است.

گروه آموزشی ماز

۲۵ - داده‌های موجود در جدول زیر را در نظر بگیرید:

| | | | | |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| پیوند | C—H | O=O | O—H | C=O |
| آنتالپی پیوند ($kJ \cdot mol^{-1}$) | ۴۱۵ | ۴۹۵ | ۴۶۳ | ۸۰۰ |

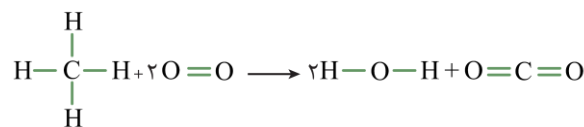
با توجه به اطلاعات موجود در این جدول، تغییر آنتالپی واکنش سوختن کامل متان، چند کیلوژول است؟

(۱) ۷۰۸- (۲) ۷۴۲- (۳) ۸۸۴- (۴) ۸۰۲-

(آسان - مسئله - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

معادله ساختاری واکنش انجام شده به‌صورت زیر است:



یکی از راه‌های کاربردی برای محاسبه ΔH واکنش‌ها، استفاده از آنتالپی پیوندهای دخیل در آن واکنش شیمیایی است. ابتدا آنتالپی این واکنش را به کمک آنتالپی پیوندها، محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{aligned} \Delta H \text{ واکنش} &= [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده}] \\ \Rightarrow \Delta H \text{ واکنش} &= [4\Delta H(C-H) + 2\Delta H(O=O)] - [4\Delta H(O-H) + 2\Delta H(C=O)] \\ \Rightarrow \Delta H \text{ واکنش} &= (4 \times 415 + 2 \times 495) - (4 \times 463 + 2 \times 800) = -802 \text{ kJ} \end{aligned}$$

گروه آموزشی ماز

۲۶ - چند مورد از مطالب زیر درست است؟

الف: شمار اتم‌های هیدروژن موجود در سبک‌ترین کتون شاخه‌دار با سیکلوپنتان برابر است.

ب: بین هیدروکربن‌های با شمار اتم H برابر، آنتالپی سوختن هیدروکربن سیرشده به یقین منفی‌تر است.

پ: گاز مرداب، دارای ۶ پیوند اشتراکی در ساختار خود بوده و علامت ΔH واکنش تهیه از عناصر سازنده مثبت است.

ت: شیب نمودار مول-زمان فراورده‌ها در واکنش سوختن کامل بنزآلدئید در یک بازه زمانی معین برابر است.

(۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱

(متوسط - مفهومی - ۱۱۰۲)

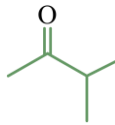
پاسخ: گزینه ۴ آزمون وی ای پی

فقط مورد (الف) درست هستند.



بررسی موارد:

«الف»: سبک‌ترین کتون شاخه‌دار معادل با یک ماده به نام متیل بوتانول با فرمول مولکولی $C_5H_{11}O$ است. ساختار این ماده به صورت زیر است:



سیکلوپنتان، هیدروکربن حلقوی با فرمول مولکولی C_5H_{10} است. ساختار این ماده به صورت زیر است:

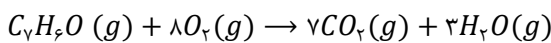


هر دو مولکول، شمار اتم هیدروژن یکسانی در ساختار خود دارند.

«ب»: در میان هیدروکربن‌ها، هر چه جرم مولی یک هیدروکربن بیشتر باشد، آنتالپی سوختن آن نیز بیشتر خواهد بود. به عنوان مثال، متان (CH_4) و اتن (C_2H_4) شمار هیدروژن یکسانی دارند اما اتن که نوعی آلکن بوده و به علت داشتن پیوند دوگانه سیرنشده است، به علت برخورداری از جرم مولی بالاتر، آنتالپی سوختن بالاتری نیز دارد.

«پ»: متان، نخستین عضو خانواده آلکان‌ها محسوب می‌شود که بخش عمده گاز طبیعی را تشکیل داده و از تجزیه گیاهان به وسیله باکتری‌های بی‌هوازی در زیر آب تولید می‌شود. گاز متان اولین بار از سطح مرداب جمع‌آوری شد و از این رو به گاز مرداب معروف است. واکنش کلی تولید متان از گاز هیدروژن و گرافیت واکنشی گرماگیر است و $\Delta H < 0$ دارد. توجه داریم که در ساختار متان، ۴ پیوند اشتراکی وجود دارد.

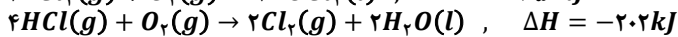
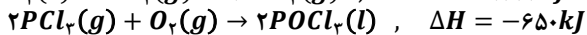
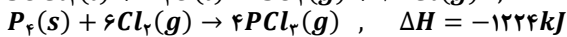
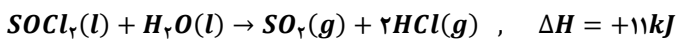
«ت»: واکنش سوختن کامل بنزآلدئید به صورت زیر است:



با توجه به اینکه فراورده‌های واکنش ضریب استوکیومتری یکسانی ندارند، شیب نمودار مول-زمان آن‌ها متفاوت خواهد بود.

گروه آموزشی ماز

۲۷- معادله واکنش‌های زیر را در نظر بگیرید:



اگر در مجموع $\frac{2}{8}$ مول گاز در واکنش $P_4(s) + 4SO_2(g) + 10Cl_2(g) \rightarrow 4SOCl_2(l) + 4POCl_2(g)$ مصرف شود، چند کیلوژول گرما می‌تواند در این واکنش تولید شده باشد؟

۵۹۲/۸ (۴)

۵۴۱ (۳)

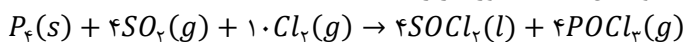
۴۳۲/۸ (۲)

۴۱۰ (۱)

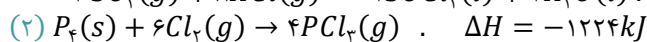
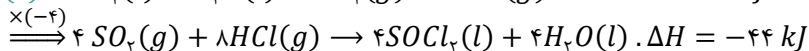
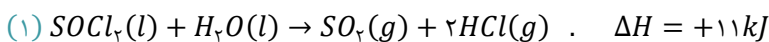
(سخت - مسئله - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

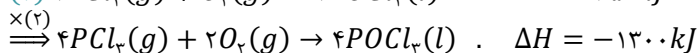
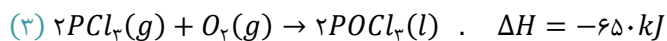
نخست به کمک قانون هس، آنتالپی واکنش را به دست می‌آوریم. معادله موازنه‌شده واکنش هدف به صورت زیر است:



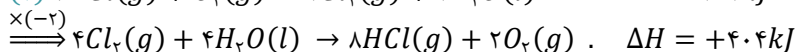
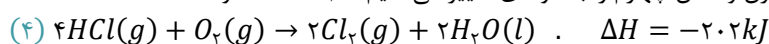
در میان مواد شرکت‌کننده در واکنش، $SOCl_2$ در واکنش اول، P_4 در واکنش دوم و $POCl_2$ در واکنش سوم غیر تکراری هستند. پس ضریب و جهت این مواد را در این سه واکنش مطابق واکنش اصلی قرار می‌دهیم:



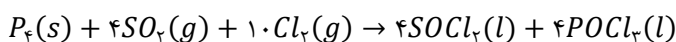
واکنش دوم بدون تغییر باقی می‌ماند.



مولکول O_2 در واکنش اصلی وجود ندارد. اکنون به منظور حذف اکسیژن واکنش چهارم را به گونه‌ای تغییر می‌دهیم تا O_2 حذف شود.



بنابراین واکنش نهایی به صورت زیر خواهد بود:



آنتالپی واکنش اصلی برابر مجموع آنتالپی واکنش‌های تغییر یافته است؛ پس، آنتالپی واکنش اصلی را حساب می‌کنیم:

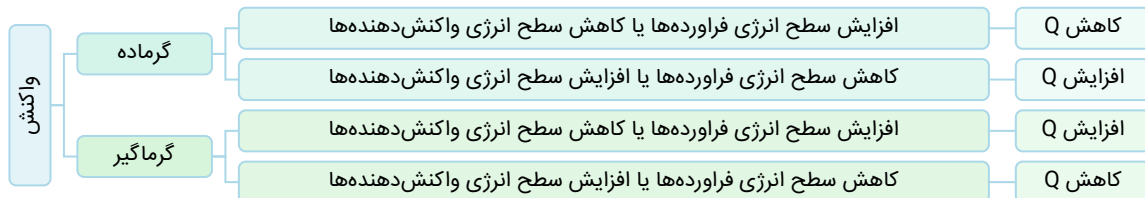
$$\Delta H = (-44) + (-1224) + (-1300) + (404) = -2164kJ$$



بنابراین آنتالپی واکنشی که از مجموع ۴ واکنش فرعی به دست می آید، معادل $kJ - 2164$ است. در این واکنش به ازای مصرف ۱۴ مول گاز (۴ مول گاز گوگرد دی اکسید و ۱۰ مول گاز کلر)، مقدار ۲۱۶۴ کیلوژول گرما آزاد می شود. اکنون می خواهیم گرمای تولید شده را به ازای مصرف ۲/۸ مول گاز را حساب کنیم. در این رابطه، داریم:

$$? kJ = 2/8 \text{ mol gas} \times \frac{2164 \text{ kJ}}{14 \text{ mol gas}} = 432/8 \text{ kJ}$$

بنابراین در این واکنش ۴۳۲/۸ کیلوژول گرما آزاد می شود. توجه داریم که در واکنش مدنظر سؤال، $POCl_3$ به حالت گازی تولید شده است در حالی که حالت فیزیکی این ماده در واکنشی که از مجموع واکنش های فرعی به دست آمده، مایع است. در واکنش های گرماده، هر چه سطح انرژی واکنش دهنده ها بالاتر و سطح انرژی فرآورده ها پایین تر باشد، گرمای آزاد شده نیز بیشتر است و از آنجا که سطح انرژی مواد گازی نسبت به مواد مایع بیشتر است، می توان گفت که در واکنش خواسته شده، ΔH کمتر از ۴۳۲/۸ کیلوژول خواهد بود. در این رابطه، داریم:



