کدکنترل

121

A

پنج‌شنبه

۱۴۰۳/۰۳/۲۴

دوپینگ ماز کنکور ۱۴۰۳

گروه آموزشی ماز

دورهٔ جمع‌بندی دوپینگ ماز

گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی

دفترچه پاسخ شیمی

(فصل ۲ یازدهم)

درس	مسئول درس	طراحان	ویراستاران
شیمی	فرشاد هادیان‌فرد	فرشاد هادیان‌فرد حسین ایروانی ـ رضا طهرانچی محمد کهنه‌پوشی ـ علی ترابی سعیده محبی ـ فرهنگ امیری	سجاد سیف‌اللهی محمد داوودآبادی فراهانی پارسا حیدری مهرشاد محبی‌فر

حق چاپ و تکثیر سوالات 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، هر گونه استفاده غیرقانونی از دفترچه سوالات و پاسخنامه ماز برای تمامی اشخاص، شرعاً حرام است.

AzmonVIP

۱- چند مورد از عبارت‌های زیر درست هستند؟

آ: تولید یک مول گاز آمونیاک با استفاده از هیدرازین، نسبت به استفاده از گاز N_2، مقدار گرمای بیشتری آزاد می‌کند.

ب: هم‌دما شدن مقداری شیر با دمای ۴۰°C با بدن انسان، برخلاف واکنش فوتوسنتز، یک فرایند گرماده به شمار می‌رود.

پ: واکنشی که باعث خنک‌شدن محتویات یخچال صحرایی می‌شود، همانند چگالش، یک فرایند فیزیکی گرماگیر است.

ت: با انجام واکنش شیمیایی و تغییر در شیوه اتصال اتم‌ها به یکدیگر، انرژی پتانسیل وابسته به آنها دچار تغییر می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

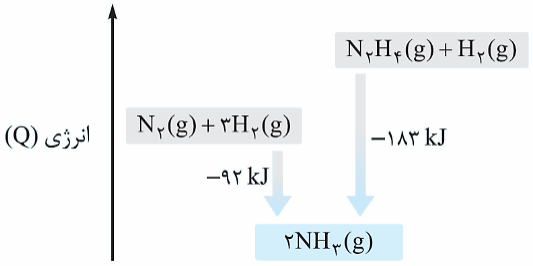
پاسخ تشریحی:

عبارت‌های (آ)، (ب) و (ت) درست هستند.

بررسی سایر موارد:

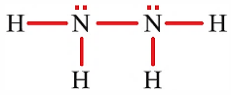
آ: همانطور که می‌دانیم با انجام یک واکنش شیمیایی و تغییر در شیوهٔ اتصال اتم‌ها به یکدیگر، تفاوت آشکاری در انرژی پتانسیل وابسته به آن‌ها ایجاد می‌شود و این تفاوت انرژی در واکنش‌ها به صورت گرما ظاهر می‌شود. واکنش دو مادهٔ هیدرازین(N_2H_4) و نیتروژن با هیدروژن به صورت زیر است:

$$N_2H_4\ (g) + H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g) + Q_1$$
$$N_2\ (g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g) + Q_2$$



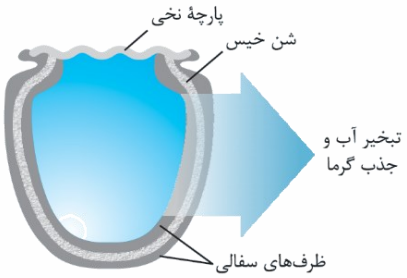
از واکنش یک مول از این مواد با گاز H_2، مقدار مشابهی گاز آمونیاک(۲مول) تولید می‌شود. از آنجا که هیدرازین یک مادهٔ پرانرژی و ناپایدار است، مقدار گرمای آزاد شده در واکنش هیدرازین با هیدروژن(Q_1) از این مقدار در واکنش نیتروژن و هیدروژن(Q_2) بیشتر است. نمودار مقابل روند تغییر انرژی در این دو واکنش را نشان می‌دهد:

ساختار مولکولی هیدرازین(N_2H_4) نیز به صوت زیر است:



ب: چون دمای نمونه شیر(۴۰°C) بالاتر از دمای بدن(۳۷°C) است، پس می‌توان گفت این ماده در مقایسه با بدن گرم‌تر است. فرایند هم‌دما شدن مواد غذایی گرم با بدن انسان گرماده بوده و علامت گرما در این فرایند، منفی است. در نقطه مقابل، فرایند هم دما شدن مواد غذایی سرد مثل مقداری بستنی با بدن انسان گرماگیر بوده و علامت گرما در این فرایند مثبت می‌باشد. همچنین فرایند گوارش مواد غذایی مختلف در بدن انسان گرماده بوده و علامت گرمای آن‌ها منفی است. توجه داریم که معادلهٔ واکنش فتوسنتز به صورت $6CO_2(g) + 6H_2O(l) + Q \rightarrow C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g)$ است. این فرایند توسط گیاهان انجام شده و معادلهٔ آن دقیقا برعکس معادلهٔ واکنش اکسایش گلوکز(قند موجود در خون) است. در فرایند فتوسنتز، مولکول‌های گلوکز و اکسیژن بر اثر واکنش میان آب و کربن‌دی‌اکسید تولید می‌شوند. فرایند فتوسنتز، با استفاده از انرژی خورشید انجام شده و از جمله واکنش‌های گرماگیر است.

پ: یخچال صحرایی دستگاهی بسیار ساده و ارزان‌قیمت 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:

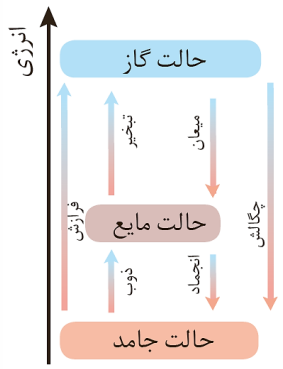


مطابق شکل، در این دستگاه دو ظرف سفالی که از جنس خاک رس ساخته شده‌اند درون یکدیگر قرار گرفته و فضای میان آنها با شن خیس پر می‌شود. درپوش این مجموعه نیز پوششی نخی و مرطوب است که تهویه را به آسانی انجام می‌دهد. با گذشت زمان، به مرور آب در بدنهٔ سفالی ظرف بیرونی نفوذ کرده و به آرامی تبخیر می‌شود. معادلهٔ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

$$H_2O(l) + 44/1\ kJ \rightarrow H_2O(g)$$

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. توجه داریم که چگالش(تبدیل حالت از گاز به جامد) هر ماده، یک فرایند گرماده($\Delta H < 0$) به شمار می‌رود.

نمودار زیر، روند تغییر انرژی در فرایندهای مختلف را نشان می‌دهد:



ت: در یک واکنش شیمیایی(برخلاف واکنش هسته‌ای)، ماهیت اتم‌های شرکت‌کننده در واکنش تغییر نمی‌کند، ولی شیوه اتصال اتم‌ها تغییر کرده و درنتیجه مواد جدیدی تولید می‌شود. طی این واکنش‌ها، انرژی پتانسیل گونه‌ها تغییر می‌کند که به تغییر در خواص مواد منجر می‌شود. توجه داریم که به انرژی نهفته شده در یک نمونهٔ ماده که ناشی از نیروهای نگه دارندهٔ ذره‌های سازنده آن ماده است، انرژی پتانسیل گفته می‌شود. به عنوان مثال، انرژی نهفته شده در مولکول‌های متان که به هنگام سوزاندن ذرات این ماده بخشی از آن آزاد می‌شود، انرژی پتانسیل ذرات سازنده متان است.

گروه آموزشی ماز

۲- **اگر ارزش سوختی آلکان A در مقایسه با ارزش سوختی آلکان B بیشتر باشد، کدام‌یک از مقایسه‌های زیر در رابطه با این دو ماده درست خواهد بود؟**

۱) میزان فراریت ماده: $A < B$
۲) تعداد اتم هیدروژن در ساختار ترکیب: $A > B$
۳) قدر مطلق آنتالپی سوختن ترکیب: $A > B$
۴) میزان گرانروی ماده: $A < B$

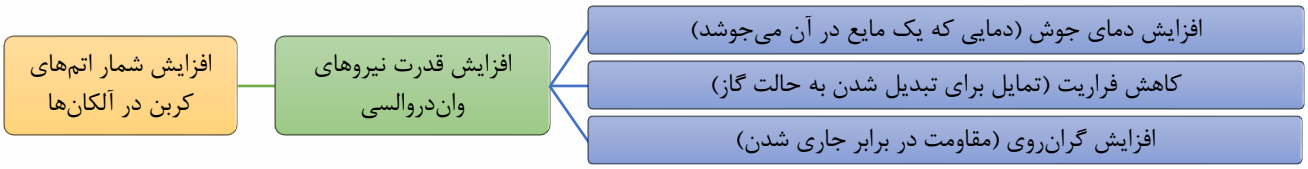
پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

به مقدار انرژی تولید شده در واکنش سوختن ۱ گرم از یک مادهٔ سوختنی، ارزش سوختی گفته می‌شود. به عنوان 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($kJ.g^{-1}$) است. برای مقایسه ارزش سوختی اعضای خانواده آلکان‌ها، آلکن‌ها و آلکین‌ها به صورت مجزا، باید به تعداد اتم‌های کربن موجود در ساختار ترکیب‌های داده شده توجه کنیم. هر ترکیبی که تعداد اتم‌های کربن کمتری داشته باشد، نسبت به سایر مواد ارزش سوختی بیشتری دارد. به عنوان مثال، ارزش سوختی متان از تمامی آلکان‌ها بیشتر است، چراکه این ماده در مقایسه با سایر آلکان‌ها شمار اتم‌های کربن کمتری دارد. طبق فرض سوال، ارزش سوختی آلکان A در مقایسه با ارزش سوختی آلکان B بیشتر است، پس می‌توان گفت شمار اتم‌های کربن در ساختار آلکان A در مقایسه با آلکان B کمتر است. بر این اساس، موارد داده شده را مقایسه می‌کنیم.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) به تمایل مولکول‌های سازندهٔ یک مایع برای تبخیر شدن(تبدیل شدن به حالت گاز)، فراریت گفته می‌شود. با افزایش شمار اتم‌های کربن موجود در آلکان‌ها(n)، مولکول‌های سازندهٔ این مواد با قدرت بیشتری به یکدیگر چسبیده و به همین خاطر، میزان فراریت آن‌ها کاهش پیدا می‌کند. به عبارت دیگر، میزان فراریت آلکان‌ها با شمار اتم‌های کربن موجود در ساختار آن‌ها رابطهٔ معکوس(وارونه) دارد. نمودار زیر، روند تغییر خواص مختلف آلکان‌ها را با توجه به تغییر تعداد اتم‌های کربن موجود در این مواد نشان می‌دهد:



چون شمار اتم‌های کربن در ساختار آلکان A در مقایسه با آلکان B کمتر است، پس این ماده در مقایسه با آلکان B فراریت بیشتری دارد.

۲) چون شمار اتم‌های کربن در ساختار آلکان A در مقایسه با آلکان B کمتر است، پس می‌توان گفت این ماده جرم مولی کمتری داشته و در ساختار مولکولی آن نیز تعداد اتم‌های هیدروژن کمتری یافت می‌شود.

۳) برای مقایسه تغییر آنتالپی سوختن دو نمونه از هیدروکربن‌ها ابتدا به تعداد اتم‌های کربن در هر نمونه نگاه می‌کنیم. هر کدام تعداد اتم‌های کربن بیشتری داشت، ΔH واکنش سوختن آن نمونه، منفی‌تری است. همچنین اگر تعداد اتم‌های کربن در هر دو نمونه مساوی باشد، نمونه‌ای که اتم هیدروژن بیشتری خواهد داشت، ΔH واکنش سوختن منفی‌تری دارد. از آنجا که شمار اتم‌های کربن در ساختار آلکان B در مقایسه با آلکان A بیشتر است، پس این ماده آنتالپی سوختن منفی‌تری داشته و قدر مطلق آنتالپی سوختن آن بزرگ‌تر خواهد بود.

۴) به مقاومتی که یک مایع در برابر جاری شدن از خود نشان می‌دهد، گران‌روی گفته می‌شود. با افزایش شمار اتم‌های کربن موجود در آلکان‌ها(n)، مولکول‌های سازندهٔ این مواد با نیروی بیشتری یکدیگر را جذب کرده و به همین خاطر، میزان گران‌روی آن‌ها افزایش پیدا می‌کند. در واقع، گران‌روی آلکان‌ها با شمار اتم‌های کربن موجود در ساختار آن‌ها رابطهٔ مستقیم دارد. چون شمار اتم‌های کربن در ساختار آلکان A در مقایسه با آلکان B کمتر است، پس می‌توان گفت این ماده گرانروی کمتری دارد.

گروه آموزشی ماز

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

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

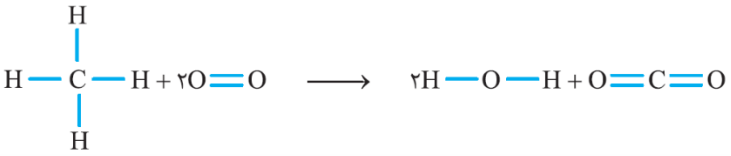
با توجه به اطلاعات موجود در این جدول، اگر در واکنش سوختن کامل نمونه‌ای از گاز متان، تفاوت جرم فراورده‌های تولید شده برابر با ۱۲ گرم باشد، در این واکنش چند kJ انرژی آزاد خواهد شد؟ $(H = ۱ : g \cdot mol^{-1}$ و $C = ۱۲$ و $O = ۱۶)$

۱) ۶۱۶/۵ ۲) ۶۰۱/۵ ۳) ۱۲۳۳ ۴) ۱۲۰۳

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مسأله ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

معادله ساختاری واکنش انجام شده به صورت زیر است:



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

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

$$\Rightarrow \Delta H_{\text{واکنش}} = [۴\Delta H\,(C-H) + ۲\Delta H\,(O=O)] - [۴\Delta H\,(O-H) + ۲\Delta H\,(C=O)]$$

$$\Rightarrow \Delta H_{\text{واکنش}} = (۴ \times ۴۱۵ + ۲ \times ۴۹۵) - (۴ \times ۴۶۳ + ۲ \times ۸۰۰) = -۸۰۲\ kJ$$

معادله واکنش سوختن متان در دمای اتاق به صورت زیر است:

$$CH_۴(g) + ۲O_۲(g) \rightarrow CO_۲(g) + ۲H_۲O(l)$$

طبق معادله‌ی موازنه‌شده این واکنش، به ازای سوختن هر مول متان، یک مول کربن‌دی‌اکسید(معادل با ۴۴ گرم کربن‌دی‌اکسید) و دو مول آب(معادل با ۳۶ گرم آب) تولید می‌شود. بنابراین، به ازای مصرف هر مول گاز متان در این واکنش، تفاوت جرم فراورده‌های تولید شده برابر با ۸ گرم است. به‌علاوه، می‌دانیم که به ازای سوختن هر مول متان، ۸۰۲ کیلوژول انرژی آزاد می‌شود. بر این اساس، مقدار انرژی آزادشده را در صورتی که تفاوت جرم فراورده‌ها برابر با ۱۲ گرم باشد، حساب می‌کنیم:

$$?\ kJ \text{ انرژی} = ۱۲\ g \text{ تفاوت جرم فراورده‌ها} \times \frac{۸۰۲\ kJ \text{ انرژی}}{۸\ g \text{ تفاوت جرم فراورده‌ها}} = ۱۲۰۳\ kJ$$

پس نتیجه می‌گیریم به ازای سوختن کامل این نمونه گاز متان، ۱۲۰۳ کیلوژول انرژی آزاد خواهد شد.