گروه آموزشی ماز

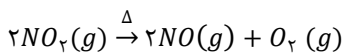
۲۸- در واکنش $2NO_2(g) \xrightarrow{\Delta} 2NO(g) + O_2(g)$ ، با گذشت هر دقیقه ۷۵ درصد از گاز NO_2 موجود در ظرف تجزیه می شود. اگر در ابتدا ۲۰ مول گاز NO_2 در ظرف واکنش وجود داشته باشد، پس از ۱۸۰ ثانیه، حجم گاز O_2 آزاد شده در شرایط استاندارد برابر با چند لیتر خواهد شد؟

۱۸۲ (۱) ۲۰۴/۵ (۲) ۲۲۰/۵ (۳) ۲۴۲ (۴)

(متوسط - مسئله - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۳

معادله موازنه شده واکنش به صورت زیر است:



در هر دقیقه، ۷۵ درصد از گاز نیتروژن دی اکسید موجود در ظرف مصرف شده و تنها ۲۵ درصد (معادل با ۱/۴) آن باقی می ماند. اکنون باید ببینیم پس از ۱۸۰ ثانیه (معادل با ۳ دقیقه)، چه مقدار از نیتروژن دی اکسید اولیه مصرف شده است. پس از ۳ دقیقه، می توان گفت که نیتروژن دی اکسید اولیه ۳ بار تجزیه شده و هر بار مقدار آن به ۲۵ درصد حالت قبلی خود رسیده است. بنابراین مقدار نیتروژن دی اکسید موجود در ظرف پس از ۳ دقیقه برابر است با:

$$? \text{ mol } NO_2 = 20 \text{ mol } NO_2 \times (0.25)^3 = 0.3125$$

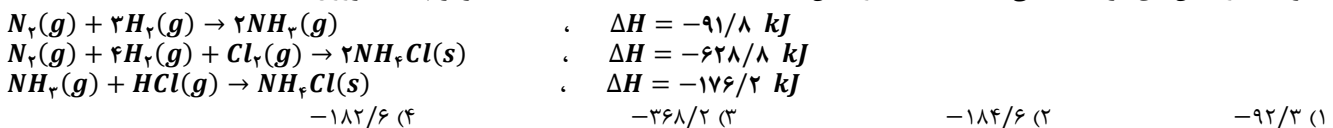
بنابراین از ۲۰ مول اولیه گاز مورد نظر، ۱۹/۶۸۷۵ مول نیتروژن دی اکسید مصرف شده و تنها ۰/۳۱۲۵ مول از آن باقی مانده است. در معادله موازنه شده واکنش، به ازای مصرف ۲ مول نیتروژن دی اکسید، ۱ مول گاز اکسیژن تولید می شود. اکنون حجم گاز اکسیژن تولید شده از مصرف ۱۹/۶۸۷۵ مول NO_2 را در شرایط استاندارد حساب می کنیم:

$$? L O_2 = 19/6875 \text{ mol } NO_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } NO_2} \times \frac{22.4 L}{1 \text{ mol } O_2} = 220/5 L$$

پس از ۱۸۰ ثانیه، ۲۲۰/۵ لیتر اکسیژن در شرایط استاندارد تولید می شود.

گروه آموزشی ماز

۲۹- با توجه به واکنش های گرمایشی داده شده، ΔH واکنش $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$ و واکنش $H_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ است؟



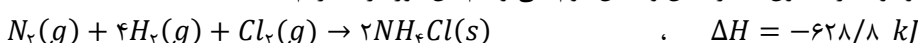
(آسان - مسئله - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

نخستین بار هنری هس دریافت که گرمای یک واکنش معین به راهی که برای انجام آن واکنش در پیش گرفته می شود، وابسته نیست. به دیگر سخن، با استفاده از چند واکنش مختلف، می توان تغییر آنتالپی یک واکنش معین را به دست آورد، به شرطی که شرایط انجام همه واکنش ها یکسان باشد. امروزه از این نتیجه با نام قانون هس یاد می شود؛ قانونی که به جمع پذیری گرمای واکنش معروف است. در واکنش هدف $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$ ، ماده $HCl(g)$ در سمت راست با ضریب ۲ وجود دارد. از ضرب واکنش سوم در ۲ و معکوس کردن آن می توانیم این ماده را بسازیم:

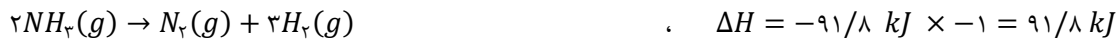


در واکنش هدف، $Cl_2(g)$ با ضریب ۱ در سمت چپ وجود دارد. بدون تغییر دادن واکنش دوم، می توانیم این مورد را بسازیم:





در واکنش هدف، $N_2(g)$ وجود ندارد. با معکوس کردن واکنش اول، موارد اضافی حذف و ضریب $H_2(g)$ نیز ساخته می‌شود:

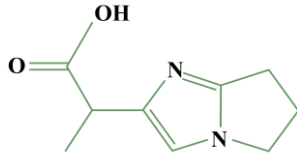


معادله واکنش نهایی، حاصل جمع این ۳ واکنش است، پس می‌توان گفت آنتالپی این واکنش نیز برابر با جمع آنتالپی واکنش‌های جدید ایجاد شده است. بر این اساس، داریم:

$$\Delta H = 352/4 \text{ kJ} + (-628/8 \text{ kJ}) + 91/8 \text{ kJ} = -184/6 \text{ kJ}$$

گروه آموزشی ماز

۳۰- شمار اتم‌های هیدروژن موجود در ساختار ترکیب مقابل، چند برابر شمار اتم‌های هیدروژن موجود در ساختار مولکول گازی است که به‌عنوان عمل آورنده در کشاورزی کاربرد دارد؟



- ۳ (۱)
- ۲/۵ (۲)
- ۴ (۳)
- ۳/۵ (۴)

(آسان - مفهومی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۱ آزمون وی ای پی

اتن (C_2H_4)، در بیشتر گیاهان وجود دارد. برای مثال، موز و گوجه‌فرنگی رسیده گاز اتن آزاد می‌کنند. گاز اتن آزاد شده از یک موز یا گوجه‌فرنگی رسیده به نوبه خود موجب رسیدن سریع‌تر سایر میوه‌های نارس می‌شود. به همین خاطر، در کشاورزی از گاز اتن به‌عنوان (عمل آورنده) استفاده می‌شود. همان‌طور که می‌دانیم، در گذشته گاز اتن به نام (اتیلن) معروف بوده است. در هر مولکول اتن، ۶ پیوند اشتراکی بین اتم‌ها برقرار شده است. فرمول شیمیایی ترکیب داده شده در صورت سؤال نیز به شکل $C_9H_{12}N_2O_4$ است. شمار اتم‌های هیدروژن در این ماده، ۳ برابر اتن است.

گروه آموزشی ماز

۵- کدام موارد زیر نادرست است؟

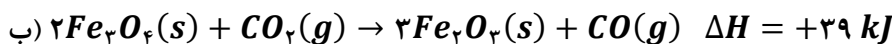
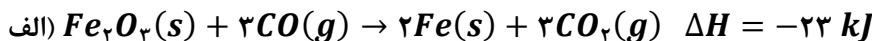
الف: با جایگزینی گروه عاملی ترکیب آلی موجود در گشنیز با اتم H ، درصد جرمی کربن در این ماده افزایش می‌یابد.
ب: مقدار عددی آنتالپی واکنش شیمیایی $2Br(g) \rightarrow Br_2(l)$ با آنتالپی پیوند اشتراکی $Br - Br$ برابر است.
پ: از میان آلوتروپ‌های فسفر، آلوتروپی که زیر آب نگهداری می‌شود، سخت‌تر به اتم‌های گازی تبدیل می‌شود.
ت: پیوند اشتراکی که آسان‌تر از بقیه پیوندها در ساختار کلسترول می‌شکند، در همه الکل‌ها وجود دارد.
ث: دمای جوش سبک‌ترین آلدئید آروماتیک، از دمای جوش ۲-هپتانول کمتر است.

(۱) «الف» و «ث» (۲) «الف» و «ت» و «ث» (۳) «ب» و «پ» (۴) «ب» و «پ» و «ت»

۶- اگر تیغه‌ای از جنس فلز واسطه A با محلولی از مس (II) سولفات واکنش بدهد، کدام مورد به یقین درست است؟

(۱) با گذشت زمان، غلظت یون سولفات ثابت مانده ولی شمار کاتیون‌هایی با بار الکتریکی $+2$ در محلول کاهش می‌یابد.
(۲) اگر همه جامد تشکیل شده روی تیغه فلز A رسوب کند، جرم تیغه در طول انجام شدن واکنش افزایش می‌یابد.
(۳) اگر به جای تیغه فلز A ، تیغه فلزی از جنس آلومینیم استفاده شود، سرعت واکنش افزایش می‌یابد.
(۴) در واکنش انجام شده، مجموع ضرایب استوکیومتری فراورده‌ها با واکنش‌دهنده‌ها برابر است.

۷- اگر ظرفیت گرمایی $0.0625 mol$ آلکان A برابر گرمای ویژه آن باشد، از واکنش سوختن $1/5$ مول از این آلکان چند لیتر گاز CO_2 با چگالی $2 g \cdot L^{-1}$ تولید شده و اگر بخواهیم CO_2 تولید شده را از واکنش $FeO(s) + CO(g) \rightarrow Fe(s) + CO_2(g)$ تهیه کنیم، چند کیلوژول گرما آزاد خواهد شد؟ ($O = 16$ و $C = 12$ و $H = 1$; $g \cdot mol^{-1}$)



(۱) $16/5 - 33$ (۲) $33 - 33$ (۳) $16/5 - 66$ (۴) $33 - 66$

۸- داده‌های زیر برای واکنش $CH_4(g) + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + 2H_2(g)$ به دست آمده است. اگر پس از ۲۵ ثانیه دوم، واکنش با سرعت متوسط ثابت انجام شود، زمان کل انجام واکنش چند دقیقه خواهد بود؟

| زمان (s) | ۰ | ۲۵ | ۵۰ | ۷۵ |
|-------------|-----|-----|-----|-----|
| مول متان | ۳/۹ | ۳/۵ | | |
| مول هیدروژن | ۰ | | ۲/۱ | ۲/۷ |

(۱) ۵ (۲) ۶ (۳) ۷/۵ (۴) ۸

۹- همه موارد زیر درست‌اند به جز

(۱) ایزومر الکلی اولین عضو خانواده اترها، به هر نسبتی در آب حل می‌شود.
(۲) با افزایش درصد جرمی H در کربوکسیلیک اسیدها، انحلال‌پذیری آن‌ها در آب افزایش می‌یابد.
(۳) در واکنش سوختن، ماده سوختنی بخشی از انرژی پتانسیل خود را به شکل نور و گرما آزاد می‌کند.
(۴) هرچه ذرات تشکیل‌دهنده یک ماده غذایی خردتر باشد، مدت زمان ماندگاری آن ماده غذایی کوتاه‌تر خواهد بود.



۱۰- درستی یا نادرستی کدام گزینه با عبارت زیر متفاوت است؟
(اگر در واکنش سوختن کامل یک هیدروکربن، سرعت تولید فراورده‌ها یکسان باشد، آن هیدروکربن به یقین سیر نشده است.)

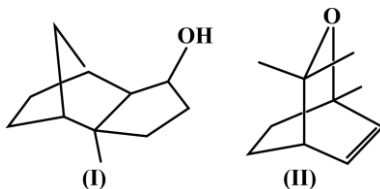
- (۱) با افزایش دما هنگام حل شدن قرص سوء هاضمه در آب، زمان پایان یافتن خروج گاز افزایش می‌یابد.
(۲) در واکنش موازنه شده سوختن گاز ۲-پنتن، سرعت واکنش با سرعت متوسط مصرف آلکن برابر است.
(۳) شیب نمودار مول-زمان یک فراورده در یک واکنش فرضی، در صورت افزودن بازدارنده افزایش پیدا می‌کند.
(۴) کمترین سرعت متوسط در واکنش موازنه نشده $N_2O(g) \rightarrow N_2(g) + NO_2(g)$ ، مربوط به یک گونه رادیکال است.
- ۱۱- مخلوطی از گازهای پروپان و بوتان با $1/8$ مول گاز اکسیژن به طور کامل واکنش داده و $1/1$ مول کربن دی‌اکسید تولید می‌کند. بر اثر واکنش این مخلوط گازی چند کیلوژول گرما آزاد خواهد شد؟ (آنتالپی سوختن گازهای متان و اتان به ترتیب برابر 890 و 1560 - باشد.)

(۴) ۱۰۲۶

(۳) ۸۰۳

(۲) ۷۳۶

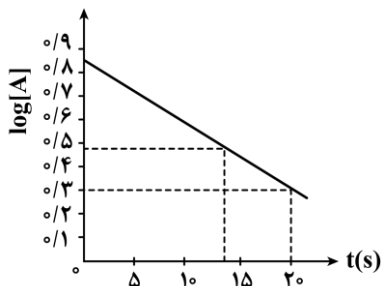
(۱) ۵۱۳



۱۲- کدام ویژگی در ترکیب (I) نسبت به ترکیب (II) کمتر است؟

- (۱) شمار پیوندهای $C - C$ در ساختار ماده
(۲) نقطه جوش یک نمونه از ماده مورد نظر
(۳) شمار اتم‌های C که به اتم هیدروژن متصل نشده‌اند
(۴) شمار پیوندهای $C - H$ در ساختار ماده

۱۳- در یک ظرف دو لیتری، از واکنش گاز A با گاز B ، گاز C تولید شده و نمودار مقابل تغییر لگاریتم غلظت مولی A را بر حسب زمان نشان می‌دهد:



اگر سرعت متوسط مصرف B در 20 ثانیه اول برابر 90 مول بر دقیقه و سرعت متوسط تولید C در 10 ثانیه دوم برابر 48 مول بر دقیقه باشد، مجموع ضرایب مواد در این واکنش کدام عدد زیر می‌تواند باشد؟

- (۱) ۴
(۲) ۵
(۳) ۶
(۴) ۸





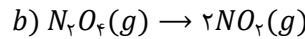
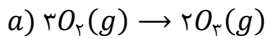
برای تقویت مهارت‌های شما و درک عمیق‌تر مفاهیم، چند سؤال چالش‌برانگیز تحت عنوان «دوپینگ پلاس» در نظر گرفته شده است که حل آن‌ها می‌تواند به پیشرفت شما کمک کند! «۲ یازدهم»

- ۱- اگر در واکنش (a) برای تولید ۷۲ گرم گاز اوزون از گاز اکسیژن، سطح انرژی مواد به اندازه ۲۱۴/۵ کیلوژول افزایش یابد و در واکنش (b) برای تولید ۰/۵ مول گاز NO_2 از گاز N_2O_4 مقدار ۹ کیلوکالری انرژی نیاز باشد، کدام مورد درست است؟
(یک کالری معادل با ۴/۲ ژول است. $g \cdot mol^{-1}$: $N = 14$ و $O = 16$)
(۱) آنتالپی واکنش $3O_2(g) \rightleftharpoons 2O_3(g)$ در جهت رفت برابر $+286 kJ$ است.
(۲) با افزایش دما در واکنش (b)، رنگ مخلوط گازی افزایش یافته ولی شمار مولکول‌ها ثابت می‌ماند.
(۳) برای تولید ۹/۲ گرم گاز سبک‌تر در واکنش (b)، به مقدار ۱۵/۱۲ کیلوژول گرما نیاز است.
(۴) از علامت تغییر آنتالپی واکنش (a)، می‌توان رابطه $\Delta H(O=O) < 2\Delta H(O-O)$ را نتیجه گرفت.

(سخت - مسئله - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۳

معادله موازنه شده واکنش‌های (a) و (b) به صورت زیر است:



ابتدا آنتالپی هر دو واکنش را محاسبه می‌کنیم. در واکنش (a) به ازای تولید ۷۲ گرم اوزون، ۲۱۴/۵ کیلوژول گرما مصرف شده است. بنابراین آنتالپی این واکنش که معادل با گرمای مبادله شده به ازای تولید ۲ مول اوزون خواهد بود، برابر است با:

$$? \Delta H_a = 2 \text{ mol } O_3 \times \frac{48 \text{ g } O_3}{1 \text{ mol } O_3} \times \frac{214.5 \text{ kJ}}{72 \text{ g } O_3} = 286 \text{ kJ}$$

با توجه به اینکه انجام این واکنش با افزایش سطح آنتالپی همراه بوده، پس این واکنش یک واکنش گرماگیر است و $\Delta H = +286 kJ$ خواهد بود. در واکنش دوم به ازای تولید ۰/۵ مول گاز NO_2 مقدار ۹ کیلوکالری انرژی مصرف شده است. پس برای محاسبه آنتالپی این واکنش، داریم:

$$? \Delta H_b = 2 \text{ mol } NO_2 \times \frac{9 \text{ kcal}}{0.5 \text{ mol } NO_2} \times \frac{4/2 \text{ kcal}}{1 \text{ kcal}} = 151/2 \text{ kJ}$$

با توجه به اینکه انجام این واکنش با مصرف انرژی همراه بوده، پس یک واکنش گرماگیر است و $\Delta H = +151/2 kJ$ خواهد بود. اکنون با توجه به آنتالپی واکنش دوم، گرمای مصرف شده به ازای تولید ۹/۲ گرم گاز نیتروژن دی‌اکسید را حساب می‌کنیم:

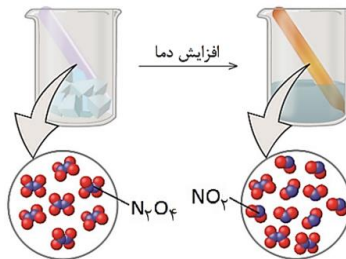
$$? kJ = 9/2 \text{ g } NO_2 \times \frac{1 \text{ mol } NO_2}{46 \text{ g } NO_2} \times \frac{151/2 \text{ kJ}}{2 \text{ mol } NO_2} = 15/12 \text{ kJ}$$

بنابراین به ازای تولید مقدار موردنظر از نیتروژن دی‌اکسید ۱۵/۱۲ کیلوژول گرما نیاز است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱ آنتالپی واکنش شیمیایی $3O_2(g) \rightarrow 2O_3(g)$ برابر با $+286$ کیلوژول است. اگر یک واکنش در جهت برگشت انجام شود، ΔH آن نیز قرینه خواهد شد. بنابراین ΔH واکنش $2O_3(g) \rightarrow 3O_2(g)$ معادل -286 کیلوژول است.

۲ واکنش (b) یک واکنش گرماگیر است و با افزایش دما در جهت رفت پیش خواهد رفت. در این صورت به ازای هر بار انجام واکنش، یک مول N_2O_4 مصرف شده و دو مول NO_2 تولید خواهد شد. همچنین می‌دانیم که NO_2 برخلاف گاز N_2O_4 ، گازی قهوه‌ای رنگ است. پس با انجام واکنش موردنظر، شدت رنگ مخلوط گازی افزایش می‌یابد و شمار مولکول‌های گازی نیز افزایش خواهد یافت. در این رابطه، داریم:



۴ ابتدا آنتالپی واکنش (a) را به کمک آنتالپی پیوندها، محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta H \text{ واکنش} = [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش دهنده}] = \Delta H$$

$$\Delta H \text{ واکنش} = [3\Delta H(O=O)] - [2\Delta H(O=O) + 2\Delta H(O-O)] \rightarrow \Delta H(O=O) - 2\Delta H(O-O) = 286 \text{ kJ}$$

با توجه به محاسبات انجام شده می‌توان گفت که آنتالپی پیوند $O=O$ نسبت به دو برابر آنتالپی پیوند $O-O$ بزرگ‌تر است.

گروه آموزشی ماز



۲- با توجه به توصیف زیر درباره یک نوع سوخت سبز، چند مورد از مقایسه‌های داده شده درست است؟ ($O = 16$ و $C = 12$ و $H = 1 : g \cdot mol^{-1}$)

(بیودیزل با فرمول $C_{18}H_{36}O_2$ ، از روغن‌های گیاهی تولید شده و آنتالپی سوختن آن به تقریب $8/25$ برابر اتانول است.)