گروه آموزشی ماز

۴- جدول زیر، عناصر هم‌گروه و هم‌دوره با عناصر X و Y را نشان می‌دهد:

عنصر	X	Y
عنصر هم‌دوره با عنصر مورد نظر	$_{۱۲}Mg$	$_{۶}C$
عنصر هم‌گروه با عنصر مورد نظر	$_{۵۲}Te$	$_{۸۵}At$

با توجه به داده‌های موجود در این جدول، کدام عنصر با سرعت بیشتری با فلز روبیدیم واکنش داده و نسبت شمار کاتیون به آنیون در ترکیب یونی تولید شده، مشابه به مقدار این نسبت در کدام ترکیب خواهد بود؟

۱) Y – کلسیم هیدروکسید ۲) Y – آمونیوم نیترات
۳) X – پتاسیم سولفات ۴) X – آلومینیم فسفات

www.biomaze.ir
AzmonVIP

پاسخ: گزینه ۲ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

اطلاعات تکمیل شده جدول مورد نظر به صورت زیر است:

عنصر	X	Y
عنصر هم‌دوره با عنصر مورد نظر	دوره سوم $\rightarrow {}_{12}Mg$	دوره دوم $\rightarrow {}_{6}C$
عنصر هم‌گروه با عنصر مورد نظر	گروه شانزدهم $\rightarrow {}_{52}Te$	گروه هفدهم $\rightarrow {}_{85}At$

با توجه به اطلاعات موجود در جدول بالا، عناصر Y و X، به ترتیب در گروه‌های شماره ۱۷ و ۱۶ و در تناوب‌های دوم و سوم قرار دارند. بر این اساس، می‌توان گفت عناصر Y و X، به ترتیب معادل با فلوئور و گوگرد هستند. روبیدیم نیز یک فلز قلیایی(عنصری از گروه اول) از تناوب پنجم جدول دوره‌ای است. عناصر نافلزی گفته شده، بر اساس معادله‌های زیر با فلز روبیدیم واکنش می‌دهند:

$$F_2(g) + 2Rb(s) \rightarrow 2RbF(s)$$
$$S(s) + 2Rb(s) \rightarrow Rb_2S(s)$$

از آنجا که فلوئور در مقایسه با گوگرد خاصیت نافلزی بیشتری داشته و تمایل بیشتری به تشکیل آنیون دارد، واکنش این نافلز با روبیدیم در مقایسه با واکنش گوگرد با روبیدیم با سرعت بیشتری انجام می‌شود. نسبت شمار کاتیون به آنیون در روبیدیم فلوئورید تولید شده طی این فرایند، همانند مقدار این نسبت در آلومینیم فسفات($AlPO_4$) و آمونیوم نیترات(NH_4NO_3) بوده و برابر با ۱ است.

گروه آموزشی ماز

۵- **جدول زیر، روند تغییر غلظت مواد شرکت‌کننده در یک واکنش که در ظرفی ۵ لیتری در حال انجام است را نشان می‌دهد:**

زمان(ثانیه)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰
$[A]\ (mol.L^{-1})$	۳	۲/۲	۱/۶	۱/۲	۱
$[B]\ (mol.L^{-1})$	۱/۵	۱/۹	۲/۲	۲/۴	۲/۵
$[C]\ (mol.L^{-1})$	۱	۲/۲	۳/۱	۳/۷	۴

با توجه به داده‌های موجود در این جدول، سرعت متوسط واکنش مورد نظر در طول بازه زمانی ۱۰ تا ۳۰ ثانیه برابر با چند مول بر دقیقه بوده است؟

۱) ۱۵ ۲) ۷/۵ ۳) ۳ ۴) ۱/۵

پاسخ: گزینه ۲ (سخت ـ مسأله ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

در طول بازهٔ زمانی بین ۰ تا ۱۰ ثانیه، غلظت مادهٔ A به اندازهٔ ۰/۸ مول بر لیتر کاهش پیدا کرده است؛ در حالی که غلظت مادهٔ B به اندازه ۰/۴ مول بر لیتر افزایش یافته است. با توجه به نسبت میان تغییر غلظت این دو ماده، می‌توان پی برد که A، واکنش‌دهنده و B، فراوردهٔ این واکنش بوده است و ضریب مادهٔ A، ۲ برابر ضریب مادهٔ B است. همچنین در همین بازهٔ زمانی، غلظت مادهٔ C به اندازهٔ ۱/۲ مول بر لیتر افزایش یافته است، پس می‌توان گفت مادهٔ C نیز فراوردهٔ این واکنش شیمیایی بوده و ضریب آن، ۳ برابر ضریب مادهٔ B است. با توجه به توضیحات ذکرشده، معادله موازنه‌شده واکنش به صورت زیر است:

$$2A \longrightarrow B + 3C$$

می‌دانیم که سرعت متوسط یک واکنش از تقسیم سرعت متوسط تولید یا مصرف یک ماده بر ضریب استوکیومتری آن ماده به دست می‌آید، پس برای تعیین سرعت متوسط این واکنش، سرعت متوسط مصرف یا تولید یکی از مواد A، B و یا C را در بازهٔ زمانی موردنظر حساب کرده و نهایتا بر ضریب استوکیومتری آن ماده، تقسیم می‌کنیم. در این سوال، با توجه به اینکه ضریب استوکیومتری مادهٔ B برابر با یک است، پس سرعت متوسط تولید مادهٔ B با سرعت متوسط واکنش برابر است. از این رو، سرعت متوسط تولید مادهٔ B را محاسبه می‌کنیم. طبق جدول سوال، در بازهٔ زمانی ۱۰ تا ۳۰ ثانیه، غلظت مادهٔ B به اندازهٔ ۰/۵ مول بر لیتر افزایش می‌یابد. با توجه به اینکه حجم ظرف برابر با ۵ لیتر است، تغییرات مقدار مول مادهٔ B را در بازهٔ زمانی موردنظر حساب می‌کنیم:

$$\Delta n\ B = \Delta[B] \times \text{حجم ظرف} = ۰/۵\ mol.L^{-1} \times ۵\ L\ = ۲/۵\ mol$$

پس در این بازهٔ زمانی، ۲/۵ مول مادهٔ B تولید شده است. بنابراین سرعت متوسط واکنش برابر است با:

$$\overline{R}_{\text{واکنش}} = \overline{R}_B = \frac{|\Delta n|}{\Delta t} = \frac{۲/۵\ mol}{(۳۰ - ۱۰)s \times \frac{۱\ min}{۶۰\ s}} = \frac{۲/۵\ mol}{۲۰\ s \times \frac{۱\ min}{۶۰\ s}} = ۷/۵\ mol.min^{-1}$$

با توجه به محاسبات بالا، نتیجه می‌گیریم سرعت متوسط واکنش مورد نظر در طول بازه زمانی ۱۰ تا ۳۰ ثانیه برابر با ۷/۵ مول بر دقیقه است.

گروه آموزشی ماز

www.biomaze.ir

AzmonVIP

۶- آنتالپی سوختن اتانول برابر با ۱۳۶۵- کیلوژول بر مول است. اگر ۰/۵ درصد از گرمای حاصل از سوختن کامل ۱۸/۴ گرم اتانول در دمای $۴۲۳K$ صرف افزایش دمای فراورده‌های حاصل از این واکنش شود، دمای نهایی فراورده‌ها به تقریب برابر با چند درجه سلسیوس می‌شود؟ (گرمای ویژه بخار آب و گاز کربن‌دی‌اکسید بر حسب $J.g^{-1}.°C^{-1}$ به ترتیب برابر ۲/۱ و ۰/۸۵ است.)

$(O = ۱۶ \text{ و } C = ۱۲ \text{ و } H = ۱ : g.mol^{-1})$

۱) ۱۹۸/۶ ۲) ۱۹۲/۵ ۳) ۱۸۲/۴ ۴) ۱۸۶/۳

پاسخ: گزینه ۴ (سخت ـ مساله ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

واکنش سوختن کامل اتانول به صورت زیر است:

$$C_۲H_۵OH(l) + ۳O_۲(g) \rightarrow ۲CO_۲(g) + ۳H_۲O(g)$$

از سوختن کامل یک مول اتانول، ۱۳۶۵ کیلوژول گرما آزاد می‌شود که صرف افزایش دمای ۲ مول گاز $CO_۲$ و ۳ مول گاز $H_۲O$ خواهد شد. ابتدا جرم آب و کربن دی‌اکسید تولید شده از سوختن کامل ۱۸/۴ g اتانول را محاسبه می‌کنیم:

$$?\,g\,CO_۲ = ۱۸/۴\,g\,C_۲H_۶O \times \frac{۱\,mol\,C_۲H_۶O}{۴۶\,g\,C_۲H_۶O} \times \frac{۲\,mol\,CO_۲}{۱\,mol\,C_۲H_۶O} \times \frac{۴۴\,g\,CO_۲}{۱\,mol\,CO_۲} = ۳۵/۲\,g\,CO_۲$$

$$?\,g\,H_۲O = ۱۸/۴\,g\,C_۲H_۶O \times \frac{۱\,mol\,C_۲H_۶O}{۴۶\,g\,C_۲H_۶O} \times \frac{۳\,mol\,H_۲O}{۱\,mol\,C_۲H_۶O} \times \frac{۱۸\,g\,H_۲O}{۱\,mol\,H_۲O} = ۲۱/۶\,g\,H_۲O$$

در ادامه، مقدار گرمای آزاد شده را بدست می آوریم:

$$?J = ۱۸/۴\,g\ C_۲H_۶O \times \frac{۱\,mol\ C_۲H_۶O}{۴۶\,g\ C_۲H_۶O} \times \frac{۱۳۶۵\,kJ}{۱\,mol\ C_۲H_۶O} \times \frac{۱۰^۳J}{۱\,kJ} = ۵/۴۶ \times ۱۰^۵J$$

در قدم بعد، مقدار گرمایی که صرف افزایش دمای فراورده‌ها می‌شود را محاسبه می‌کنیم:

انرژی که صرف افزایش دمای فراورده‌ها می‌شود $= \frac{۰/۵}{۱۰۰} \times$ کل انرژی آزاد شده $= \frac{۰/۵}{۱۰۰} \times ۵/۴۶ \times ۱۰^۵ = ۲۷۳۰J$

اگر فرض کنیم که گرمای آزاد شده باعث افزایش دمای مخلوط بخار آب و کربن‌دی‌اکسید به اندازه $\Delta\theta$ شود، خواهیم داشت:

$$Q = (m_{CO_۲} \times c_{CO_۲} \times \Delta\theta) + (m_{H_۲O} \times c_{H_۲O} \times \Delta\theta) \rightarrow ۲۷۳۰J = [(۳۵/۲ \times ۰/۸۵) + (۲۱/۶ \times ۲/۱)] \times \Delta\theta \rightarrow$$

$$\Delta\theta = \frac{۲۷۳۰}{۲۹/۹۲ + ۴۵/۳۶} \simeq ۳۶/۳\ °C$$

در نهایت، با توجه به دمای اولیه، دمای نهایی مخلوط فراورده‌ها را حساب می‌کنیم:

دمای اولیه $= \theta_۱ = ۴۲۳ - ۲۷۳ = ۱۵۰\ °C$ $\rightarrow$ دمای نهایی $= \theta_۲ = \theta_۱ + \Delta\theta = ۱۵۰ + ۳۶/۳ = ۱۸۶/۳\ °C$

گروه آموزشی ماز

۷- سولفوریک اسید به صورت صنعتی از اکسایش گوگرد $(S_۸)$ تهیه می‌شود. مقدار گرمای مبادله شده برای تهیه ۱۵۰ میلی‌لیتر محلول ۲ مولار سولفوریک اسید با استفاده از واکنش $S_۸(s) + ۱۲O_۲(g) + ۸H_۲O(l) \rightarrow ۸H_۲SO_۴(aq)$ برابر با چند kJ است و در این فرایند چند گرم گوگرد با خلوص ۸۰٪ مصرف می‌شود؟ $(S = ۳۲\ g.mol^{-1})$

$$(I)\ S_۸(s) + ۸O_۲(g) \rightarrow ۸SO_۲(g) \quad ,\ \Delta H = -۲۳۷۶kJ$$
$$(II)\ ۲SO_۲(g) + O_۲(g) \rightarrow ۲SO_۳(g) \quad ,\ \Delta H = -۱۹۶kJ$$
$$(III)\ SO_۳(g) + H_۲O(l) \rightarrow H_۲SO_۴(aq) \quad ,\ \Delta H = -۱۳۰kJ$$

۱) ۹ - ۱۵۷/۵ ۲) ۱۲ - ۱۵۷/۵ ۳) ۹ - ۱۷۵ ۴) ۱۲ - ۱۷۵

پاسخ: گزینه ۲ (سخت ـ مساله ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

معادله واکنش کلی انجام شده به صورت زیر است:

$$S_۸(s) + ۱۲O_۲(g) + ۸H_۲O(l) \rightarrow ۸H_۲SO_۴(g)$$

اگر واکنش‌های (II) و (III) را به ترتیب در ۴ و ۸ ضرب کرده و سپس سه واکنش را با هم جمع کنیم، واکنش کلی موردنظر بدست می‌آید:

$$(I)\ S_۸(s) + ۸O_۲(g) \rightarrow ۸SO_۲(g) \quad ,\ \Delta H_۱ = -۲۳۷۶\ kJ$$
$$(II)'\ ۸SO_۲(g) + ۴O_۲(g) \rightarrow ۸SO_۳(g) \quad ,\ \Delta H'_۲ = -۱۹۶ \times ۴\ kJ$$
$$(III)'\ ۸SO_۳(g) + ۸H_۲O(l) \rightarrow ۸H_۲SO_۴(aq) \quad ,\ \Delta H'_۳ = -۱۳۰ \times ۸\ kJ$$
$$S_۸(s) + ۱۲O_۲(g) + ۸H_۲O(l) \rightarrow ۸H_۲SO_۴(g) \quad ,\ \Delta H_{کل} = \Delta H_۱ + \Delta H'_۲ + \Delta H'_۳$$

بنابراین آنتالپی واکنش کلی مورد نظر برابر است با:

$$\Delta H_{کل} = -۲۳۷۶ + (-۱۹۶ \times ۴) + (-۱۳۰ \times ۸) = -۴۲۰۰\ kJ$$

www.biomaze.ir
AzmonVIP

سولفوریک اسید(H_2SO_4)، فراورده نهایی این واکنش است که در یک محلول آبی وجود دارد. در ادامه، حساب می‌کنیم که ۱۵۰ میلی‌لیتر محلول ۲ مولار سولفوریک اسید، حاوی چند مول از این اسید است:

$$?\,mol\,H_2SO_4 = 150\,ml\ \text{محلول} \times \frac{1\,L}{1000\,mL} \times \frac{2\,mol\,H_2SO_4}{1\,L\ \text{محلول}} = 0/3\,mol$$

در نتیجه مقدار گرمای مبادله شده برابر خواهد بود با:

$$?\,kJ = 0/3\,mol\,H_2SO_4 \times \frac{4200\,kJ}{8\,mol\,H_2SO_4} = 157/5\,kJ$$

در نهایت، با توجه به تعداد مول سولفوریک اسید تولید شده، جرم گوگرد ناخالص موردنیاز را بدست می‌آوریم:

$$?\,g\,S_8\ \text{ناخالص} = 0/3\,mol\,H_2SO_4 \times \frac{1\,mol\,S_8}{8\,mol\,H_2SO_4} \times \frac{256\,g\,S_8}{1\,mol\,S_8} \times \frac{100\,g\,S_8\ \text{ناخالص}}{80\,g\,S_8\ \text{خالص}} = 12\,g$$

توجه داریم که گوگرد نافلزی از گروه ۱۶ و دوره سوم جدول تناوبی است که در دمای اتاق جامدی زرد رنگ است و در طبیعت به طور آزاد یافت می‌شود. اکسیدهای گوگرد، معادل با گازهای SO_2 و SO_3 هستند که ماده اول قطبی بوده و ماده دوم ناقطبی است. توجه داریم که یکی از فراورده های سوختن زغال سنگ و همچنین فعالیت آتشفشان‌ها، اکسید سبک‌تر گوگرد یعنی گاز SO_2 است که از جمله آلاینده‌های مهم موجود در هواکره و یکی از عوامل ایجاد باران اسیدی به شمار می‌رود.

گروه آموزشی ماز

۸- کدام گزینه درباره لیکوپن با فرمول مولکولی $C_{40}H_{56}$، نادرست است؟

۱) نسبت شمار پیوندهای دوگانه موجود در ساختار لیکوپن به شمار این پیوندها در نفتالن، برابر با ۲/۶ است.
۲) هندوانه و گوجه‌فرنگی محتوی لیکوپن بوده و این ماده فعالیت رادیکال‌هایی مانند NO را کاهش می‌دهد.
۳) یک ترکیب ناقطبی است که با کاهش مقدار رادیکال‌ها، از سرعت واکنش‌های ناخواسته می‌کاهد.
۴) از سوختن کامل نیم مول از آن در دمای ۴۵۰ کلوین، مقدار ۳۲ مول فراورده گازی آزاد می‌شود.

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی و مساله ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

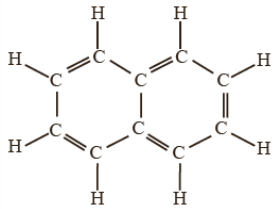
برنامهٔ غذایی محتوی سبزیجات و میوه‌های گوناگون، نقش بازدارندگی موثری در برابر بروز سرطان‌ها و پیری زودرس دارند. این خوراکی ها محتوی ترکیب‌های آلی سیرنشده‌ای(ترکیب‌های حاوی پیوندهای دوگانه و سه‌گانه کربن-کربن) به نام ریز مغذی‌ها هستند که در حفظ سلامت بافت‌ها و اندام‌ها دخالت دارند. هرچند نقش کامل این مواد هنوز به طور دقیق مشخص نشده است، اما برخی از آنها به عنوان بازدارنده از انجام واکنش نامطلوب و ناخواسته در بدن به دلیل حضور رادیکال‌ها جلوگیری می‌کنند. لیکوپن، یکی از انواع بازدارنده‌ها است. واکنش سوختن کامل لیکوپن به صورت زیر است:

$$C_{40}H_{56}(s) + 54O_2(g) \rightarrow 40CO_2(g) + 28H_2O(g)$$

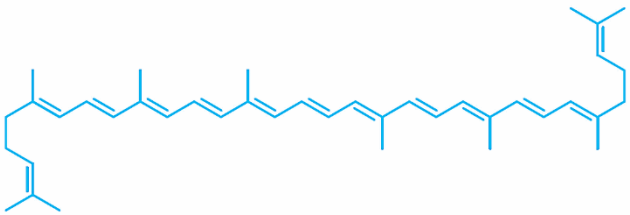
در دمای ۴۵۰ کلوین معادل با $450 - 273 = 177\ ^\circ C$، آب در حالت گاز(بخار) است؛ بنابراین می‌توان گفت از سوختن کامل نیم مول لیکوپن در این شرایط، مقدار $0/5 \times (40 + 28) = 34$ مول گاز آزاد می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) فرمول عمومی آلکان‌ها به صورت C_nH_{2n+2} است؛ بنابراین در ساختار لیکوپن $\frac{(40\times2)+2-56}{2} = 13$ پیوند دوگانه کربن-کربن وجود دارد و در نتیجه نسبت شمار پیوندهای دوگانه در لیکوپن به نفتالن برابر $\frac{13}{5} = 2/6$ است. ساختار مولکول نفتالن به صورت زیر است:

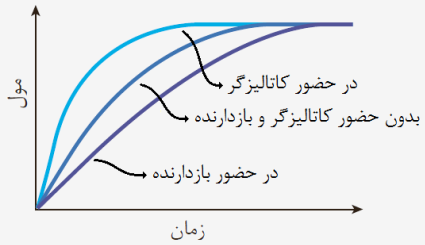


ساختار لیکوپن نیز به صورت زیر خواهد بود:



۲) لیکوپن در برخی مواد غذایی مانند هندوانه و گوجه فرنگی وجود دارد و می‌تواند فعالیت رادیکال‌ها را کاهش دهند. توجه داریم که در ساختار لوویس نیتروژن مونوکسید (NO)، یک الکترون بر روی نیتروژن قرار داشته و درنتیجه این ماده یک رادیکال به شمار می‌رود.

با افزودن کاتالیزگر به یک واکنش، سرعت انجام شدن واکنش بیشتر شده و شیب نمودار مول-زمان برای مواد شرکت‌کننده در واکنش افزایش پیدا می‌کند. در نقطه مقابل، با افزودن بازدارنده به یک واکنش شیمیایی، سرعت انجام شدن واکنش کمتر شده و شیب نمودار مول-زمان برای مواد شرکت‌کننده در واکنش کاهش پیدا می‌کند. به عنوان مثال، در نمودار زیر، روند تولید یکی از فراورده‌های تولید شده در یک واکنش شیمیایی در شرایط مختلف نشان داده شده است:



همانطور که مشخص است، افزودن کاتالیزگر یا بازدنده تاثیری در مقدار نهایی فراورده ندارد اما زمان مورد نیاز برای انجام شدن واکنش را تغییر می‌دهد.

۳) لیکوپن، یک نوع هیدروکربن بوده و مانند سایر هیدروکربن‌ها، گشتاور دوقطبی تقریبا برابر با صفر داشته و درنتیجه یک ماده ناقطبی است.

گروه آموزشی ماز

۹- در یک واکنش، رابطهٔ $\overline{R}_A = -\frac{\Delta n_A}{\Delta t} = \frac{\Delta n_B}{\Delta t}$ برقرار است. اگر $\overline{R}_C = ۲\overline{R}_A$ باشد، کدام معادلهٔ شیمیایی را می‌توان برای این واکنش در نظر گرفت؟

۱) $A \rightarrow B + ۴C$ ۲) $C \rightarrow A + ۲B$ ۳) $۲A + B \rightarrow C$ ۴) $A + ۲C \rightarrow B$

پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

با توجه به علامت منفی در رابطه سرعت متوسط ماده A (رابطه $\overline{R}_A = -\frac{\Delta n_A}{\Delta t}$)، می‌توان گفت این ماده واکنش‌دهنده است. از طرفی با توجه به رابطه منطقی داده شده در صورت سوال که به صورت $-\frac{\Delta n_A}{\Delta t} = \frac{\Delta n_B}{\Delta t}$ است، ماده B فراورده بوده و ضرایب استوکیومتری مواد A و B با هم برابر است؛ پس گزینه‌های (۲) و (۳) حذف می شوند. در نهایت با توجه به رابطه $\overline{R}_C = ۲\overline{R}_A$ مشخص است که ضریب استوکیومتری C، دو برابر ضریب استوکیومتری A است. در نتیجه گزینه (۴) درست است.

در یک واکنش شیمیایی، سرعت متوسط تولید یا مصرف مواد شرکت‌کننده در واکنش، متناسب با ضریب استوکیومتری این مواد در معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش مورد نظر است. به عنوان مثال، اگر در طول بازهٔ زمانی Δt تغییر مقدار مواد شرکت‌کننده در واکنش $۲A(s) \rightarrow C(s) + ۴B(g)$ را بررسی کنیم، با توجه به ضرایب مواد شرکت کننده در این واکنش، رابطه $|\Delta n_A| = |۴\Delta n_C| = |\Delta n_B|$ بین مقدار تغییر غلظت این مواد برقرار است. بر این اساس، رابطهٔ $۲\overline{R}_A = ۴\overline{R}_C = \overline{R}_B$ بین سرعت متوسط مصرف یا تولید مواد نیز برقرار می‌شود؛ پس داریم:

$\frac{\overline{R}_C}{\overline{R}_B} = \frac{۱}{۴} = ۰/۲۵$ $\frac{\overline{R}_A}{\overline{R}_C} = \frac{۲}{۱} = ۲$ $\frac{\overline{R}_A}{\overline{R}_B} = \frac{۲}{۴} = ۰/۵$

گروه آموزشی ماز

۱۰- با توجه به جدول زیر، مقدار گرمای موردنیاز برای افزایش دمای مخلوطی از ۲/۵ لیتر اتیلن گلیکول و یک لیتر آب به اندازهٔ $۲۰K$، برحسب کیلوژول کدام است؟ (چگالی نمونه اتیلن گلیکول و نمونه آب را به ترتیب ۱/۱ و ۱ گرم بر میلی‌لیتر در نظر بگیرید.)

ماده	گرمای ویژه $(J.g^{-۱}.°C^{-۱})$
اتیلن گلیکول	۲/۴۲
آب	۴/۱۸

۱) ۲۰۴/۶ ۲) ۲۰۶/۴ ۳) ۲۱۶/۷ ۴) ۲۱۷/۶

پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ مساله ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

ابتدا جرم اتیلن‌گلیکول و آب را محاسبه می‌کنیم:

$$m_{\text{اتیلن گلیکول}} = d_{\text{اتیلن گلیکول}} \times v_{\text{اتیلن گلیکول}} = ۱/۱ \times ۲۵۰۰ = ۲۷۵۰\ g$$
$$m_{\text{آب}} = d_{\text{آب}} \times v_{\text{آب}} = ۱ \times ۱۰۰۰ = ۱۰۰۰\ g$$

اگر گرمای موردنیاز برای افزایش $۲۰\ K$ یا $۲۰\ °C$ در نمونه‌های اتیلن‌گلیکول و آب را به ترتیب با $Q_۱$ و $Q_۲$ نشان دهیم، خواهیم داشت:

$$Q_۱ = m_{\text{اتیلن گلیکول}} \times c_{\text{اتیلن گلیکول}} \times \Delta\theta = ۲۷۵۰ \times ۲/۴۲ \times ۲۰ = ۱۳۳۱۰۰\ J \times \frac{۱\ kJ}{۱۰^۳ J} = ۱۳۳/۱\ kJ$$

AzmonVIP
www.biomaze.ir

$$Q_۲ = m_{آب} \times c_{آب} \times \Delta\theta = ۱۰۰۰ \times ۴/۱۸ \times ۲۰ = ۸۳۶۰۰\ J \times \frac{۱\ kJ}{۱۰^۳ J} = ۸۳/۶\ kJ$$

بنابراین کل گرمای موردنیاز برابر خواهد بود با:

$$Q_{کل} = Q_۱ + Q_۲ = ۱۳۳/۱ + ۸۳/۶ = ۲۱۶/۷\ kJ$$

ظرفیت گرمایی یک ماده(C)، گرمای موردنیاز برای افزایش دمای آن ماده به اندازهٔ یک درجهٔ سلسیوس است:

$Q = C\Delta\theta$

ظرفیت گرمایی یک ماده در دما و فشار ثابت به نوع ماده و جرم ماده وابسته است و یکای آن $J.K^{-۱}$ یا $J.℃^{-۱}$ است. امّا گرمای ویژه(c)، گرمای موردنیاز برای افزایش دمای یک گرم از ماده به اندازهٔ یک درجه سلسیوس است:

$Q = mc\Delta\theta$

گرمای ویژهٔ یک ماده در دما و فشار ثابت، تنها به نوع ماده وابسته است و یکای آن $J.g^{-۱}.K^{-۱}$ یا $J.g^{-۱}℃^{-۱}$ است. توجه داریم که در رابطهٔ بالا، واحد گرما (Q) ژول است و اگر مقدار گرما را بر حسب کیلوژول، کالری و ... دادند، باید تبدیل واحد انجام دهیم. توجه داریم که هر کالری برابر با ۴/۱۸ ژول است که برای حل تقریبی مسائل می‌توانیم آن را معادل ۴/۲ ژول در نظر بگیریم:

$۱cal = ۴/۱۸J \simeq ۴/۲J$

گروه آموزشی ماز

۱۱- چند مورد از مطالب زیر درست هستند؟

آ: سدیم و پتاسیم، با آب سرد به شدت واکنش داده و به ترتیب، نور قرمز و بنفش را گسیل می‌کنند.

ب: یک مثال از چهره پنهان ردپای غذا، عدم مصرف حدود ۳۰ درصد غذای فراهم‌شده در جهان است.

پ: از اکسایش هر مول چربی ذخیره‌شده در کوهان شتر، ۵۵ مول آب و مقدار قابل توجهی گرما تولید می‌شود.

ت: الگوی استفاده از غذاهای بومی برای کاهش ردپای غذا، بیانی از اصل کاهش مصرف انرژی در شیمی سبز است.

ث: واکنش زنگ‌زدن آهن در هوای مرطوب، همانند واکنش پتاسیم پرمنگنات با اسیدهای آلی در دمای اتاق، کند است.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ حفظی ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

بجز عبارت‌های (آ) و (ب)، سایر عبارت‌ها درست هستند.