- نقطه جوش: بیودیزل > گریس
- جرم CO_2 حاصل از سوختن یک گرم: بیودیزل < اتانول
- ارزش سوختی: بیودیزل < اتانول
- چگالی: بیودیزل > آب

۱ (۴)

۲ (۳)

۳ (۲)

۴ (۱)

(متوسط - مفهومی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

سوخت سبز، سوختی است که در ساختار خود افزون بر کربن و هیدروژن، اکسیژن نیز دارد و از پسماندهای گیاهی مانند شاخ و برگ گیاه سویا، نیشکر و دانه‌های روغنی به دست می‌آید. این مواد زیست‌تخریب‌پذیرند و از این رو به وسیله جانداران ذره‌بینی به مواد ساده‌تر تجزیه می‌شوند. اتانول و روغن‌های گیاهی نمونه‌هایی از این نوع سوخت‌ها هستند. بر این اساس، موارد دوم، سوم و چهارم به درستی مقایسه شده‌اند.

بررسی موارد:

مورد اول: گریس نوعی آلکان با فرمول مولکولی $C_{18}H_{38}$ و بیودیزل نوعی سوخت سبز با فرمول مولکولی $C_{18}H_{36}O_2$ است. در مقایسه میان یک هیدروکربن و یک ترکیب آلی دارای گروه عاملی که شمار اتم‌های کربن یکسانی دارند، مولکولی که دارای گروه عاملی است، به علت داشتن گشتاور دوقطبی بزرگ‌تر نسبت به هیدروکربن، نقطه جوش بیشتری دارد. بنابراین نقطه جوش بیودیزل نسبت به گریس بیشتر است.

مورد دوم: معادله سوختن کامل اتانول و بیودیزل به صورت زیر است:



اکنون مقدار کربن دی‌اکسید حاصل از سوختن ۱ گرم اتانول و بیودیزل را حساب می‌کنیم:

$$\text{سوختن اتانول: } ? \text{ mol } CO_2 = 1 \text{ g } C_2H_5OH \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_5OH}{46 \text{ g } C_2H_5OH} \times \frac{2 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_2H_5OH} = \frac{1}{23} \text{ mol}$$

$$\text{سوختن بیودیزل: } ? \text{ mol } CO_2 = 1 \text{ g } C_{18}H_{36}O_2 \times \frac{1 \text{ mol } C_{18}H_{36}O_2}{284 \text{ g } C_{18}H_{36}O_2} \times \frac{18 \text{ mol } CO_2}{1 \text{ mol } C_{18}H_{36}O_2} = \frac{9}{142} \text{ mol}$$

با توجه به اینکه شمار مول کربن دی‌اکسید تولیدشده در واکنش سوختن بیودیزل بیشتر است، پس می‌توان گفت در واکنش سوختن ۱ گرم از آن جرم کربن دی‌اکسید تولیدشده نسبت به جرم کربن دی‌اکسید تولیدشده در واکنش سوختن ۱ گرم اتانول بیشتر است.

مورد سوم: به مقدار انرژی تولیدشده در واکنش سوختن ۱ گرم از یک ماده سوختنی، ارزش سوختی گفته می‌شود. برای محاسبه ارزش سوختی یک نمونه ماده، از رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود:

$$\text{مقدار انرژی آزادشده بر حسب کیلوژول} \\ \text{جرم نمونه‌ی ماده‌ی سوختنی بر حسب گرم} = \text{ارزش سوختی}$$

اگر آنتالپی سوختن اتانول را برابر با x کیلوژول در نظر بگیریم، آنتالپی سوختن بیودیزل $8/25x$ خواهد بود. بر این اساس، ارزش سوختی این دو ماده را مقایسه می‌کنیم:

$$\frac{\text{آنتالپی سوختن بیودیزل}}{\text{ارزش سوختی بیودیزل}} = \frac{\text{جرم مولی بیودیزل}}{\text{آنتالپی سوختن اتانول}} = \frac{284}{46} = \frac{379/5}{284} > 1$$

طبق محاسبات انجام شده، ارزش سوختی بیودیزل بیشتر از اتانول است.

مورد چهارم: بیودیزل سوختی سبز است که از روغن‌های گیاهی ساخته شده است و همان‌طور که می‌دانیم، در میان آب و روغن‌های گوناگون، آب چگالی بیشتری دارد. به همین خاطر است که در مخلوط آب و روغن، آب همواره زیر روغن قرار می‌گیرد.

گروه آموزشی ماز

۳- اگر در محفظه A ، از واکنش $4Fe(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s) + 1650 \text{ kJ}$ برای تولید گرما استفاده شود و گرمای مبادله شده در محفظه B که $0/2$ مول کلسیم کلرید در آن مصرف شده است برابر با $16/6$ کیلوژول باشد، کدام موارد از مطالب زیر نادرست است؟ (هر کالری را معادل $4/2$ ژول در نظر بگیرید.)

الف: برخلاف محفظه A ، علامت گرما در واکنش انجام شده در محفظه B ، مثبت است.

ب: با آزاد شدن $10^{22} \times 9/03$ یون بر اثر انحلال کلسیم کلرید در آب، به تقریب 1 kcal انرژی تولید می‌شود.

پ: از فرایند انجام شده در محفظه B ، برای سرد کردن محل آسیب‌دیدگی ورزشکاران استفاده می‌شود.

ت: با مصرف 108 لیتر گاز O_2 با حجم مولی $24 \text{ L} \cdot mol^{-1}$ در محفظه A ، مقدار 2475 کیلوژول گرما آزاد می‌شود.

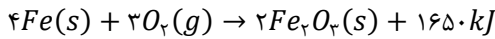
(۱) «الف» و «ب» (۲) «الف» و «پ» (۳) «ب» و «ت» (۴) «پ» و «ت»



(سخت - مسئله و مفهومی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

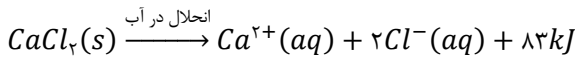
معادله موازنه شده واکنش انجام شده در محفظه A به صورت زیر است که در آن گرما تولید شده و نوعی واکنش گرماده به شمار می رود:



همچنین در محفظه B به ازای انحلال ۰/۲ مول کلسیم کلرید، مقدار ۱۶/۶ کیلوژول گرما تولید می شود. بنابراین گرمای حاصل از انحلال ۱ مول کلسیم کلرید در آب برابر است با:

$$? kJ = 1 mol CaCl_2 \times \frac{16/6 kJ}{2 mol CaCl_2} = 83 kJ$$

بنابراین، کلسیم کلرید بر اساس معادله زیر در آب حل می شود.



این فرایند نیز گرماده است و از کلسیم کلرید برای تولید بسته های گرمای استفاده می شود. بر این اساس، عبارت های (الف) و (پ) نادرست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: همان طور که گفتیم، هر دو واکنش انجام شده در محفظه های A و B گرماده هستند. در این دو واکنش، گرما تولید خواهد شد و توجه داریم که در واکنش های گرماده، علامت ΔH منفی است.

«ب»: طبق معادله موازنه شده انحلال کلسیم کلرید در آب، به ازای آزاد شدن ۳ مول یون (۱ مول یون کلسیم و ۲ مول یون کلرید)، مقدار ۸۳ کیلوژول گرما تولید می شود. اکنون گرمای آزاد شده واکنش را بر حسب کیلوکالری به ازای تولید $10^{22} \times 9/0.3$ یون حساب می کنیم:

$$? kcal = 9/0.3 \times 10^{22} \text{ ion} \times \frac{1 \text{ mol ion}}{6/0.2 \times 10^{23} \text{ ion}} \times \frac{83 kJ}{3 \text{ mol ion}} \times \frac{1 kcal}{4/2 kJ} = 1 kcal$$

بنابراین طبق محاسبات انجام شده، به تقریب ۱ کیلوکالری انرژی آزاد می شود.

«پ»: فرایند انجام شده در محفظه B گرماده است. از انحلال کلسیم کلرید در آب، برای تولید بسته های گرمای استفاده می شود.

«ت»: طبق معادله موازنه شده، به ازای مصرف ۳ مول اکسیژن در واکنش انجام شده در کیسه A، مقدار ۱۶۵۰ کیلوژول انرژی آزاد می شود. اکنون انرژی حاصل از مصرف ۱۰۸ لیتر گاز اکسیژن را در شرایطی که حجم مولی گازها ۲۴ لیتر است، به دست می آوریم:

$$? kJ = 10.8 L O_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{24 L O_2} \times \frac{1650 kJ}{3 \text{ mol } O_2} = 2475 kJ$$

با توجه به محاسبات انجام شده، ۲۴۷۵ کیلوژول گرما در این فرایند آزاد می شود.

گروه آموزشی ماز

۴- اگر اختلاف آنتالپی پیوندهای $N \equiv N$ و $N - N$ برابر $782 kJ \cdot mol^{-1}$ و اختلاف آنتالپی پیوندهای $N - H$ و $H - H$ برابر $45 kJ \cdot mol^{-1}$ باشد، از واکنش کامل $3/6$ لیتر مخلوط گازی نیتروژن و هیدروژن در شرایط استاندارد مطابق واکنش $N_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2H_4(g)$ چند کیلوژول گرما مبادله می شود؟ (آنتالپی پیوند $H - H$ برابر $436 kJ \cdot mol^{-1}$ است.)