بررسی موارد:

آ: در یک گروه از جدول تناوبی، از بالا به پایین با افزایش شعاع اتمی عناصر، خاصیت فلزی یا همان واکنش‌پذیری عناصر فلزی افزایش می‌یابد؛ پس در گروه فلزهای قلیایی از بالا به پایین واکنش‌پذیری افزایش می‌یابد. بر این اساس، می‌توان گفت فلز پتاسیم که نسبت به فلز سدیم در موقعیت پایین‌تری قرار دارد، واکنش‌پذیرتر است. اگرچه واکنش‌پذیری فلز سدیم از فلز پتاسیم کمتر است، اما هر دو عنصر با آب سرد به شدت واکنش می‌دهند که با تولید نور همراه است. علت ایجاد نور در این فرایند، سوختن گاز هیدروژن تولیدشده در واکنش فلز قلیایی با آب است. توجه داریم که واکنش فلز سدیم با آب، شدت کمتری دارد. در شکل زیر، عکس سمت چپ واکنش سدیم با آب سرد و عکس سمت راست، واکنش پتاسیم با آب سرد را نشان می‌دهد.

همانطور که مشخص است، در هیچ‌کدام از این دو واکنش شیمیایی نور بنفش‌رنگ از سامانه واکنش گسیل نشده است.

ب: چهره آشکار ردپای غذا، نشان می‌دهد که سالانه حدود ۳۰ درصد از غذایی که در جهان تولید می‌شود، مصرف نشده و به زباله تبدیل می‌گردد یا از بین می‌رود که نشان از هدر رفتن منابع اقتصادی است. چهره پنهان این ردپا نیز شامل تمام منابعی هستند که از تولید مواد خام تا محصول نهایی یعنی غذا مصرف می‌شوند. یکی از چهره‌های پنهان ردپای غذا، تولید گازهای گلخانه‌ای به ویژه $CO_۲$ است؛ به گونه‌ای که تولید این گاز در ردپای غذا بیشتر از سوختن سوخت‌ها در خودروها و کارخانه‌ها می‌باشد. توجه داریم که در حال حاضر، سطح کره زمین برای تامین غذای جمعیت خود، کافی نیست و با ادامه روند فعلی نیز مساحت مورد نیاز برای تامین غذای مردم جهان افزایش می‌یابد، پس باید با الگوی توسعه پایدار این نیاز را به اندازه سطح کره زمین رساند.

پ: با اکسایش چربی موجود در کوهان شتر، علاوه بر آب مورد نیاز حیوان، انرژی لازم برای فعالیت‌های این جانور نیز تامین می‌شود. واکنش اکسایش این چربی به صورت زیر است:

$$۲C_{۵۷}H_{۱۱۰}O_۶(s) + ۱۶۳O_۲(g) \longrightarrow ۱۱۴CO_۲(g) + ۱۱۰H_۲O(l) + ۷۵۵۲۰kJ$$

توجه داریم که در ساختار این ماده، هیچ پیوند دوگانه $C = C$ وجود ندارد و فرمول شیمیایی هریک از اسیدهای چرب سازنده آن نیز $C_{۱۷}H_{۳۵}COOH$ است. ذرات سازنده این اسیدهای چرب نیز سیرشده هستند.

ت: در جدول زیر هر یک از الگوهای کاهش ردپای غذا مقابل اصلی از شیمی سبز قرار دارند که با آن همخوانی بیشتری دارد.

www.biomaze.ir
AzmonVIP

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 فراورده‌های شیمیایی سالم‌تر	کاهش مصرف غذاهای فراوری‌شده
کاهش ورود مواد شیمیایی ناخواسته به محیط زیست	کاهش مصرف گوشت و لبنیات

پس الگوی استفاده از غذاهای بومی به منظور کاهش ردپای غذا، بیانی از اصل کاهش مصرف انرژی در شیمی سبز است.

ث: سرعت زنگ زدن آهن در هوای مرطوب کند است. برای مثال، در طی چندین سال یک کشتی آهنی به زنگار تبدیل شده، ترد و شکننده می‌شود و فرو می‌ریزد. طی این فرایند، ذرات آهن با اکسیژن هوا واکنش داده و در نهایت به شکل یون Fe^{3+} در می‌آیند. محلول پتاسیم پرمنگنات در آب، رنگ بنفش دارد که با اسیدهای آلی(کربوکسیلیک اسیدها) در دمای اتاق به کندی واکنش داده و بی‌رنگ می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۱۲- کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟

۱) در واکنش گرماگیر تبدیل گاز متان به مخلوطی از اتان و H_2، مجموع آنتالپی پیوند فراورده‌ها بیشتر از واکنش‌دهنده است.
۲) آنتالپی واکنش تولید سه ماده CH_4، CO و N_2H_4 از عناصر سازنده آن‌ها را نمی‌توان به صورت مستقیم اندازه گرفت.
۳) تغییر آنتالپی واکنش تشکیل یک پیوند کووالانسی، همانند آنتالپی واکنش سوختن مواد، همواره عددی منفی است.
۴) انتقال گرما میان دو جسم، ممکن است با افزایش انرژی گرمایی جسمی با انرژی گرمایی بیشتر همراه باشد.

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

واکنش شیمیایی $2CH_4(g) \longrightarrow C_2H_6(g) + H_2(g)$، یک واکنش گرماگیر است. با توجه به محاسبه آنتالپی واکنش‌ها در فرایندهای گازی به کمک آنتالپی‌های پیوند، می‌توان گفت:

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

$$\Delta H_{\text{واکنش}} > 0 \Longrightarrow \left[\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده}\right] > \left[\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده}\right]$$

توجه داریم که در واکنش‌های گرماده، این قضیه بر عکس بوده و در آن‌ها، مجموع آنتالپی پیوند فراورده‌ها بیشتر از واکنش‌دهنده‌ها است.

آنتالپی یک واکنش را می‌توانیم از راه‌های مختلفی بدست بیاوریم. یکی از این راه‌ها، استفاده از آنتالپی پیوند است که شرط استفاده از این روش گازی بودن حالت فیزیکی همه واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها است. در این روش، در نظر می‌گیریم که تمام پیوندهای کووالانسی میان اتم‌های واکنش‌دهنده شکسته و اتم‌های گازی تولید می‌شود که گرمای لازم برای این قسمت برابر مجموع آنتالپی شکستن پیوندها در واکنش‌دهنده‌ها است. پس از آن اتم‌های گازی با تشکیل پیوندهای اشتراکی جدید، فراورده‌ها را تولید می‌کنند. گرمای آزاد شده در این قسمت، قرینه گرمای لازم برای شکستن تمام پیوندهای کووالانسی در میان فراورده‌ها است. پس آنتالپی یک واکنش که همه مواد شرکت‌کننده در آن به صورت گازی هستند را می‌توان از طریق فرمول زیر حساب کرد.

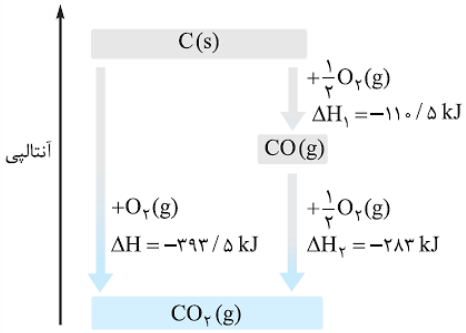
$$\Delta H_{\text{واکنش}} = \left[\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد فراورده}\right] - \left[\text{مجموع آنتالپی پیوندها در مواد واکنش‌دهنده}\right]$$

از آن‌جا که برخی از پیوندها در فراورده و واکنش‌دهنده‌ها مشترک است، می‌توان رابطه بالا را به صورت زیر نوشت:

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

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲ واکنش تولید هیدرازین، متان و کربن مونوکسید از عناصر سازنده آن‌ها در آزمایشگاه امکان‌پذیر نیست و آنتالپی آن‌ها را به کمک قانون هس می‌توان محاسبه کرد. توجه داریم که هیدرازین(N_2H_4)، گازی ناپایدار بوده و در حضور گاز هیدروژن به سرعت به گاز آمونیاک تبدیل می‌شود. در فرایند تولید کربن مونوکسید از گاز اکسیژن و کربن نیز گاز کربن مونوکسید تولیدشده در حضور اکسیژن به سرعت می‌سوزد و به گاز کربن دی‌اکسید تبدیل می‌شود. در واقع فرایند تولید گاز مونوکسید، مرحله اول سوختن گرافیت بوده و آنتالپی آن را نمی‌توان به صورت مستقیم حساب کرد. واکنش سوختن گرافیت به صورت زیر طی دو مرحله انجام می‌شود:



www.biomaze.ir
AzmonVIP

در این فرایند، هر دو مرحله گرماده هستند و مقدار آنتالپی مرحله دوم(سوختن گاز کربن مونواکسید) از مقدار آنتالپی مرحله اول(سوختن ناقص یک مول گرافیت) منفی‌تر است.

۳) به مقدار گرمای لازم برای شکستن یک پیوند در حالت گازی، آنتالپی پیوند می‌گویند. این واکنش همواره گرماگیر بوده و به همین علت، آنتالپی پیوند همواره مقداری مثبت است. پس آنتالپی واکنش عکس آن یعنی تشکیل همان پیوند اشتراکی، مقداری منفی خواهد بود. همچنین واکنش‌های سوختن با آزادشدن انرژی همراه بوده و گرماده هستند. بر این اساس می‌توان گفت آنتالپی سوختن نیز همواره مقداری منفی است.

۴) انتقال گرما تنها بر اساس اختلاف دما بوده و از جسمی با دمای بالاتر به جسمی با دمای پایین‌تر منتقل می‌شود. در این حالت، ممکن است جسمی با انرژی گرمایی بیشتر، دمای کمتری داشته و از جسمی با انرژی گرمایی کمتر اما دمای بیشتر گرما بگیرد. به عنوان مثال، با انداختن گلوله آهنی داغ در یک استخر آب، گرما از گلوله داغ(جسم گرم) به آب استخر(جسم سرد) منتقل می‌شود. جرم آب استخر بسیار بیشتر از جرم گلوله بوده و به همین دلیل، انرژی گرمایی آب بیشتر از گلوله است؛ پس در این حالت گرما از ماده‌ای با انرژی گرمایی کم به ماده‌ای با انرژی گرمایی زیاد منتقل شده است.

به مجموع انرژی جنبشی ذرات سازنده یک ماده، انرژی گرمایی گفته می‌شود. بر این اساس، اگر تعداد ذرات سازنده یک ماده(معادل با جرم آن ماده) بیشتر باشد یا ذرات سازندهٔ آن ماده با سرعت بیشتری در حال جنب و جوش باشند، انرژی گرمایی آن نمونه از ماده نیز بیشتر خواهد بود. به عبارت دیگر، مقدار انرژی گرمایی یک ماده به جرم و دمای آن ماده بستگی دارد.

گروه آموزشی ماز

۱۳- مقدار ۵۰ گرم H_2SO_4 با دمای ۲۰°C را در گرماسنج لیوانی حاوی ۵۰۰ گرم آب ۲۰°C حل می‌کنیم. پس از هم زدن محتویات گرماسنج، دماسنج درون این وسیله تقریبا چه دمایی را برحسب درجه سانتی‌گراد نشان می‌دهد؟ (گرمای ویژه محلول حاصل از این فرایند برابر با $۳/۹\ J.g^{-1}.°C^{-1}$ است.)
$(H=۱, O=۱۶, S=۳۲ : g.mol^{-1})$

$$H_2SO_4(l) \xrightarrow{\text{انحلال در آب}} H_2SO_4(aq) + ۷۳/۵\ kJ$$

۱) ۲۸/۷ ۲) ۲۹/۶ ۳) ۳۷/۵ ۴) ۳۹/۲

پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ مساله ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

با استفاده از گرماسنج لیوانی می‌توان ΔH فرایندهای انحلال و واکنش‌هایی که در حالت محلول انجام می‌شوند را به صورت مستقیم(تجربی) اندازه‌گیری کرد. در ساختار گرماسنج لیوانی، همزن، درپوش، دماسنج و لیوان‌های یک بار مصرف به کار رفته است. دیواره گرماسنج، عایق گرما است و تبادلات گرمایی زیادی با محیط پیرامون خود ندارد. فرایند انحلال انجام‌شده به صورت زیر است:

$$H_2SO_4(l) \xrightarrow{\text{انحلال در آب}} H_2SO_4(aq) + ۷۳/۵\ kJ$$

پس انحلال مورد نظر گرماده بوده و با آزاد کردن گرما و افزایش دمای محلول همراهی دارد. طی این فرایند، محلولی به جرم ۵۵۰ گرم ایجاد شده است. ابتدا مقدار گرمای تولیدشده را حساب می‌کنیم:

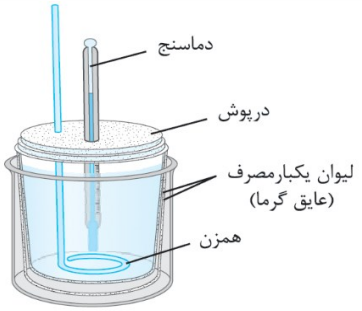
$$?\ kJ\ \text{گرما} = ۵۰\ g\ H_2SO_4 \times \frac{۱\ mol\ H_2SO_4}{۹۸\ g\ H_2SO_4} \times \frac{۷۳/۵\ kJ\ \text{گرما}}{۱\ mol\ H_2SO_4} = ۳۷/۵\ kJ$$

در این واکنش، ۳۷/۵ کیلوژول گرما آزادشده که صرف افزایش دمای محلول ۵۵۰ گرمی می‌شود. بنابراین تغییر دمای این محلول را به دست می‌آوریم:

$$Q = mc\Delta\theta \Longrightarrow ۳۷/۵\ kJ \times \frac{۱۰۰۰\ J}{۱\ kJ} = ۵۵۰ \times ۳/۹ \times (\theta - ۲۰) \Longrightarrow \theta - ۲۰ = \frac{۳۷۵۰۰}{۵۵ \times ۳۹} = \frac{۲۵۰۰}{۱۱ \times ۱۳} = \frac{۲۵۰۰}{۱۴۳} = ۱۷/۴۸$$

$$\Longrightarrow \theta = ۳۷/۴۸°C \simeq ۳۷/۵°C$$

پس دمای محلول به تقریب به ۳۷/۵ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. تصویر زیر، نمایی از ساختار گرماسنج لیوانی را نشان می‌دهد:



گروه آموزشی ماز

www.biomaze.ir

AzmonVIP

۱۴- کدام یک از مطالب زیر نادرست است؟

آ: در همه واکنش‌های شیمیایی، تبادل گرما میان سامانه و محیط پیرامون صورت گرفته و دمای محیط تغییر می‌کند.

ب: علامت گرما در فرایندهای هم‌دما شدن خوراکی با بدن و گوارش آن برای بستنی، برخلاف شیر گرم، متفاوت است.

پ: برای یک ماده خالص، آنتالپی فرایند ذوب بیشتر از آنتالپی فرایند تبخیر و کمتر از آنتالپی فرایند فرازش آن ماده است.

ت: رنگ شعله سوختن متان در سطح مرداب، با رنگ شعله ایجادشده طی سوختن گاز شهری بر روی اجاق، متفاوت است.

۱) فقط «آ» ۲) «آ» و «پ» ۳) «ب» و «ت» ۴) «پ» و «ت»

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

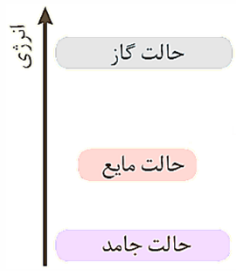
عبارت‌های (آ) و (پ) نادرست هستند.

بررسی موارد:

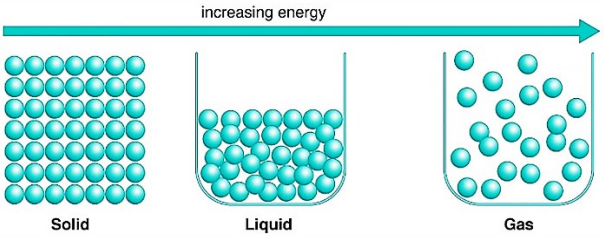
آ: یک ویژگی بنیادی در همه واکنش‌های شیمیایی دادوستد گرما با محیط پیرامون است؛ پس هر واکنشی یا گرماده است و یا گرماگیر و تغییر آنتالپی یک واکنش شیمیایی، هرگز دقیقا برابر با صفر نمی‌شود. البته، برخی واکنش‌های شیمیایی وجود دارند که تغییر آنتالپی آن‌ها ناچیز است، اما مقدار آن هرگز برابر با صفر نیست. با این وجود در برخی واکنش‌ها با انتقال گرما از سامانه به محیط یا برعکس، دمای محیط ثابت می‌مانند. به عنوان مثال تمام واکنش‌هایی که در بدن انسان انجام می‌شوند(مانند اکسایش گلوکز) در دمای $37^{\circ}C$ انجام می‌شوند و انجام این واکنش‌ها، منجر به افزایش محسوس دمای بدن نمی‌شود.

ب: در فرآیند هم دما شدن بستنی با بدن، چون دمای بستنی کمتر از دمای بدن است، در نتیجه بستنی با گرفتن گرما از بدن با آن هم دما می‌شود و فرایندی گرماگیر($Q > 0$) رخ می‌دهد. در نقطه مقابل، در فرایند هم‌دما شدن شیر گرم با بدن، شیر گرما از دست داده و واکنش انجام‌شده گرماده($Q < 0$) خواهد بود. فرآیند گوارش همه مواد غذایی، فرآیندی گرماده($Q < 0$) است. پس علامت گرما در فرایند هم‌دما شدن و گوارش مواد غذایی برای شیر گرم مشابه و برای بستنی متفاوت می‌باشد.

پ: نمودار مقابل سطح انرژی مواد در حالت فیزیکی متعدد را نشان می‌دهد:



در فرایند ذوب، ماده جامد به مایع و در فرایند تبخیر، ماده مایع به گاز تبدیل می‌شود. تفاوت سطح انرژی یک ماده در حالت گازی و مایع بیشتر از تفاوت سطح انرژی یک ماده در حالت مایع و جامد است، پس گرمای گرفته‌شده برای تبدیل حالت ماده از مایع به جامد کمتر از گرمای لازم برای تبدیل حالت همان ماده از مایع به گاز است. علت این پدیده آن است که در حالت جامد، نیروهای نگهدارنده اجزای سازنده ماده در کنار یکدیگر قوی هستند و در حالت مایع این نیروها ضعیف‌تر هستند، اما در حالت گازی مقدار این نیروها بسیار ناچیز هستند و می‌توان آن‌ها را نادیده گرفت، پس در فرایند ذوب گرما صرف کاهش این نیروها می‌شود اما در فرایند تبخیر، گرما صرف از بین‌رفتن این نیروها می‌شود. توجه داریم که در فرایند فرازش، ماده از حالت جامد به گاز و در تبخیر ماده از حالت مایع به گاز تبدیل می‌شود؛ پس تفاوت سطح انرژی مواد در فرایند فرازش قطعا بیشتر از تبخیر بوده و این فرایند، به گرمای بیشتری برای انجام‌شدن نیاز دارد. تصویر زیر، نمایی از چینش ذرات یک ماده در کنار هم در حالت‌های فیزیکی مختلف را نشان می‌دهد:



ت: گاز متان(CH_4)، نخستین بار از سطح مرداب‌ها جمع‌آوری شده، از این رو به گاز مرداب شهرت دارد و از تجزیه گیاهان توسط باکتری‌های بی‌هوازی در زیر آب تولید می‌شود. متان که ساده‌ترین هیدروکربن است، بخش عمده گاز طبیعی(شهری) را تشکیل می‌دهد. مطابق تصاویر کتاب درسی، این گاز در اجاق گاز با شعله آبی و در سطح مرداب، با شعله زرد-نارنجی می‌سوزد.

گروه آموزشی ماز

۱۵- چند مورد از مطالب زیر در مورد فرایند هابر درست است؟

آ: ΔH مرحله‌ای از آن که فقط به کمک قانون هس قابل محاسبه است، مثبت بوده و با این روش، به طور دقیق بدست می‌آید.

ب: محاسبه تغییر آنتالپی واکنش کلی به کمک آنتالپی پیوند، دقیق‌تر از انجام این فرایند برای هر یک از مراحل آن است.

پ: با ایجاد دما و فشار مناسب و در حضور کاتالیزگر مناسب نیز بازده این واکنش شیمیایی به ۱۰۰ درصد نمی‌رسد.

ت: قدر مطلق تغییر آنتالپی واکنش مرحله دوم از قدر مطلق تغییر آنتالپی واکنش مرحله اول بیش‌تر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

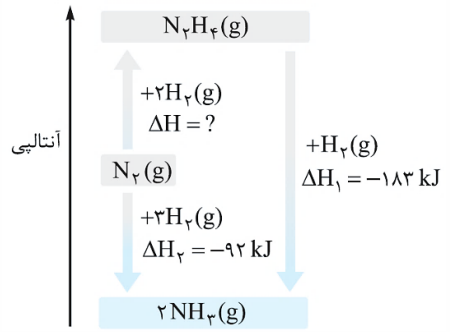
پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

فرایند هابر روشی برای تولید گاز آمونیاک از عناصر سازنده بوده که واکنش کلی آن به صورت زیر است:

$$N_2 + 3H_2(g) \xrightarrow{Fe\ ,\ 200\ atm\ ,\ 450^\circ C} 2NH_3(g)$$

هر چهار عبارت مطرح‌شده درست هستند. نمودار زیر، نمایی از مراحل انجام این واکنش را نشان می‌دهد:



این فرایند در واقع یک فرایند دو مرحله‌ای است. واکنش مرحله اول این فرایند به صورت زیر است:

$$N_2(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2H_4(g)\ ,\Delta H > 0$$

در این مرحله، هیدرازین تولید می‌شود. این مرحله گرماگیر بوده و واکنش‌دهنده‌های آن(نیتروژن و هیدروژن) پایدارتر از هیدرازین هستند. با توجه به ناپایداری هیدرازین، این ماده به سرعت با هیدروژن واکنش داده و به همین علت نمی‌توان ΔH این مرحله را به صورت مستقیم حساب کرد. واکنش مرحله دوم این فرایند به صورت زیر است:

$$N_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)\ ,\Delta H < 0$$

در این مرحله، گاز هیدرازین طی یک واکنش گرماده با هیدروژن، آمونیاک را تولید می‌کند. به علت گرماده بودن این واکنش، می‌توان گفت آمونیاک نسبت به واکنش‌دهنده‌ها(هیدروژن و هیدرازین) پایدارتر است. معادله واکنش کلی این فرایند نیز به صورت زیر است:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)\ ,\Delta H < 0$$

از آن‌جا که مقدار گرمای آزادشده در واکنش مرحلهٔ دوم بیشتر از گرمای مصرف‌شده در واکنش مرحله اول است، پس ΔH واکنش کلی منفی می‌شود.

بررسی موارد:

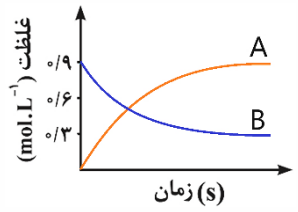
آ: آنتالپی مرحله اول را نمی‌توان به صورت مستقیم حساب کرد و باید به کمک قانون هس مقدار آن را بدست آورد. محاسبه آنتالپی واکنش‌ها به کمک قانون هس دقیق است. اصطلاحاً می‌گویند تغییر آنتالپی یک سامانه به مسیری که آن سامانه پیش می‌رود بستگی ندارد و تنها شرایط ابتدایی و انتهایی سامانه بر آن اثر دارد. در سامانه واکنش‌های شیمیایی نیز آنتالپی واکنش به شرایط واکنش‌دهنده‌ها(ابتدا) و فراورده‌ها(انتها) بستگی دارد.

ب: استفاده از میانگین آنتالپی پیوند برای محاسبه آنتالپی واکنش‌های گازی با مولکول‌ها پیچیده‌تر در مقایسه با داده‌های تجربی، تفاوتی آشکارتر را نشان می‌دهد؛ پس می‌توان گفت هر چه موادی که در واکنش شرکت می‌کنند ساده‌تر باشند، آنتالپی واکنش بدست آمده به کمک آنتالپی پیوند، دقیق‌تر خواهد بود. در معادله هر دو مرحله، هیدرازین دیده می‌شود که ساختاری پیچیده‌تر از آمونیاک دارد؛ پس استفاده از آنتالپی پیوند برای محاسبه تغییر آنتالپی واکنش کلی دقیق‌تر از هر یک از مراحل است.

پ: شرایط بهینه انجام این فرایند، دمای ۴۵۰°C و فشار ۲۰۰ اتمسفر است که در حضور کاتالیزگر(فلز آهن) انجام می‌شود. با توجه به برگشت‌پذیر بودن این واکنش، در این حالت نیز بازده انجام واکنش به ۱۰۰ درصد نخواهد رسید. در این حالت درصد مولی آمونیاک در مخلوط واکنش به تقریب به ۲۸ درصد می‌رسد که معادل بازده حدودا ۴۴ درصد است.

ت: واکنش مرحله اول این فرایند گرماگیر بوده و تغییر آنتالپی آن مثبت است و واکنش دوم این فرایند گرماگیر بوده و تغییر آنتالپی آن منفی می‌باشد. همچنین تغییر آنتالپی واکنش کلی منفی است. با توجه به آن که آنتالپی فرایند کلی(عدد منفی) از جمع آنتالپی دو مرحله(یک عدد منفی و یک عدد مثبت) حاصل می‌شود، قدر مطلق عدد منفی بزرگ‌تر از عدد مثبت بوده است. با توجه به نمودار انرژی-پیشرفت واکنش نیز تفاوت سطح انرژی فراورده‌ها و واکنش‌دهنده‌ها در واکنش مرحله اول کمتر از واکنش مرحله دوم می‌باشد.

۱۶- با توجه به نمودار مقابل که مربوط به انجام یک واکنش شیمیایی در حالت گازی و در سیلندری با پیستون متحرک است، کدام موارد از مطالب زیر درست هستند؟



آ: بازده انجام این واکنش شیمیایی به تقریب برابر با ۶۷ درصد است.

ب: سرعت واکنش در این فرایند با سرعت تولید یا مصرف هیچ ماده‌ای برابر نیست.

پ: اگر علامت تغییر آنتالپی واکنش منفی باشد، با افزایش دما، سرعت آن کاهش می‌یابد.

ت: اضافه کردن مقداری گاز آرگون به ظرف واکنش، سرعت انجام واکنش را افزایش خواهد داد.

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

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

مطابق نمودار مطرح‌شده، معادله واکنش را بدست می‌آوریم. در نمودار، از مصرف ۰/۶ مول B، مقدار ۰/۹ مول A تولید می‌شود. پس سرعت مصرف ماده B، معادل با $\frac{۲}{۳}$ برابر سرعت تولید ماده A است. سرعت انجام یک واکنش معادل سرعت تولید یا مصرف هر یک از مواد شرکت‌کننده در واکنش تقسیم بر ضریب آن ماده در معادله موازنه‌شده آن واکنش است. بر این اساس، داریم:

$$bB \longrightarrow aA \Rightarrow \bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}_A}{a} = \frac{\bar{R}_B}{b}$$

پس داریم:

$$\frac{\bar{R}_A}{a} = \frac{\bar{R}_B}{b} \Rightarrow \frac{b}{a} = \frac{\bar{R}_B}{\bar{R}_A} = \frac{۲}{۳} \Rightarrow \quad b = ۲ \ , \quad a = ۳$$

پس معادله واکنش انجام‌شده به صورت $۲B(g) \longrightarrow ۳A(g)$ است. بر این اساس، عبارت‌های (آ) و (ب) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: انتظار داریم در این واکنش از مصرف ۰/۹ مول B، در نهایت مقدار ۱/۳۵ مول A تولید شود. پس بازده درصدی این واکنش را به دست می‌آوریم:

$$R = \frac{\text{مقدار عملی فراورده}}{\text{مقدار نظری فراورده}} \times ۱۰۰ \Rightarrow R = \frac{۰/۹}{۱/۳۵} \times ۱۰۰ = \frac{۲}{۳} \times ۱۰۰ = \text{درصد } ۶۷$$

ب: برای آن که سرعت تولید یا مصرف یک ماده برابر سرعت واکنش باشد، باید ضریب آن ماده برابر یک شود. در معادله موازنه‌شده این واکنش شیمیایی، ضریب هیچ یک از مواد برابر با یک نبوده و بر همین اساس، سرعت مصرف یا تولید هیچ یک از مواد برابر سرعت واکنش نخواهد بود.

پ: در همه واکنش‌های شیمیایی، افزایش دما انرژی فعال‌سازی واکنش را تامین کرده و سرعت واکنش را افزایش می‌دهد و کاهش دما نیز سرعت آن را کاهش خواهد داد، چه واکنش گرماده باشد و چه واکنش گرماگیر باشد.

ت: از جمله عوامل موثر بر افزایش سرعت واکنش‌های شیمیایی، افزایش فشار است. این عامل تنها بر واکنش‌هایی اثر دارد که حداقل یکی از واکنش‌دهنده‌های موجود در آن‌ها، به حالت گاز باشد. افزایش فشار گاز، موجب کاهش حجم آن گاز شده و غلظت گاز را افزایش خواهد داد و به این صورت موجب افزایش سرعت انجام واکنش مورد نظر می‌شود. اضافه کردن گازهای بی‌اثر به ظرف واکنش مانند گازهای نجیب، فشار کلی گازهای درون ظرف را در ابتدای کار افزایش می‌دهند، اما پس از آن پیستون موجود در سیلندر به سمت بالا حرکت کرده و حجم گاز موجود در سیلندر افزایش پیدا می‌کند. با افزایش حجم، غلظت گاز کمتر شده و سرعت واکنش کاهش می‌یابد.

گروه آموزشی ماز

۱۷- چند مورد از مطالب زیر در مورد گازهای اکسیژن و اوزون درست است؟ ($O = ۱۶ \ g.mol^{-۱}$)

آ: مجموع آنتالپی پیوندها در یک گرم گاز قطبی بیشتر از یک گرم گاز ناقطبی است.

ب: در فرایند تبدیل گاز اکسیژن به گاز اوزون، دمای محیط اطراف واکنش افزایش می‌یابد.

پ: در واکنش‌های سوختن، اگر اوزون جایگزین اکسیژن شود، گرمای کمتری آزاد می‌شود.