۹۰ (۴)

۶۷/۵ (۳)

۴۵ (۲)

۲۷ (۱)

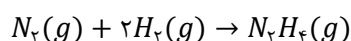
(سخت - مسئله - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

به منظور مقایسه آنتالپی دو پیوند بایستی به مرتبه و طول پیوند دقت کرد. می دانیم که آنتالپی یک پیوند با مرتبه آن پیوند رابطه مستقیم و با طول پیوند رابطه عکس دارد. بر این اساس می توان گفت که پیوند $N \equiv N$ نسبت به پیوند $N - N$ از آنتالپی پیوند بیشتری برخوردار است و همچنین با توجه به کمتر بودن شعاع اتم هیدروژن نسبت به نیتروژن، طول پیوند $N - H$ نسبت به پیوند $H - H$ بیشتر بوده و آنتالپی پیوند آن کمتر است. پس اگر آنتالپی پیوند $H - H$ ۴۳۶ کیلوژول بر مول باشد، آنتالپی پیوند $N - H$ معادل ۳۹۱ کیلوژول بر مول خواهد بود. در این رابطه، داریم:

| $N - H$ | $H - H$ | پیوند |
|---------|---------|--------------------------------|
| ۳۹۱ | ۴۳۶ | آنتالپی پیوند (کیلوژول بر مول) |

معادله موازنه شده واکنش به صورت زیر است:



برای محاسبه آنتالپی واکنش به کمک آنتالپی پیوندها، از رابطه زیر بهره می بریم:

$$\Delta H \text{ واکنش} = [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فرآورده}] - [\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش دهنده}]$$

بر این اساس، داریم:

$$\Rightarrow \Delta H \text{ واکنش} = [\Delta H (N \equiv N) + 2\Delta H (H - H)] - [\Delta H (N - N) + 4\Delta H (N - H)]$$

$$\Rightarrow \Delta H \text{ واکنش} = \underbrace{\Delta H (N \equiv N)}_{782} - \Delta H (N - N) + (2 \times 436) - (4 \times 391) = 90 kJ$$

۷۸۲



بنابراین آنتالپی واکنش برابر ۹۰ کیلوژول است. با توجه به معادله موازنه شده واکنش مورد نظر، به ازای هر بار انجام شدن این واکنش، ۱ مول گاز نیتروژن و ۲ مول گاز هیدروژن مصرف شده و ۹۰ کیلوژول گرما مبادله می شود. در نهایت، گرمای مبادله شده واکنش را در شرایطی که مجموعاً ۳۳/۶ لیتر از این دو گاز در شرایط استاندارد مصرف می شود، حساب می کنیم:

$$? kJ = 33/6 L \text{ gas} \times \frac{1 \text{ mol gas}}{22/4 L \text{ gas}} \times \frac{90 \text{ kJ}}{3 \text{ mol gas}} = 45 \text{ kJ}$$

بنابراین در این واکنش، ۴۵ کیلوژول گرما مصرف می شود.

◆ گروه آموزشی ماز ◆

۵- کدام موارد زیر نادرست است؟

الف: با جایگزینی گروه عاملی ترکیب آلی موجود در گشینیز با اتم H، درصد جرمی کربن در این ماده افزایش می یابد.
ب: مقدار عددی آنتالپی واکنش شیمیایی $2Br(l) \rightarrow 2Br(g)$ با آنتالپی پیوند اشتراکی $Br - Br$ برابر است.
پ: از میان آلوتروپ های فسفر، آلوتروپی که زیر آب نگهداری می شود، سخت تر به اتم های گازی تبدیل می شود.
ت: پیوند اشتراکی که آسان تر از بقیه پیوندها در ساختار کلسترول می شکند، در همه الکل ها وجود دارد.
ث: دمای جوش سبک ترین آلدئید آروماتیک، از دمای جوش ۲-هیپتانول کمتر است.

(۱) «الف» و «ث» (۲) «الف» و «ت» و «ث» (۳) «ب» و «پ» (۴) «ب» و «پ» و «ت»

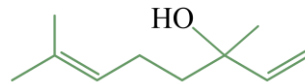
(متوسط - مفهومی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

موارد (ب)، (پ) و (ت) نادرست هستند.

بررسی موارد:

«الف»: طعم و بوی گشینیز به علت وجود یک ترکیب الکلی در آن با فرمول شیمیایی $C_{10}H_{18}O$ است. ساختار این ترکیب به صورت زیر است:

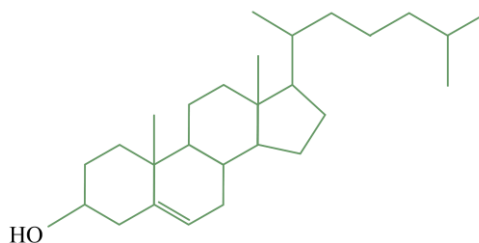


به منظور محاسبه درصد جرمی کربن در این ماده، کافی است تا جرم اتم های کربن در آن را با یکدیگر جمع کنیم و بر جرم مولی ماده تقسیم کنیم. با جایگزینی گروه OH در این ماده با اتم H، جرم مولی ماده به اندازه ۱۶ گرم کاهش می یابد در حالی که جرم اتم های کربن موجود در ماده بدون تغییر خواهد ماند. به همین علت می توان گفت که با جایگزینی گروه عاملی هیدروکسیل در ساختار ماده ایجاد کننده بوی گشینیز با یک اتم H، درصد جرمی کربن در ساختار این ماده افزایش می یابد.

«ب»: به مقدار انرژی لازم برای شکستن یک مول پیوند اشتراکی (کووالانسی) یکسان در حالت گازی، آنتالپی پیوند گفته می شود. بنابراین آنتالپی پیوند اشتراکی $Br - Br$ معادل با مقدار عددی آنتالپی واکنش $2Br(g) \rightarrow Br_2(g)$ است. توجه داریم که در واکنش شیمیایی داده شده در صورت سؤال، برم حالت فیزیکی مایع دارد.

«پ»: در میان دگرشکل های فسفر، فسفر سفید به علت واکنش پذیری بیشتر در زیر آب نگهداری می شود؛ پس می توان گفت فسفر سفید در مقایسه با سایر دگرشکل های این ماده سطح انرژی بالاتری دارد. می دانیم که هرچه آنتالپی یک پیوند بیشتر باشد، انرژی لازم برای شکستن آن پیوند بیشتر بوده و شکستن آن پیوند اشتراکی سخت تر است. از این رو، می توان گفت که واکنش پذیری و سطح انرژی یک ماده با آنتالپی پیوندهای موجود در ساختار آن رابطه عکس دارد. بر این اساس، فسفر سفید آسان تر به اتم های گازی تبدیل می شود.

«ت»: ساختار کلسترول به صورت زیر است:



در این ماده، پیوندهای $(C - C)$ ، $(C = C)$ ، $(C - H)$ ، $(C - O)$ و $(O - H)$ وجود دارد. پیوند $C - C$ در این مولکول نسبت به سایر پیوندها کمترین آنتالپی پیوند را داشته و به همین علت غلبه بر آن آسان تر است. توجه داریم که این پیوند در الکل هایی که بیش از ۲ اتم کربن دارند، دیده می شود اما الزاماً در ساختار همه الکل ها وجود ندارد. به عنوان مثال در متانول که تنها دارای ۱ اتم کربن است، پیوند $C - C$ وجود ندارد.

«ث»: سبک ترین آلدئید آروماتیک، بنزآلدئید با فرمول مولکولی C_7H_6O بوده که در بادام وجود دارد. ۲-هیپتانول نیز الکلی با فرمول مولکولی $C_7H_{14}O$ است. توجه داریم که ترکیب ۲-هیپتانول به علت بر خورداری از پیوند هیدروژنی، نسبت به بنزآلدئید از نقطه جوش بالاتری برخوردار است.

◆ گروه آموزشی ماز ◆



۶- اگر تیغه‌ای از جنس فلز واسطه A با محلولی از مس (II) سولفات واکنش بدهد، کدام مورد به یقین درست است؟

- ۱) با گذشت زمان، غلظت یون سولفات ثابت مانده ولی شمار کاتیون‌هایی با بار الکتریکی $+2$ در محلول کاهش می‌یابد.
- ۲) اگر همه جامد تشکیل شده روی تیغه فلز A رسوب کند، جرم تیغه در طول انجام شدن واکنش افزایش می‌یابد.
- ۳) اگر به جای تیغه فلز A ، تیغه فلزی از جنس آلومینیم استفاده شود، سرعت واکنش افزایش می‌یابد.
- ۴) در واکنش انجام شده، مجموع ضرایب استوکیومتری فراورده‌ها با واکنش‌دهنده‌ها برابر است.

(متوسط - مفهومی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۳

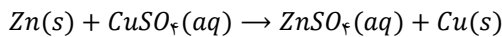
شرایط انجام واکنش‌های شیمیایی، چگونگی انجام واکنش‌های شیمیایی و عوامل مؤثر بر آهنگ انجام شدن واکنش‌های شیمیایی، در علم سینتیک شیمیایی بررسی می‌شوند. با افزایش واکنش‌پذیری عناصر مصرف شده در یک واکنش شیمیایی، سرعت انجام شدن آن واکنش افزایش پیدا می‌کند. مقایسه واکنش‌پذیری فلزات گروه‌های مختلف جدول تناوبی به‌صورت زیر است:

فلزات واسطه > فلزات گروه ۱۳ > فلزات گروه ۱ و ۲ : مقایسه واکنش‌پذیری

بنابراین با جایگزینی فلز واسطه واکنش موردنظر با آلومینیم، به یقین سرعت واکنش افزایش خواهد یافت.

بررسی سایر گزینه‌ها:

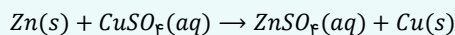
۱) واکنش فلز روی با محلول مس (II) سولفات را در نظر بگیرید. معادله موازنه‌شده این واکنش به‌صورت زیر است:



در این واکنش فلز مس در ترکیب مس (II) سولفات و فلز روی در ترکیب روی سولفات بار الکتریکی $+2$ دارند و با توجه به برابر بودن ضرایب این دو ماده در واکنش، می‌توان نتیجه گرفت که شمار کاتیون‌ها با بار الکتریکی $+2$ تغییری نخواهد کرد.

نکات زیر را در ارتباط با واکنش روی با محلول مس (II) سولفات به‌خاطر داشته باشید:

• واکنش فلز روی با محلول مس (II) سولفات یک واکنش اکسایش-کاهش است که معادله واکنش آن به‌صورت زیر است:



در این واکنش اتم روی در نقش گونه کاهنده و کاتیون مس، در نقش گونه اکسندنده است.

• محلول دارای یون Cu^{2+} به رنگ آبی است و در این واکنش با مصرف یون Cu^{2+} ، به‌تدریج از شدت رنگ آبی محلول کاسته می‌شود.

• واکنش موردنظر یک واکنش گرماده است، بنابراین واکنش‌دهنده‌ها بیشتر و پایداری فراورده‌ها بیشتر است.

• به ازای هر بار انجام واکنش، ۱ مول فلز روی (معادل با ۶۵ گرم فلز روی) مصرف شده و ۱ مول فلز مس (معادل با ۶۴ گرم فلز مس) تولید می‌شود. بنابراین با گذشت زمان از جرم تیغه فلزی کاسته می‌شود.

۲) کاهش یا افزایش جرم تیغه بستگی به جنس فلز واسطه A و جرم مولی آن دارد و با توجه به نوع فلز مصرف‌شده در این واکنش، جرم تیغه می‌تواند کاهش یا افزایش پیدا کند. به‌عنوان مثال در واکنش فلز روی با محلول مس (II) سولفات، با گذشت زمان از جرم تیغه فلزی کاسته می‌شود.

۴) در این واکنش الزاماً مجموع ضرایب مواد واکنش‌دهنده و فراورده با یکدیگر برابر نیست. مثلاً واکنش آلومینیم با این محلول به‌صورت زیر انجام می‌شود:

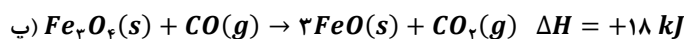
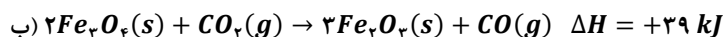
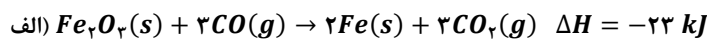
$$2Al(s) + 3CuSO_4(aq) \rightarrow Al_2(SO_4)_3(aq) + 3Cu(s)$$

همان‌طور که می‌بینید، مجموع ضرایب مواد در دو طرف معادله در این واکنش با یکدیگر برابر نیست.

گروه آموزشی ماز

۷- اگر ظرفیت گرمایی 0.625 mol آلکان A برابر گرمای ویژه آن باشد، از واکنش سوختن $1/5$ مول از این آلکان چند لیتر گاز CO_2 با چگالی 2 g.L^{-1} تولید شده و اگر بخواهیم CO_2 تولید شده را از واکنش $FeO(s) + CO(g) \rightarrow Fe(s) + CO_2(g)$ تهیه کنیم، چند کیلوژول گرما آزاد خواهد شد؟

$$(O = 16 \text{ و } C = 12 \text{ و } H = 1 : \text{g.mol}^{-1})$$



$$33 - 66 \quad (4)$$

$$16/5 - 66 \quad (3)$$

$$33 - 33 \quad (2)$$

$$16/5 - 33 \quad (1)$$

(سخت - مسئله - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

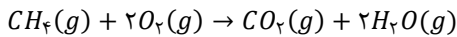
گرمای ویژه (C) هر ماده، عبارت است از گرمای لازم برای افزایش دمای ۱ گرم از آن ماده به اندازه ۱ درجه سانتی‌گراد. با توجه به این تعریف، گرمای ویژه یک ماده به جرم آن نمونه از ماده وابسته نیست. این در حالی است که ظرفیت گرمایی (C) یک نمونه از ماده به جرم آن بستگی دارد و با افزایش جرم یک ماده، ظرفیت گرمایی آن نیز افزایش پیدا می‌کند. پس نتیجه می‌گیریم که ۱ گرم از آلکان مدنظر، معادل با 0.625 mol از آن است. بر این اساس، جرم مولی آلکان و فرمول مولکولی آن را حساب می‌کنیم:

$$? \text{ جرم مولی آلکان} = 1 \text{ mol } C_n H_{2n+2} \times \frac{1 \text{ g } C_n H_{2n+2}}{0.625 \text{ mol } C_n H_{2n+2}} = 16 \text{ g}$$

$$(C_n H_{2n+2}) \text{ آلکان} = 12n + 2n + 2 = 16 \Rightarrow n = 1$$



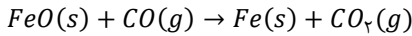
بنابراین آلکان مورد نظر، متان (CH_4) است. معادله موازنه شده سوختن متان به صورت زیر است:



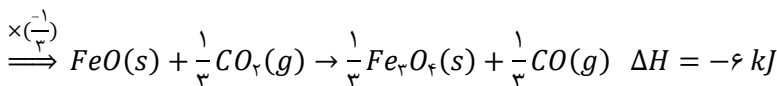
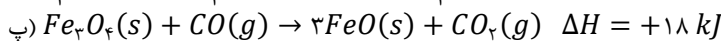
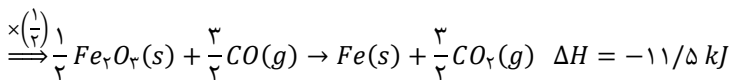
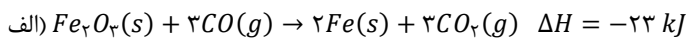
بر اساس معادله موازنه شده این واکنش، به ازای مصرف هر مول متان، ۱ مول کربن دی اکسید تولید می شود. پس حجم کربن دی اکسید تولید شده را در شرایط واکنش محاسبه می کنیم:

$$? L CO_2 = 1/5 mol CH_4 \times \frac{1 mol CO_2}{1 mol CH_4} \times \frac{44 g CO_2}{1 mol CO_2} \times \frac{1 L CO_2}{2 g CO_2} = 33 L$$

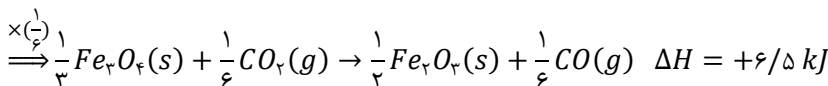
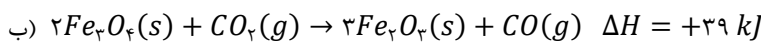
پس در این واکنش ۳۳ لیتر گاز کربن دی اکسید تولید می شود. اکنون باید ببینیم برای تولید این مقدار کربن دی اکسید از واکنش موازنه شده زیر، چند کیلوژول گرما مبادله می شود.



به منظور محاسبه ΔH این واکنش بایستی از قانون هس استفاده کنیم. برای استفاده از قانون هس، ابتدا از میان مواد شرکت کننده در واکنش ها، موادی که غیر تکراری هستند را انتخاب می کنیم و واکنش را به گونه ای تغییر می دهیم که ضریب و جهت مواد غیر تکراری مشابه واکنش اصلی شود. سپس اگر واکنشی باقی ماند، در میان مواد شرکت کننده در این واکنش به دنبال ماده ای می گردیم که در واکنش اصلی نبوده و تنها در یک واکنش دیگر دیده می شود. این واکنش را به گونه ای تغییر می دهیم که ضریب این ماده در واکنش باقی مانده برابر واکنش دیگر شود اما جهت آن عکس شود تا این ماده که در واکنش اصلی حضور ندارد، یکدیگر را حذف کنند و در واکنش نهایی نیایند. در نهایت آنتالپی های به دست آمده را با یکدیگر جمع می کنیم. در میان مواد شرکت کننده در واکنش اصلی، Fe در واکنش اول و FeO در واکنش سوم غیر تکراری هستند. پس ضریب و جهت این مواد را در این دو واکنش مطابق واکنش اصلی قرار می دهیم:



در نهایت با توجه به اینکه Fe_2O_3 در معادله اصلی حضور ندارد، به منظور حذف این ماده که در واکنش (پ) حضور دارد، واکنش (ب) را در $\frac{1}{3}$ ضرب می کنیم. در این رابطه، داریم:



آنتالپی واکنش اصلی برابر مجموع آنتالپی واکنش های تغییر یافته است. بر این اساس، آنتالپی واکنش اصلی را حساب می کنیم:

$$\Delta H = (-11/5) + (-6) + (+6/5) = -11 kJ$$

با توجه به منفی بودن تغییرات آنتالپی، در این واکنش گرما آزاد می شود. با توجه به معادله واکنش اصلی می توان گفت به ازای تولید هر مول گاز کربن دی اکسید، ۱۱ کیلوژول گرما آزاد می شود. در نهایت گرمای آزاد شده در واکنش را در شرایطی که ۳۳ لیتر از این گاز با چگالی ۲ گرم بر لیتر تولید می شود، به دست می آوریم:

$$? kJ \text{ گرما} = 33 L CO_2 \times \frac{2 g CO_2}{1 L CO_2} \times \frac{1 mol CO_2}{44 g CO_2} \times \frac{11 kJ}{1 mol CO_2} = 16/5 kJ$$

بنابراین در این واکنش، ۱۶/۵ کیلوژول گرما تولید خواهد شد.

گروه آموزشی ماز

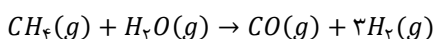
۸- داده های زیر برای واکنش $CH_4(g) + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + 3H_2(g)$ به دست آمده است. اگر پس از ۲۵ ثانیه دوم، واکنش با سرعت متوسط ثابت انجام شود، زمان کل انجام واکنش چند دقیقه خواهد بود؟

| زمان (s) | ۰ | ۲۵ | ۵۰ | ۷۵ |
|-------------|-------|---------|-------|-------|
| مول متان | ۳/۹ | ۳/۵ | | |
| مول هیدروژن | ۰ | | ۲/۱ | ۲/۷ |
| | ۸ (۴) | ۷/۵ (۳) | ۶ (۲) | ۵ (۱) |

(متوسط - مسئله - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۳

معادله موازنه شده واکنش به صورت زیر است:



با توجه به معادله موازنه شده واکنش، به ازای مصرف هر مول متان، سه مول گاز هیدروژن تولید می شود. از آنجا که سرعت تولید یا مصرف هر ماده در یک واکنش، به ضریب استوکیومتری آن وابسته است، می توانیم بگوییم که سرعت تولید گاز هیدروژن در هر لحظه از واکنش سه برابر سرعت مصرف متان است.

$$\bar{R}_{H_2} = 3\bar{R}_{CH_4}$$



بنابراین برای تکمیل جدول داده شده، باید بدانیم که در هر بازه زمانی، شمار مول هیدروژن تولید شده، سه برابر متان مصرف شده است. در ۲۵ ثانیه نخست، شمار مول متان از ۳/۹ به ۳/۵ مول رسیده است. بنابراین در این مدت زمان، ۰/۴ مول متان مصرف شده است و در این بازه زمانی، ۱/۲ مول هیدروژن تولید خواهد شد. در ۲۵ ثانیه دوم، شمار مول هیدروژن از ۱/۲ مول به ۲/۱ مول رسیده است. پس در این مدت ۰/۹ مول هیدروژن تولید شده و شمار مول متان مصرف شده برابر با ۰/۳ مول خواهد بود و مقدار آن از ۳/۵ مول به ۳/۲ مول خواهد رسید. در ثانیه ۵۰ تا ۷۵، مقدار هیدروژن از ۲/۱ مول به ۲/۷ مول رسیده است. پس در این مدت ۰/۶ مول هیدروژن تولید شده و ۰/۲ مول متان مصرف می شود؛ لذا مقدار متان از ۳/۲ مول به ۳ مول خواهد رسید. پس جدول تکمیل شده به صورت زیر خواهد بود:

| | | | | |
|-------------|-----|-----|-----|-----|
| زمان (S) | ۰ | ۲۵ | ۵۰ | ۷۵ |
| مول متان | ۳/۹ | ۳/۵ | ۳/۲ | ۳ |
| مول هیدروژن | ۰ | ۱/۲ | ۲/۱ | ۲/۷ |

با توجه به داده های سؤال، پس از ثانیه ۵۰، سرعت واکنش ثابت است و در هر ۲۵ ثانیه، ۰/۲ مول متان مصرف می شود. اکنون می خواهیم ببینیم که ۳ مول متان باقی مانده در چند ثانیه مصرف خواهد شد. بر این اساس، داریم:

$$? s = 3 \text{ mol } CH_4 \times \frac{25 \text{ s}}{0.2 \text{ mol } CH_4} = 375$$

بنابراین پس از ۷۵ ثانیه نخست، واکنش ۳۷۵ ثانیه دیگر نیز ادامه خواهد یافت. پس زمان کل واکنش ۴۵۰ ثانیه (معادل با ۷/۵ دقیقه) بوده است.