ت: در واکنش تولید اوزون از اکسیژن، سرعت تولید گاز اوزون و سرعت مصرف اکسیژن بر حسب $g.min^{-۱}$ برابر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۱ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

ساختار اوزون و اکسیژن به صورت زیر است:

AzmonVIP
www.biomaze.ir

اوزون، یک گاز قطبی بوده و اکسیژن، یک گاز ناقطبی است. در رابطه با این دو ماده، تنها عبارت (ت) درست است.

بررسی موارد:

آ: یک گرم گاز اوزون شامل $\frac{۱}{۴۸}$ مول و یک گرم گاز اکسیژن شامل $\frac{۱}{۳۲}$ از این گاز می‌شود. در یک گرم گاز اکسیژن، مقدار $\frac{۱}{۳۲}$ مول پیوند $O=O$ و در یک گرم گاز اوزون نیز $\frac{۱}{۴۸}$ مول پیوند $O=O$ و $\frac{۱}{۴۸}$ مول پیوند $O-O$ وجود دارد. پس یک گرم گاز اکسیژن نسبت به یک گرم گاز اوزون، $\frac{۱}{۹۶}$ مول پیوند $O=O$ بیشتر و $\frac{۱}{۴۸}$ مول پیوند $O-O$ کمتر دارد. از طرفی آنتالپی پیوند $O=O$ بیش از دو برابر آنتالپی پیوند $O-O$ است. بر این اساس، داریم:

$$\Delta H(O=O) > ۲ \times \Delta H(O-O) \xrightarrow{\times\frac{۱}{۹۶}} \frac{۱}{۹۶}\Delta H(O=O) > \frac{۱}{۴۸} \times \Delta H(O-O)$$

پس مجموع آنتالپی پیوند در یک گرم گاز ناقطبی اکسیژن بیشتر از یک گرم گاز قطبی اوزون است. البته، برای بررسی این عبارت، از یک استدلال ساده‌تر نیز می‌توانستیم استفاده کنیم. در این رابطه، می‌توان گفت فرایند تبدیل یک گرم اوزون به اکسیژن گرماده بوده و مجموع آنتالپی پیوند در فراورده(اکسیژن) بیشتر از واکنش‌دهنده(اوزون) است.

ب: فرایند تبدیل گاز اکسیژن به گاز اوزون به صورت زیر انجام می‌شود:

$$۳O_۲(g) + ۲۸۶kJ \longrightarrow ۲O_۳(g)$$

پس در این واکنش آنتالپی مواد افزایش می‌یابد و واکنشی گرماگیر است. در واکنش‌های گرماگیر، سامانه از محیط گرما می‌گیرد و موجب کاهش دمای محیط می‌شود. همچنین در واکنش‌های گرماده، دمای محیط اطراف واکنش، اغلب افزایش خواهد یافت.

پ: سطح آنتالپی اوزون بیشتر از اکسیژن بوده و بر این اساس، گاز اکسیژن پایدارتر است. همچنین واکنش‌های سوختن گرماده هستند و هر چه سطح انرژی(آنتالپی) واکنش‌دهنده‌های آن‌ها بیشتر باشد، آنتالپی واکنش منفی‌تر شده و گرمای بیشتری آزاد می‌کنند. پس اگر در این واکنش‌ها، سوخت به جای اکسیژن با اوزون واکنش بدهد، گرمای بیشتری آزاد خواهد شد.

ت: در واکنش تولید اوزون از اکسیژن، ضریب اکسیژن ۱/۵ برابر ضریب اوزون است و نسبت سرعت مصرف و یا تولید این دو ماده در مقیاس مول بر زمان نیز به همین صورت خواهد بود. توجه داریم که مطابق قانون پایستگی جرم، جرم اکسیژن مصرف‌شده با جرم اوزون تولیدشده برابر است و با توجه به برابر بودن زمان، سرعت تغییر جرم این دو ماده در واحد زمان، یکسان می‌باشد.

گروه آموزشی ماز

۱۸- مقدار ۲۰۷ گرم گاز بی‌رنگ دی‌نیتروژن تتراکسید را در ظرف دربسته ۲ لیتری گرم می‌کنیم تا به گاز قهوه‌ای‌رنگ تبدیل شود. اگر فاصله زمان برابر شدن جرم دو گاز موجود در ظرف با زمان برابر شدن شمار مول آن‌ها در ظرف، برابر با ۴۵ ثانیه باشد، سرعت متوسط واکنش در این بازه زمانی برابر با چند مول بر لیتر بر ساعت است؟ $(N=۱۴, O=۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) ۳/۷۵ ۲) ۷/۵ ۳) ۱۵ ۴) ۳۰

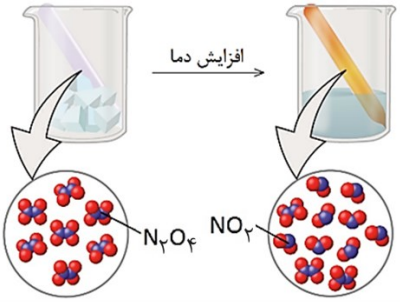
پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مساله ـ ۱۱۰۲)

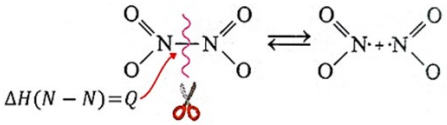
پاسخ تشریحی:

معادله واکنش شیمیایی انجام‌شده به صورت زیر است:

$$N_۲O_۴(g) + Q \longrightarrow ۲NO_۲(g)$$

در تصویر زیر، ظرف سمت چپ محتوی گاز دی‌نیتروژن تتراکسید است. با افزایش دما، انرژی مورد نیاز برای تجزیه مولکول‌های دی‌نیتروژن تتراکسید فراهم شده و این مولکول‌ها مطابق با معادله شیمیایی زیر شکسته می‌شوند:





با توجه به معادله فوق، مقدار Q در معادله این واکنش برابر با $\Delta H(N-N)$ است. از آن جا که رنگ مولکول‌های فراورده این واکنش قهوه‌ای است، با انجام شدن آن، رنگ مخلوط گازی موجود در ظرف به تدریج قهوه‌ای می‌شود. مقدار ۲۰۷ گرم $N_۲O_۴$ معادل ۲/۲۵ مول از این گاز است. با توجه به برابر بودن جرم $N_۲O_۴$ مصرف شده و جرم $NO_۲$ تولیدشده، در لحظه‌ای که جرم هر دو گاز در ظرف واکنش برابر است، نصف $N_۲O_۴$ مصرف‌شده و مقدار آن به ۱/۱۲۵ مول می‌رسد. این لحظه، معادل با لحظه ثانویه در نظر گرفته شده در صورت سوال است. طبق فرض سوال، ۴۵ ثانیه قبل از این لحظه، شمار مول‌های دو گاز در ظرف واکنش با هم برابر بوده است.

www.biomaze.ir
AzmonVIP

جدول زیر را می‌توان برای این واکنش رسم کرد:

ماده	$N_2O_4(g)$	$NO_2(g)$
مقدار اولیه	۲/۲۵	۰
تغییر	$-x$	$+2x$
مقدار نهایی	$2/25 - x$	$2x$

پس در هنگام برابر بودن مقدار مول دو ماده، داریم:

$$2/25 - x = 2x \Longrightarrow 3x = 2/25 \Longrightarrow x = 0/75\ mol$$

بنابراین مقدار N_2O_4 در این زمان برابر ۱/۵ مول بوده است. در واقع، در طول مدت زمان ۴۵ ثانیه شمار مول‌های این ماده از ۱/۵ مول به ۱/۱۲۵ مول رسیده است. حال سرعت مصرف این ماده را که برابر سرعت واکنش است، بدست می‌آوریم:

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}_{N_2O_4}}{1} = \frac{|\Delta n_{N_2O_4}|}{V \times \Delta t} = \frac{|1/125 - 1/5|\ mol}{2\ L \times 45s \times \frac{1\ min}{60\ s} \times \frac{1\ h}{60\ min}} = \frac{0/375 \times 2 \times 60}{3} = 15\ mol.L^{-1}.h^{-1}$$

سرعت متوسط واکنش در این مدت برابر ۱۵ مول بر لیتر بر ساعت است.

گروه آموزشی ماز

۱۹- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

آ: بیشترین ارزش سوختی در میان هیدروکربن‌های مختلف، متعلق به یک گاز ناقطبی پنج اتمی است.

ب: ارزش سوختی پروپن از ارزش سوختی پروپان کمتر و از ارزش سوختی پروپین بیشتر است.

پ: به ازای تولید گرمای برابر از سوختن اتانول و اتان، سوخت سبز مقدار گاز CO_2 کمتری تولید می‌کند.

ت: آنتالپی سوختن سومین عضو خانواده آلکان‌ها منفی‌تر از آنتالپی سوختن سومین عضو خانواده آلکن‌ها است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

عبارت‌های (آ) و (ب) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: به طور کلی هر چه شمار اتم‌های کربن در ساختار یک هیدروکربن کمتر باشد و در واقع هر چه جرم مولی آن هیدروکربن کمتر باشد، ارزش سوختی آن بیشتر خواهد بود. سبک‌ترین هیدروکربن و تنها هیدروکربن یک کربنه، متان است که در ساختار خود ۵ اتم دارد. توجه داریم که متان، از مولکول‌های ناقطبی ساخته شده است.

به مقدار انرژی تولید شده در واکنش سوختن ۱ گرم از یک ماده سوختنی، ارزش سوختی گفته می‌شود. به عنوان 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 رابطه زیر استفاده می‌شود:

$$\text{ارزش سوختی} = \frac{\text{مقدار انرژی آزاد شده بر حسب کیلوژول}}{\text{جرم نمونه‌ی ماده بر حسب گرم}}$$

بین آنتالپی سوختن یک ماده و ارزش سوختی آن رابطهٔ مقابل برقرار است:

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

ب: برای مقایسه ارزش سوختی دو هیدروکربن، ابتدا به شمار اتم‌های کربن موجود در ساختار آن‌ها توجه می‌کنیم. هر ترکیبی که شمار اتم‌های کربن کمتری داشت، ارزش سوختی بیشتری دارد. اگر شمار اتم‌های کربن دو ترکیب برابر باشد، ارزش سوختی هیدروکربنی با شمار اتم‌های هیدروژن بیشتر، بالاتر از ارزش سوختی ماده دیگر است. با توجه به توضیحات داده شده، ارزش سوختی پروپین(C_3H_4) کمتر از ارزش سوختی پروپن(C_3H_6) و آن هم کمتر از ارزش سوختی پروپان(C_3H_8) است. مقایسه ارزش سوختی هیدروکربن‌ها و الکل با تعداد کربن یکسان به صورت زیر است:

الکل > آلکین > آلکن > آلکان

پ: واکنش سوختن این دو ماده به صورت زیر است:

$$C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(l)$$
$$C_2H_6(g) + 3/5O_2(g) \longrightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(l)$$

در این دو واکنش، از سوختن هر مول از این دو ماده، مقدار برابری گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌شود. همچین از سوختن یک مول اتان نسبت به یک مول اتانول، گرمای بیشتری آزاد می‌شود؛ پس برای تولید مقدار برابر گرما از سوختن این دو ماده، مقدار بیشتری اتانول(سوخت سبز) باید بسوزد و به دنبال آن مقدار بیشتری گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌شود. توجه داریم که سوخت سبز، به سوخت‌هایی گفته می‌شود که علاوه بر اتم‌های کربن و هیدروژن، در ساختار خود اتم اکسیژن نیز دارند.

ت: برای مقایسه آنتالپی سوختن دو هیدروکربن، ابتدا به شمار اتم‌های کربن آن دو دقت می‌کنیم. هر چه شمار اتم‌های کربن بیشتر باشد، آنتالپی سوختن آن ماده منفی‌تر است. اگر دو ترکیب تعداد کربن یکسانی داشتند، آنتالپی ترکیبی که شمار اتم‌های هیدروژن بیشتری دارد، منفی‌تر بوده و از سوختن آن گرمای بیشتری آزاد می‌شود. پس آنتالپی سوختن بوتن(سومین عضو خانواده آلکن‌ها با فرمول شیمیایی C_4H_8)، منفی‌تر از آنتالپی سوختن پروپان(C_3H_8) است. مقایسه قدر مطلق آنتالپی سوختن هیدروکربن‌ها و الکل با تعداد کربن یکسان به صورت زیر است:

آلکین > الکل > آلکن > آلکان

گروه آموزشی ماز

۲۰- کدام یک از مطالب درست است؟

۱) تغییر آنتالپی یک واکنش، برابر مقدار انرژی است که سامانه با محیط در دمای ثابت مبادله می‌کند.

۲) علت انجام‌پذیر نبودن واکنش تولید هیدوژن پراکسید از عناصر سازنده، گرماده بودن این واکنش است.

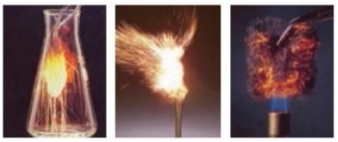
۳) در واکنش تجزیه آب اکسیژنه، با افزودن محلول پتاسیم یدید، سرعت تولید گاز هیدروژن به شدت افزایش می‌یابد.

۴) ریختن گرد آهن روی شعله، همانند گرما دادن به الیاف آهن در حضور اکسیژن خالص، موجب سوختن آهن می‌شود.

پاسخ: گزینه ۴ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

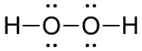
با گرفتن الیاف آهن بر روی شعله آتش، واکنش سوختن آهن اتفاق نمی‌افتد و الیاف آهنی فقط سرخ و برافروخته می‌شوند. برای آن که این الیاف بسوزند، یا باید آن‌ها را در مجاورت اکسیژن خالص قرار بدهیم و یا این که باید آن‌ها را به صورت پودر در بیاوریم و بر روی شعله آتش بپاشیم. تصاویر زیر، به ترتیب از راست به چپ، گداخته شدن الیاف آهن، سوختن گرد آهن و سوختن الیاف آهن در حضور اکسیژن خالص را نشان می‌دهد.



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) تغییر آنتالپی یک واکنش، برابر با اختلاف آنتالپی واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌های موجود در آن واکنش است. برای یک واکنش اغلب به جای تغییر آنتالپی از واژه آنتالپی استفاده می‌شود. تغییر آنتالپی یک واکنش شیمیایی، معادل گرمایی(نه انرژی) است که در دما و فشار ثابت، در اثر انجام آن واکنش میان سامانه و محیط منتقل می‌گردد؛ بر این اساس می‌توان گفت Q_P برابر ΔH واکنش است. مقدار ΔH معادل گرمای مبادله‌شده در واکنش بوده و علامت آن نشان‌دهنده گرماگیر یا گرماده بودن آن واکنش است. در واکنش‌های شیمیایی گرماگیر($\Delta H > 0$) سطح آنتالپی فراورده‌ها بیشتر از واکنش‌دهنده‌ها است؛ در حالی که در واکنش‌های گرماده($\Delta H < 0$) سطح انرژی فراورده‌ها کمتر از واکنش‌دهنده‌ها می‌باشد.