گروه آموزشی ماز

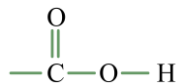
۹- همه موارد زیر درست اند به جز

- (۱) ایزومر الکلی اولین عضو خانواده اترها، به هر نسبتی در آب حل می شود.
- (۲) با افزایش درصد جرمی H در کربوکسیلیک اسیدها، انحلال پذیری آن ها در آب افزایش می یابد.
- (۳) در واکنش سوختن، ماده سوختنی بخشی از انرژی پتانسیل خود را به شکل نور و گرما آزاد می کند.
- (۴) هر چه ذرات تشکیل دهنده یک ماده غذایی خردتر باشد، مدت زمان ماندگاری آن ماده غذایی کوتاه تر خواهد بود.

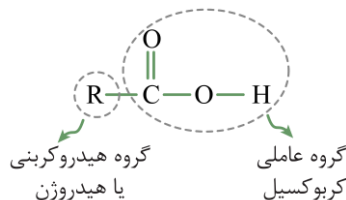
(آسان - مفهومی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

کربوکسیلیک اسیدها دسته ای از ترکیبات آلی هستند که ساختار گروه عاملی موجود در آن ها به صورت زیر است:



ساختار کلی این مواد را به صورت زیر می توان نشان داد:



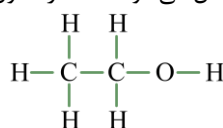
در کربوکسیلیک اسیدها با افزایش شمار اتم های کربن، شمار اتم های هیدروژن نیز افزایش می یابد و به علت ثابت بودن تعداد اتم های اکسیژن در اعضای مختلف این خانواده، می توان گفت که با افزایش شمار اتم های کربن، درصد جرمی کربن و هیدروژن افزایش یافته و درصد جرمی اکسیژن کاهش می یابد. با افزایش طول زنجیره کربنی در کربوکسیلیک اسیدها، انحلال پذیری این مواد در آب کمتر می شود.

بررسی سایر گزینه ها:

۱ نخستین عضو اترها، دی متیل اتر (CH_3OCH_3) با ساختار زیر است:



ایزومرها ترکیباتی هستند که فرمول مولکولی یکسان و ساختار متفاوت دارند. توجه داریم که الکل ها و اترهای هم کربن ایزومر یکدیگر به شمار می روند. ایزومر الکلی دی متیل اتر، اتانول است که به هر نسبتی در آب حل می شود. ساختار اتانول به صورت زیر است:



اتانول، دومین عضو از خانواده الکل ها بوده که به هر نسبتی در آب حل می شود. این ماده قادر به ایجاد پیوند هیدروژنی با مولکول های خود و آب است. این ماده گشتاور دوقطبی و نقطه جوش بیشتری نسبت به استون دارد. اتانول، در تهیه مواد دارویی، آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد و از محلول آن به عنوان محلول ضد عفونی کننده استفاده می شود.



- ۳ سوختن فرایندی است که در آن یک ماده سوختنی با مقدار کافی از گاز اکسیژن واکنش می‌دهد و بخشی از انرژی پتانسیل خود را به شکل نور و گرما آزاد می‌کند. سوختن سوخت‌ها، انرژی لازم برای حمل و نقل و نیز گرمایش محیط‌های گوناگون را فراهم می‌کند.
- ۴ یکی از عوامل مؤثر بر سرعت واکنش، سطح تماس ماده است. با افزایش سطح تماس میان واکنش‌دهنده‌های شرکت‌کننده در یک فرایند، تعداد برخوردهای میان ذرات سازنده این مواد افزایش یافته و واکنش موردنظر نیز با سرعت بیشتری انجام می‌شود. بنابراین هر چه ذرات تشکیل‌دهنده یک ماده غذایی ریزتر باشد، زمان ماندگاری آن ماده غذایی کوتاه‌تر خواهد بود.

سینتیک

با افزایش غلظت واکنش‌دهنده‌های شرکت‌کننده در یک واکنش شیمیایی یا افزایش میزان سطح تماس میان آن‌ها، تعداد برخوردهای میان ذرات سازنده این مواد افزایش یافته و به دنبال آن، واکنش مورد نظر با سرعت بیشتری انجام می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت سرعت انجام شدن واکنش‌های شیمیایی با غلظت مواد شرکت‌کننده در آن‌ها و یا سطح تماس میان واکنش‌دهنده‌ها رابطه مستقیم دارد. برای مثال، قاووت گردی مغزی است که بر اثر پودر کردن مغز آفتاب‌گردان، پسته و ... تولید می‌شود. با توجه به سطح تماس زیاد ذرات سازنده این ماده غذایی با اکسیژن موجود در هوا، یک نمونه از این ماده در مقایسه با مغز آفتاب‌گردان و مغز پسته با سرعت بیشتری با اکسیژن هوا واکنش داده و به همین خاطر، زودتر فاسد می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۱۰- درستی یا نادرستی کدام گزینه با عبارت زیر متفاوت است؟

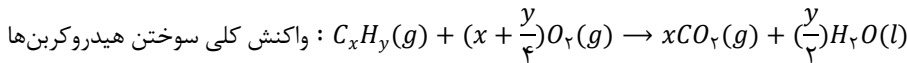
(اگر در واکنش سوختن کامل یک هیدروکربن، سرعت تولید فراورده‌ها یکسان باشد، آن هیدروکربن به یقین سیر نشده است.)

- ۱) با افزایش دما هنگام حل شدن قرص سوء هاضمه در آب، زمان پایان یافتن خروج گاز افزایش می‌یابد.
- ۲) در واکنش موازنه شده سوختن گاز ۲-پنتن، سرعت واکنش با سرعت متوسط مصرف آلکن برابر است.
- ۳) شیب نمودار مول-زمان یک فراورده در یک واکنش فرضی، در صورت افزودن بازدارنده افزایش پیدا می‌کند.
- ۴) کمترین سرعت متوسط در واکنش موازنه نشده $N_2O(g) \rightarrow N_2(g) + NO_2(g)$ ، مربوط به یک گونه رادیکال است.

(سخت - مفهومی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

در واکنش سوختن کامل هیدروکربن‌ها، هیدروکربن موردنظر با اکسیژن کافی واکنش داده و گاز کربن دی‌اکسید و آب تولید می‌کند. معادله موازنه‌شده واکنش سوختن یک هیدروکربن به صورت زیر است:

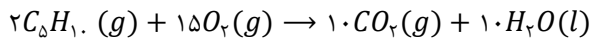


اگر ضریب استوکیومتری فراورده‌ها در معادله موازنه‌شده واکنش برابر باشد، سرعت تولید آن‌ها نیز برابر خواهد بود. با توجه به معادله موازنه‌شده واکنش، زمانی ضریب کربن دی‌اکسید و آب برابر خواهند بود که شمار اتم‌های هیدروژن دو برابر شمار اتم‌های کربن در هیدروکربن باشد. اگر هیدروکربن موردنظر آلکن یا سیکلوالکان باشد، فرمول مولکولی آن به صورت C_nH_{2n} است. توجه داریم که سیکلوالکان‌ها برخلاف آلکن‌ها، از جمله مواد سیر شده هستند. بنابراین عبارت موردنظر نادرست است.

بررسی گزینه‌ها:

۱) دما عامل مؤثری بر سرعت واکنش‌ها است. با افزایش دما، سرعت انجام یک واکنش نیز افزایش پیدا خواهد کرد. بنابراین اگر دما افزایش یابد، گاز حاصل از حل شدن قرص سوء هاضمه در آب، با سرعت بیشتری تولید شده و زمان پایان یافتن خروج گاز کاهش خواهد یافت. در واقع با انجام این کار، واکنش با سرعت بیشتری به پایان می‌رسد.

۲) چهارمین عضو خانواده آلکن‌ها، پنتن با فرمول مولکولی C_5H_{10} است که طبق معادله موازنه‌شده زیر می‌سوزد.



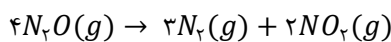
توجه داریم زمانی سرعت متوسط واکنش با سرعت پنتن برابر است که ضریب آن در معادله موازنه‌شده برابر با یک باشد.

۳) بازدارنده‌ها موادی هستند که سرعت واکنش‌های شیمیایی ناخواسته را کاهش می‌دهند. نمودار زیر تأثیر بازدارنده و کاتالیزگر را بر روند تغییر غلظت فراورده در واکنش اولیه مشخص می‌کند:



با توجه به نمودار بالا، افزودن بازدارنده سبب کاهش شیب نمودار مول-زمان فراورده می‌شود.

۴) معادله موازنه‌شده واکنش موردنظر به صورت زیر است:





هرچه ضریب یک ماده در معادله موازنه شده کمتر باشد، سرعت تولید یا مصرف آن ماده نیز کمتر است. در معادله موازنه شده واکنش، کمترین ضریب متعلق به نیتروژن دی اکسید است که نوعی رادیکال به شمار می رود.

گروه آموزشی ماز

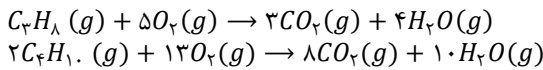
۱۱- مخلوطی از گازهای پروپان و بوتان با $1/8$ مول گاز اکسیژن به طور کامل واکنش داده و $1/1$ مول کربن دی اکسید تولید می کند. بر اثر واکنش این مخلوط گازی چند کیلوژول گرما آزاد خواهد شد؟ (آنتالپی سوختن گازهای متان و اتان به ترتیب برابر 890 و 1560 باشد.)

۵۱۳ (۱) ۷۳۶ (۲) ۸۰۳ (۳) ۱۰۲۶ (۴)

(سخت - مسئله - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۳

معادله موازنه شده سوختن این دو آلکان به صورت زیر است:



شمار مول پروپان را برابر با x و شمار مول بوتان را برابر با y در نظر می گیریم. در معادله سوختن پروپان به ازای مصرف هر مول پروپان، ۵ مول اکسیژن مصرف شده و ۳ مول کربن دی اکسید تولید می شود. بنابراین شمار مول اکسیژن مصرف شده و کربن دی اکسید تولید شده به ازای مصرف x مول پروپان به ترتیب برابر با $5x$ و $3x$ خواهد بود. همچنین در معادله سوختن بوتان، به ازای مصرف ۲ مول پروپان، ۱۳ مول اکسیژن مصرف شده و ۸ مول کربن دی اکسید تولید می شود. بنابراین شمار مول اکسیژن مصرف شده و کربن دی اکسید تولید شده به ازای مصرف y مول بوتان به ترتیب برابر با $6/5y$ و $4y$ خواهد بود. می دانیم در مجموع این دو واکنش، $1/8$ مول اکسیژن مصرف شده و $1/1$ مول کربن دی اکسید تولید می شود. داریم:

$$5x + 6/5y = 1/8$$

$$3x + 4y = 1/1$$

از این رو، برای محاسبه x و y یک دستگاه تشکیل می دهیم.

$$\begin{cases} 5x + 6/5y = 1/8 \\ 3x + 4y = 1/1 \end{cases} \rightarrow x = 0/1, y = 0/2$$

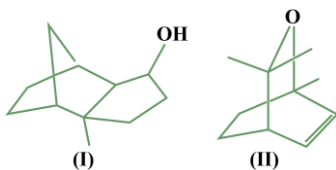
پس $0/1$ مول از مخلوط اولیه را پروپان و $0/2$ مول آن را بوتان تشکیل داده است. اکنون گرمای حاصل از سوختن این دو گاز را حساب می کنیم. در خانواده آلکان ها با افزایش شمار اتم های کربن، یک گروه CH_2 به عضو قبلی اضافه می شود و با توجه به اینکه هر آلکان نسبت به عضو قبلی خود، یک گروه CH_2 بیشتر دارد، پس تفاوت آنتالپی سوختن میان دو آلکان متوالی نیز به تقریب ثابت است. با توجه به داده های سؤال، آنتالپی سوختن اتان 1560 کیلوژول بوده و نسبت به آنتالپی سوختن متان (890) که عضو قبلی آن است، به میزان 670 کیلوژول کمتر است. بنابراین آنتالپی سوختن پروپان و بوتان نیز به ترتیب برابر 2230 و 2900 کیلوژول خواهد بود. پس، داریم:

$$? \text{ گرم } kJ = 0/1 \text{ mol } C_3H_8 \times \frac{2230 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } C_3H_8} = 223 \text{ kJ}$$

$$? \text{ گرم } kJ = 0/2 \text{ mol } C_4H_{10} \times \frac{2900 \text{ mol } kJ}{1 \text{ mol } C_4H_{10}} = 580 \text{ kJ}$$

طبق محاسبات انجام شده، در مجموع دو واکنش 803 کیلوژول گرما تولید شده است.

گروه آموزشی ماز



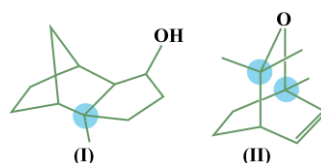
۱۲- کدام ویژگی در ترکیب (I) نسبت به ترکیب (II) کمتر است؟

- (۱) شمار پیوندهای $C - C$ در ساختار ماده
- (۲) نقطه جوش یک نمونه از ماده مورد نظر
- (۳) شمار اتم های C که به اتم هیدروژن متصل نشده اند
- (۴) شمار پیوندهای $C - H$ در ساختار ماده

(سخت - مفهومی - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۳

فرمول شیمیایی ترکیب (I) به صورت $C_{11}H_{17}OH$ و فرمول شیمیایی ترکیب (II) به صورت $C_{11}H_{16}O$ است. شمار اتم های کربنی که به هیچ اتم هیدروژنی متصل نیستند، در ساختارهای زیر نشان داده شده است:



مطابق با ساختارهای بالا، در ترکیب (I) فقط یک اتم کربن و در ترکیب (II)، تعداد دو اتم کربن وجود دارد که به هیچ اتم هیدروژنی متصل نشده اند.

بررسی سایر گزینه ها:

۱ در ترکیب (I)، تعداد ۱۳ پیوند $C - C$ و در ترکیب (II)، تعداد ۹ پیوند $C - C$ دیده می شود.

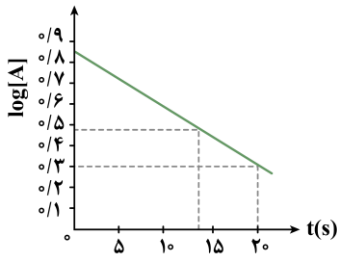


۲ ترکیب (I)، برخلاف ترکیب (II)، در ساختار خود دارای گروه عاملی هیدروکسیل است و می‌دانیم که ترکیب‌های دارای گروه هیدروکسیل توانایی ایجاد پیوند هیدروژنی را دارند. از طرفی شمار اتم‌های کربن نیز در ترکیب (I) بیشتر است که سبب می‌شود این ماده آلی نقطه جوش بالاتری نسبت به یک نمونه از ترکیب (II) داشته باشد.

۴ در ترکیب (I)، تمامی اتم‌های هیدروژن به جز یک اتم که به اکسیژن متصل شده است و گروه هیدروکسیل مولکول را تشکیل می‌دهد، به اتم‌های کربن متصل شده‌اند. بنابراین شمار پیوندهای C-H در این ترکیب برابر با ۱۷ است. در ترکیب (II)، تمامی اتم‌های هیدروژن به اتم‌های کربن متصل شده‌اند و از این رو این ترکیب در ساختار خود، دارای ۱۶ پیوند C-H است.

گروه آموزشی ماز

۱۳- در یک ظرف دو لیتری، از واکنش گاز A با گاز B، گاز C تولید شده و نمودار مقابل تغییر لگاریتم غلظت مولی A را بر حسب زمان نشان می‌دهد:



اگر سرعت متوسط مصرف B در ۲۰ ثانیه اول برابر ۹۰ مول بر دقیقه و سرعت متوسط تولید C در ۱۰ ثانیه دوم

برابر ۴۸ مول بر دقیقه باشد، مجموع ضرایب مواد در این واکنش کدام عدد زیر می‌تواند باشد؟

- ۴ (۱)
- ۵ (۲)
- ۶ (۳)
- ۸ (۴)

(سخت - مسئله - ۱۱۰۲)

پاسخ: گزینه ۳

ابتدا غلظت گاز A را در ابتدای واکنش، ثانیه ۱۰ و ثانیه ۲۰ حساب می‌کنیم. در این رابطه، داریم:

$$t = 0 \rightarrow [A] = 10^{-0.9} = 7 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$t = 10 \rightarrow [A] = 10^{-0.5} = 4 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

$$t = 20 \rightarrow [A] = 10^{-0.3} = 2 \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

به منظور مقایسه سرعت متوسط مصرف ماده A با ماده B لازم است تا سرعت متوسط مصرف A را در ۲۰ ثانیه نخست واکنش بر حسب مول بر دقیقه حساب کنیم. در ۲۰ ثانیه اول واکنش، غلظت گاز A از ۷ مول بر لیتر به ۲ مول بر لیتر می‌رسد. بنابراین تغییرات غلظت این ماده در این بازه زمانی، به میزان ۵ مول بر لیتر بوده است. تغییرات مقدار مول این ماده در ۲۰ ثانیه اول برابر است با:

$$\Delta \text{mol } A = \Delta [A] \times \text{حجم ظرف} = 5 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times 2 \text{ L} = 10 \text{ mol}$$

در نهایت سرعت مصرف این ماده را در بازه زمانی موردنظر حساب می‌کنیم:

$$\bar{R}_A = \frac{|\Delta n|}{\Delta t} = \frac{10 \text{ mol}}{20 \text{ s} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}} = 30 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

بنابراین در مدت زمان ۲۰ ثانیه نخست، سرعت مصرف B، سه برابر سرعت مصرف A است. پس ضریب آن نیز در معادله موازنه‌شده باید ۳ برابر این ماده باشد. اکنون به منظور مقایسه سرعت مصرف A و سرعت تولید C بایستی سرعت متوسط مصرف A را بر حسب مول بر دقیقه در ۱۰ تا ۲۰ محاسبه کنیم. از ۱۰ تا ۲۰ ثانیه غلظت گاز A از ۴ مول بر لیتر به ۲ مول بر لیتر رسیده است. پس تغییر غلظت آن برابر با ۲ مول بر لیتر است. اکنون، تغییر شمار مول‌های آن را حساب می‌کنیم:

$$\Delta \text{mol } A = \Delta [A] \times V = 2 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times 2 \text{ L} = 4 \text{ mol}$$

پس سرعت مصرف A را در بازه زمانی ۱۰ تا ۲۰ ثانیه بر حسب مول بر دقیقه حساب می‌کنیم:

$$\bar{R}_A = \frac{|\Delta n|}{\Delta t} = \frac{4 \text{ mol}}{10 \text{ s} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}} = 24 \text{ mol} \cdot \text{min}^{-1}$$

در این بازه زمانی، سرعت مصرف C دو برابر سرعت مصرف A است. پس ضریب آن نیز در معادله موازنه‌شده باید ۲ برابر این ماده باشد. با توجه به توضیحات ذکرشده، معادله موازنه‌شده واکنش می‌تواند به صورت $2C(g) \rightarrow A(g) + 3B(g)$ باشد که مجموع ضرایب مواد در آن برابر با ۶ است.

گروه آموزشی ماز