۲) از آن جا که آب پایدارتر از هیدروژن پراکسید است، از واکنش میان گازهای اکسیژن و هیدروژن به طور مستقیم آب حاصل می‌شود و آب اکسیژنه به این صورت تولید نمی‌شود. این قضیه، ارتباطی با گرماده یا گرماگیر بودن فرایند ندارد. ساختار لوویس هیدروژن پراکسید به صورت زیر است:



توجه داریم که آنتالپی تشکیل این ماده از عناصر سازنده آن، گرماده است.

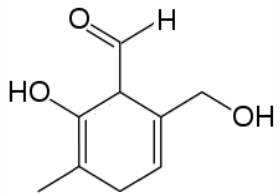
۳) نام تجاری هیدروژن پر اکسید، آب اکسیژنه است. واکنش تجزیه این ماده گرماده بوده($\Delta H < 0$) و به صورت زیر انجام می‌شود:

$$2H_2O_2(aq) \xrightarrow{KI(aq)} 2H_2O(l) + O_2(g)$$

محلول آب اکسیژنه در دمای اتاق به کندی تجزیه شده و گاز اکسیژن تولید می‌کند، درحالی که افزودن دو قطره از محلول پتاسیم یدید(KI) به عنوان کاتالیزگر، سرعت واکنش را به طور چشمگیری افزایش می‌دهد. در واقع کاتالیزگر این واکنش یون یدید(I^-) است.

گروه آموزشی ماز

۲۱- چند از مطالب زیر در مورد ترکیب مقابل درست است؟



آ: شمار جفت الکترون‌های پیوندی در این ترکیب برابر ۲۶ است.

ب: برای سوختن کامل یک مول از آن به ۸ مول گاز اکسیژن نیاز است.

پ: شمار پیوندهای $C-H$ در آن، ۱/۶۷ برابر شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی است.

ت: نسبت شمار اتم‌های هیدروژن به شمار اتم‌های کربن در ساختار آن به تقریب برابر ۱/۶ است.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

www.biomaze.ir
AzmonVIP

پاسخ: گزینه ۲ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

ابتدا فرمول شیمیایی ترکیب آلی مورد نظر را مشخص می‌کنیم. برای مشخص کردن فرمول شیمیایی ترکیب‌های آلی($C_nH_mO_xN_yX_z$ که در آن X معادل با تعداد اتم‌های هالوژن است) با استفاده از ساختار آن، ابتدا شمار اتم‌های کربن، اکسیژن و نیتروژن را می‌شماریم. سپس به کمک فرمول زیر شمار اتم‌های هیدروژن را مشخص می‌کنیم:

$$m = ۲n + ۲ + y - \left[۲ \times \left(\text{تعداد حلقه} + \text{تعداد پیوند دوگانه}\right) + ۴ \times \text{تعداد پیوند سه‌گانه}\right] - z$$

در ساختار این ترکیب، ۹ اتم کربن، یک حلقه و ۳ پیوند دوگانه وجود دارد؛ پس شمار اتم‌های هیدروژن را حساب می‌کنیم:

$$m = ۲ \times ۹ + ۲ - ۲(۱ + ۳) = ۱۲$$

پس فرمول شیمیایی این ترکیب به صورت $C_۹H_{۱۲}O_۳$ است. در رابطه با این ماده، تنها عبارت (پ) درست است.

بررسی موارد:

آ: برای مشخص کردن شمار پیوندهای اشتراکی موجود در ساختار ترکیب آلی $C_nH_mO_xN_yX_z$ از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{شمار پیوندهای اشتراکی} = \frac{۴n + m + ۲x + ۳y + z}{۲}$$

در این فرمول، در واقع مجموع شمار الکترون‌های شرکت‌کننده در تشکیل پیوندهای کووالانسی در هر اتم را با یکدیگر جمع کرده و بر دو تقسیم می‌کنیم، چراکه هر پیوند کووالانسی از به اشتراک گذاشتن دو الکترون پیوندی به وجود می‌آید. شمار جفت الکترون‌های پیوندی در این ترکیب برابر است با:

$$A = \frac{۴ \times ۹ + ۱۲ + ۲ \times ۳}{۲} = ۲۷$$

توجه داریم که در ساختار ترکیب داده شده، ۲ گروه عاملی الکلی و یک گروه عاملی آلدهیدی وجود دارد.

ب: واکنش کلی سوختن ترکیب‌های آلی اکسیژن‌دار به صورت زیر است:

$$C_nH_mO_x + \frac{۴n + m - ۲x}{۴}O_۲ \longrightarrow nCO_۲ + \frac{m}{۲}H_۲O$$

پس در سوختن یک مول از این ترکیب، $\frac{۴ \times ۹ + ۱۲ - ۲ \times ۳}{۴} = ۷/۵$ مول اکسیژن مصرف می‌شود.

پ: شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی را از طریق جمع کردن شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی موجود بر هر اتم مشخص می‌کنیم:

$$\text{شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی} = ۲x + y + ۳z$$

در این فرمول x تعداد اتم اکسیژن، y تعداد اتم نیتروژن و z تعداد اتم هالوژن است. با توجه به توضیحات داده شده، در ساختار این ترکیب ۶ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد. توجه داریم که در ساختار این ماده ۱۲ اتم هیدروژن وجود دارد. دو اتم موجود در گروه‌های الکلی به اکسیژن متصل هستند، پس ۱۰ اتم هیدروژن دیگر به اتم کربن متصل هستند. بر این اساس، ۱۰ پیوند $C - H$ در این مولکول دیده می‌شود. پس نسبت خواسته‌شده برابر $\frac{۱۰}{۶} = ۱/۶۷$ است.

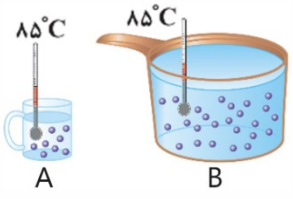
ت: فرمول شیمیایی ترکیب مورد نظر به صورت $C_۹H_{۱۲}O_۳$ است.

بنابراین، نسبت مطرح‌شده در این ترکیب برابر است با:

$$A = \frac{۱۲}{۹} = \frac{۴}{۳} = ۱/۳۳$$

گروه آموزشی ماز

۲۲- با توجه به شکل مقابل، چند مورد از مطالب زیر درست است؟



آ: میانگین تندی حرکت ذرات آب در دو ظرف برابر است.

ب: گرمای ویژه این دو نمونه آب برابر بوده و بیشتر از گرمای ویژه روغن زیتون است.

پ: آنتالپی ۱۰ گرم از آب هر دو ظرف در دما و فشار معین، با هم برابر است.

ت: اگر در هر ظرف، یک گلوله آهنی داغ با دمای ۲۰۰°C قرار دهیم، دمای گلوله در ظرف A بیشتر کاهش می‌یابد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

عبارت‌های (آ)، (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: دمای یک ماده، معیاری برای توصیف میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره‌های سازنده آن ماده است و هرچه دمای یک ماده بیشتر باشد، این دو میانگین نیز بیشتر خواهد بود. با توجه به هم‌دما بودن دو نمونه آب، میانگین تندی ذرات آب هر دو ظرف با یکدیگر برابر هستند و این مقایسه ارتباطی با جرم آب موجود در این دو ظرف نخواهد داشت.

ب: ظرفیت گرمایی (C) یک ماده، مقدار گرمایی است که در دما و فشار مشخص به آن ماده داده می‌شود تا دمای آن به اندازه $1^\circ C$ بالا رود. همچنین ظرفیت گرمایی ویژه یا گرمای ویژه (c) یک ماده، مقدار گرمایی است که به یک گرم از ماده در دما و فشار مشخص داده می‌شود، تا دمای آن $1^\circ C$ افزایش یابد. پس گرمای ویژه، به نوع، فشار و دمای ماده بستگی داشته اما به جرم بستگی ندارد. ظرفیت گرمایی به هر چهار پارامتر یادشده وابسته است.

شاخص دمایی	واحد	وابستگی به نوع ماده	وابستگی به جرم ماده	وابستگی به دما و فشار
گرمای ویژه	$J.g^{-1}.K^{-1}$	دارد	ندارد	دارد
ظرفیت گرمایی	$J.K^{-1}$	دارد	دارد	دارد

توجه داریم که آب، گرمای ویژه بسیار بالایی داشته و گرمای ویژه روغن زیتون در مقایسه با آن کمتر است.

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 $25^\circ C$ و گرمای ویژهٔ $4\ J\cdot g^{-1}\cdot{}^\circ C^{-1}$ و ۲۰۰ گرم روغن زیتون با دمای $25^\circ C$ و گرمای ویژهٔ $1/97\ J\cdot g^{-1}\cdot{}^\circ C^{-1}$ را در دو ظرف جداگانه بریزیم، برای رساندن دمای نمونه‌های آب و روغن زیتون به $75^\circ C$، به ترتیب به ۴۱۸۰۰ و ۱۹۷۰۰ ژول گرما نیاز داریم.

پ: آنتالپی یک ماده یا سامانه، هم‌ارز با مجموع انرژی جنبشی(انرژی گرمایی) و پتانسیل آن(کل انرژی) سامانه است که نماد آن حرف H می‌باشد و در دما و فشار معین، مقدار مشخصی دارد. پس ۱۰ گرم از این دو نمونه آب که دمای یکسانی نیز دارند، آنتالپی یکسانی دارند. انرژی گرمایی معادل مجموع انرژی جنبشی ذره‌های سازنده یک ماده است. این انرژی علاوه بر دما، به جرم ماده بستگی دارد. هر چه دما و جرم ماده بیشتر باشد، انرژی گرمایی آن ماده بیشتر است. هم جرم و هم دمای دو نمونه آب برابر است، پس انرژی گرمایی این دو ماده مساوی می‌باشد.

ت: به علت جرم بیشتر آب در ظرف B، ظرفیت گرمایی آب این ظرف بیشتر از آب ظرف A است. در فرایند تعادل گرمایی، گرمای جذب‌شده توسط جسم سرد برابر گرمای از دست‌رفته توسط جسم گرم می‌باشد. بر این اساس، داریم:

$$\left|C_{\text{آب}}\Delta\theta_{\text{آب}}\right| = \left|C_{\text{آهن}}\Delta\theta_{\text{آهن}}\right| \Rightarrow \frac{\left|\Delta\theta_{\text{آهن}}\right|}{\left|\Delta\theta_{\text{آب}}\right|} = \frac{C_{\text{آب}}}{C_{\text{آهن}}}$$

بر اساس معادله بالا، در ظرف B که ظرفیت گرمایی آب بیشتر است، تغییر دمای آهن بیشتر و تغییر دمای آب کمتر می‌باشد.

گروه آموزشی ماز

۲۳- کدام موارد از مطالب زیر در مورد واکنش گرماده تبدیل گوگرد دی‌اکسید به گوگرد تری‌اکسید، درست است؟

آ: فراورده این واکنش، عامل ایجاد باران اسیدی بود و مدل فضاپرکن آن مشابه مولکول آمونیاک است.

ب: نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به ناپیوندی در تمام مواد موجود در واکنش برابر است.

پ: با انجام این واکنش، همانند واکنش میان گازهای NO و CO، پایداری مواد کاهش خواهد یافت.

ت: پیوند اشتراکی که در این فرایند می‌شکند، از پیوند کووالانسی که تشکیل می‌شود، قوی‌تر است.

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

پاسخ: گزینه ۴ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

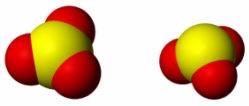
یکی از آلاینده‌های هوا، گاز گوگرد تری‌اکسید است که باعث تولید سولفوریک اسید در واکنش با قطرات آب و در نتیجه باران اسیدی می‌شود. این گاز از واکنش میان گاز اکسیژن و گاز گوگرد دی‌اکسید که از صنایع به عنوان آلاینده خارج می‌شود، در هوا تولید می‌گردد. واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

$$2SO_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2SO_3(g) + Q$$

در رابطه با این واکنش شیمیایی، عبارت‌های (ب) و (ت) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: در ساختار گوگرد تری‌اکسید، بر روی اتم گوگرد هیچ جفت الکترون ناپیوندی وجود ندارد اما در ساختار آمونیاک بر روی اتم نیتروژن یک جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد؛ پس مدل فضاپرکن این دو ماده متفاوت خواهد بود. تصویر زیر، ساختار این دو ماده را نشان می‌دهد:

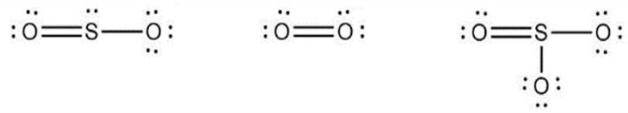


آمونیاک گوگرد تری‌اکسید

همانطور که مشخص است، گوگرد تری‌اکسید ساختار مسطح دارد درحالی که ساختار آمونیاک برامده است.

در مناطق صنعتی، مقداری از گازهای گوگرد تری‌اکسید و اکسیدهای نیتروژن در آب باران حل شده و سولفوریک اسید و نیتریک اسید در این آب‌ها تولید می‌شوند. به خاطر وجود این مواد، آب باران در مناطق صنعتی خاصیت اسیدی پیدا کرده و pH آن کم‌تر از ۷ است. در نقطه مقابل، در آب باران‌های معمولی نیز مقداری گاز کربن دی‌اکسید حل شده و کربنیک اسید را به وجود می‌آورد. به خاطر وجود این ماده، آب باران‌های معمولی نیز خاصیت اسیدی پیدا می‌کند اما میزان اسیدی‌بودن آن از میزان اسیدی‌بودن باران‌های اسیدی کم‌تر خواهد بود.

ب: ساختار لوویس مواد شرکت‌کننده در این واکنش به صورت زیر است:



نسبت شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی به شمار جفت الکترون‌های پیوندی در ساختار هر سه ماده بالا برابر ۲ است.

پ: واکنش میان گازهای CO و NO که در اگزوز خودروها رخ می‌دهد، به صورت زیر انجام می‌شود:

$$۲CO(g) + ۲NO(g) \rightarrow ۲CO_۲(g) + N_۲(g) + Q$$

هدف از انجام این واکنش تولید گازهای پایدارتر و با آلایندگی کمتر است. به طور کلی در واکنش‌های گرماده، با کاهش سطح انرژی مواد، تمایل به انجام واکنش آن‌ها کم می‌شود؛ پس پایداری فراورده‌ها بیشتر از واکنش‌دهنده‌ها است. جدول زیر اطلاعاتی را در مورد واکنش‌های گرماده و گرماگیر ارائه می‌دهد:

	واکنش‌های گرماگیر	واکنش‌های گرماده
وضعیت گرما	جذب گرما	آزاد کردن گرما
جهت قرارگیری گرما	سمت واکنش‌دهنده‌ها $A + \underbrace{Q}_{\text{گرما}} \rightarrow B$	سمت فراورده‌ها $\boldsymbol{A \rightarrow B + \underbrace{Q}_{\text{گرما}}}$
علامت گرما (Q)	$Q > ۰$	$\boldsymbol{Q < 0}$
علامت آنتالپی (ΔH)	$\Delta H > ۰$	$\boldsymbol{\Delta H < 0}$
سطح انرژی	واکنش‌دهنده‌ها < فراورده‌ها	واکنش‌دهنده‌ها > فراورده‌ها
پایداری	واکنش‌دهنده‌ها < فراورده‌ها	واکنش‌دهنده‌ها > فراورده‌ها
فعالیت شیمیایی	واکنش‌دهنده‌ها < فراورده‌ها	واکنش‌دهنده‌ها > فراورده‌ها
دمای محیط	کاهش	افزایش

ت: با توجه به گرماده بودن این واکنش، آنتالپی پیوندهایی که تشکیل می‌شوند(۲ مورد پیوندهای اشتراکی $S - O$) از آنتالپی پیوندهایی که می‌شکنند(پیوندهای اشتراکی $O = O$)، بیشتر هستند. توجه داریم که در این واکنش یک پیوند اکسیژن-اکسیژن دوگانه شکسته شده و دو پیوند اکسیژن-اکسیژن یگانه شکسته می‌شود و آنتالپی پیوند اکسیژن-اکسیژن دوگانه بیشتر است.

آنتالپی واکنش‌های گازی را پس از حذف پیوندهای مشابه در فراورده‌ها و واکنش‌دهنده‌ها، به صورت زیر نیز می‌توان محاسبه کرد:

$$\Delta H \text{ واکنش} = \left[\text{مجموع آنتالپی پیوندهای شکسته‌شده}\right] - \left[\text{مجموع آنتالپی پیوندهای تشکیل‌شده}\right]$$

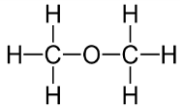
۲۴- در واکنش تولید ساده‌ترین ترکیب اتری از متانول، آب نیز تولید می‌شود. اگر در این واکنش با مصرف یک کیلوژول گرما، تفاوت جرم دو فراورده تولیدشده برابر با ۳/۵ گرم باشد، آنتالپی سوختن این اتر چند کیلوژول بر مول است؟ (آنتالپی سوختن متانول برابر با $-۷۲۶ \boldsymbol{kJ.mol^{-۱}}$ است.)
$(H = ۱, C = ۱۲, O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$

۱) -۱۴۴۴ ۲) -۱۴۶۰ ۳) -۷۳۴ ۴) -۷۱۸

پاسخ: گزینه ۲ (متوسط ـ مساله ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی

ساده‌ترین ترکیب اتری، معادل با دی‌متیل اتر بوده که ساختار آن به صورت زیر است:



طبق اطلاعات سوال، این ترکیب از واکنش زیر حاصل می‌شود:

$$۲CH_۳OH \longrightarrow CH_۳OCH_۳ + H_۲O$$

در این واکنش به ازای مصرف دو مول متانول، ۴۶ گرم اتر و ۱۸ گرم آب تولید می‌شود، پس به ازای مصرف دو مول متانول، تفاوت جرم دو فراورده تولید شده برابر با ۲۸ گرم خواهد بود. بر این اساس، مقدار آنتالپی واکنش بالا را بدست می‌آوریم:

$$?\,kJ \text{ گرما} = ۲\ mol\ CH_۳OH \times \frac{۲۸\ g \text{ تفاوت جرم فراورده‌ها}}{۲\ mol\ CH_۳OH} \times \frac{۱\ kJ \text{ گرما}}{۳/۵\ g \text{ تفاوت جرم فراورده‌ها}} = ۸\ kJ$$

با توجه به مصرف‌شدن گرما در این واکنش، تغییر آنتالپی واکنش برابر با $+۸\ kJ$ است.

www.biomaze.ir
AzmonVIP

یکی از استفاده‌هایی که می‌توان از قانون هس کرد، استفاده از آنتالپی سوختن‌های فراورده‌ها و واکنش‌دهنده‌ها برای محاسبه آنتالپی واکنش است:

ΔH واکنش = [مجموع آنتالپی سوختن مواد فراورده] − [مجموع آنتالپی سوختن مواد واکنش‌دهنده]

در واقع در این حالت، در نظر می‌گیریم که تمام واکنش‌دهنده‌ها می‌سوزند و به کربن دی‌اکسید و آب تبدیل می‌شوند. پس از آن تمام فراورده‌ها از این کربن دی‌اکسید و آب مطابق واکنش معکوس سوختن، تشکیل می‌شوند.

توجه: اکسیژن، آب و کربن دی‌اکسید از آن‌جا که نمی‌سوزند، در این فرمول قرار نمی‌گیرند.

حال آنتالپی سوختن این اتر را محاسبه می‌کنیم:

$$\Delta H \text{ واکنش} = [\text{۲} \times \text{آنتالپی سوختن متانول}] - [\text{آنتالپی سوختن اتر}] \Rightarrow ۸ = ۲(-۷۲۶) - x \Rightarrow x = -۱۴۶۰\ kJ$$

پس آنتالپی سوختن این ترکیب برابر ۱۴۶۰- کیلوژول بر مول است.

گروه آموزشی ماز

۲۵- کدام موارد از مطالب زیر درست هستند؟

آ: از انحلال کلسیم کلرید در آب برای سرد کردن محل آسیب‌دیدگی ورزشکاران استفاده می‌شود.

ب: اگر به جای فلز روی در واکنش با محلول مس(II) سولفات، از آهن استفاده شود، رنگ محلول نهایی تغییر می‌کند.

پ: کلسترول، یک الکل با سه حلقه شش کربنه بوده و در واکنش با یک مولکول هیدروژن، به طور کامل سیر می‌شود.

ت: طی واکنش گاز هیدروژن با ید جامد، مجموع انرژی جنبشی ذرات سازنده محیط پیرامون سامانه واکنش افزایش می‌یابد.

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

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی

عبارت‌های (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد

آ: انحلال نمک‌های کلسیم کلرید و لیتیم سولفات و گازها در آب، گرماده بوده و با آزادکردن گرما همراه هستند؛ به گونه‌ای که از انحلال نمک کلسیم کلرید در آب در ساخت کیسه گرم‌کننده مورد استفاده در آسیب‌های ورزشی استفاده می‌شود. توجه داریم که نمودار انحلال‌پذیری-دما برای این مواد نزولی است. معادله فرایند انحلال کلسیم کلرید در آب به صورت زیر است:

$$CaCl_2(s) \xrightarrow{\text{انحلال در آب}} Ca^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq) \quad . \quad \Delta H = -۸۳\ kJ.mol^{-1}$$

انحلال سایر ترکیب‌های یونی مطرح‌شده در کتاب درسی گرماگیر هستند و نمودار انحلال‌پذیری-دما برای آن‌ها صعودی است. برای تولید کیسه سردکننده نیز از انحلال نمک آمونیوم نیترات در آب استفاده می‌شود که دمای محلول و محیط را کاهش می‌دهد. معادله فرایند انحلال آمونیوم نیترات در آب نیز به صورت زیر است:

$$NH_4NO_3(s) \xrightarrow{\text{انحلال در آب}} NO_3^-(aq) + NH_4^+(aq) \ . \Delta H = +۲۶\ kJ \cdot mol^{-1}$$

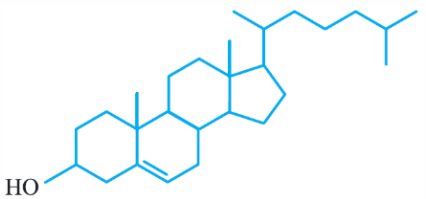
ب: فلز روی در واکنش با محلول آبی‌رنگ مس(II) سولفات، یون مس(II) را از این محلول خارج می‌کند و محلول روی سولفات و فلز مس تولید می‌کند. محلول‌های حاوی کاتیون روی بی‌رنگ هستند. معادله واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

$$CuSO_4(aq) + Zn(s) \longrightarrow ZnSO_4(aq) + Cu(s)$$

واکنش‌پذیری آهن از مس بیشتر بوده و این فلز نیز در واکنش با محلول آبی‌رنگ مس(II) سولفات، محلول سبزرنگ آهن(II) سولفات و فلز مس را تولید خواهد کرد. محلول‌های حاوی کاتیون آهن(II) سبز رنگ و محلول‌های حاوی کاتیون آهن(III) نیز زردرنگ هستند. واکنش بین فلز آهن و محلول مورد نظر به صورت زیر انجام می‌شود:

$$CuSO_4(aq) + Fe(s) \longrightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s)$$

پ: کلسترول یکی از مواد آلی موجود در غذاهای جانوری است که مقدار اضافی مصرف‌شده آن در دیواره رگ‌ها رسوب می‌کند و این فرایند منجر به گرفتگی رگ‌ها و در نهایت سکته قلبی می‌شود. ساختار این ماده به صورت زیر است:



همانطور که در ساختار این ماده مشخص است، این ترکیب آلی حاوی گروه هیدروکسیل($-OH$) بوده و نوعی الکل می‌باشد. به دلیل وجود یک پیوند دوگانه در ساختار کلسترول، این ماده سیرنشده است و تنها در واکنش با یک مولکول هیدروژن سیرشده خواهد شد. همچنین در ساختار این ماده ۳ حلقه ۶ کربنی و یک حلقه ۵ کربنی وجود دارد که هیچ کدام آروماتیک نیستند.

ت: واکنش ید جامد با گاز هیدروژن واکنشی گرماگیر است که به تولید گاز هیدروژن یدید منتهی می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت با انجام این واکنش گرما از محیط به سامانه واکنش منتقل می‌شود. با انتقال گرما از محیط به سامانه، انرژی گرمایی محیط پیرامون واکنش کاهش خواهد یافت. انرژی گرمایی معادل مجموع انرژی جنبشی ذرات سازنده یک ماده است.

گروه آموزشی ماز

۲۶- کدام یک از مطالب زیر در مورد واکنش محلول هیدروکلریک اسید و کلسیم کربنات نادرست است؟

۱) با افزایش غلظت یون کلسیم در محلول واکنش، سرعت تولید گاز کاهش می‌یابد.
۲) غلظت یون کلرید در محلول واکنش از ابتدا تا انتهای واکنش، به تقریب ثابت است.
۳) سرعت متوسط تولید سه ماده شرکت‌کننده در واکنش را می‌توان به صورت مول بر لیتر بر دقیقه گزارش کرد.
۴) شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی در ترکیب گازی حاصل از این فرایند، نصف شمار این الکترون‌ها در یون کربنات است.

پاسخ: گزینه ۳ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

واکنش انجام‌شده به صورت زیر است:

$$CaCO_3(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow CaCl_2(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$$

یکای مول بر لیتر بر زمان، برای بیان سرعت متوسط تولید یا مصرف یک ماده تنها در فاز گاز و محلول کاربرد دارد. از مقیاس‌های حاوی غلظت، برای بیان سرعت متوسط تولید و یا مصرف مواد جامد و مایع خالص استفاده نمی‌شود. در این واکنش، آب در حالت مایع است و برای بیان سرعت تولید این ماده، نمی‌توان از یکای مورد نظر استفاده کرد.

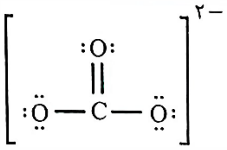
بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) کلسیم در ابتدا در محلول حضور ندارد و با انجام واکنش شیمیایی، به تدریج وارد محلول شده و به مرور زمان غلظت آن افزایش می‌یابد. همچنین به مرور زمان و با مصرف‌شدن اسید، غلظت اسید در محلول کاهش یافته و سرعت واکنش و در نتیجه سرعت تولید گاز کم می‌شود.

۲) هیدروکلریک اسید، اسیدی قوی بوده و غلظت یون کلرید در آن برابر غلظت اسید است. در این واکنش، رسوب حاوی یون کلرید یا ترکیبی حاوی اتم کلر تولید نمی‌شود، پس مقدار این یون در حین واکنش تغییری نمی‌کند. یون کلرید در این واکنش شرکت نمی‌کند و در انتها در محلول حضور دارد.

۴) یون کربنات، از جمله یون‌های چنداتمی به شمار می‌رود.

ساختار لوویس یون کربنات به صورت زیر است:



در ساختار این یون ۸ جفت الکترون ناپیوندی و در ساختار کربن دی‌اکسید، ۴ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد.

گروه آموزشی ماز

۲۷- چند مورد از مطالب زیر درست هستند؟

آ: در دما و فشار اتاق، آنتالپی یک مول چربی از آنتالپی یک مول روغن کمتر است.
ب: میانگین آنتالپی پیوندهای میان اتم‌های کربن در بنزن، از این مقدار در نفتالن بیشتر است.
پ: در میان چند ایزومر، ماده‌ای که مجموع آنتالپی پیوندها در آن بیشتر باشد، پایدارتر خواهد بود.
ت: اگر در واکنشی گرماگیر از کربن، به جای گرافیت از الماس استفاده شود، گرمای واکنش افزایش می‌یابد.
ث: اگر در واکنش گرماده $C_2H_4(g) + H_2O(g) \longrightarrow C_2H_5OH(l)$، بخار اتانول تولید شود، ΔH منفی‌تر می‌شود.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۵

پاسخ: گزینه ۲ (سخت ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

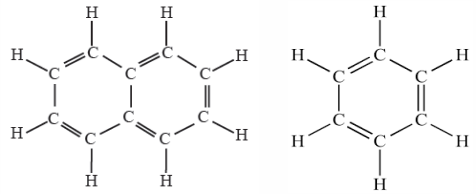
عبارت‌های (آ)، (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی موارد:

آ: روغن و چربی دو ترکیب آلی سیرنشده هستند که به دلیل تفاوت در ساختار، خواص فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارند. تفاوت این دو ماده در تعداد پیوندهای دوگانه است. تعداد پیوندهای $C=C$ در ساختار روغن بیشتر از این پیوندها در ساختار چربی است و موجب دو ویژگی فیزیکی و شیمیایی متفاوت می‌شود. اول آن که نقطه ذوب روغن پایین‌تر از چربی بوده و در دمای اتاق روغن به صورت مایع و چربی به صورت جامد دیده می‌شود، پس تعداد حرکات

نامنظم ذرات در روغن بیشتر از چربی است. دوم آن که روغن واکنش‌پذیری بیشتری نسبت به چربی دارد. پس چربی از روغن پایدارتر است. هم واکنش‌پذیری و هم انرژی جنبشی ذرات روغن بیشتر از چربی است، پس آنتالپی آن در شرایط یکسان از چربی بیشتر خواهد بود.

ب: باتوجه به شکل‌های زیر، در هر مولکول بنزن ۳ پیوند دوگانه $C=C$ و ۳ پیوند یگانه $C-C$ وجود دارد، اما در ساختار نفتالن، ۵ پیوند دوگانه $C=C$ و ۶ پیوند یگانه $C-C$ دیده می‌شود. بر این اساس، می‌توان گفت نسبت شمار پیوندهای $C=C$ به شمار پیوندهای $C-C$ در بنزن بیشتر بوده و به همین جهت، میانگین آنتالپی پیوند میان اتم‌های کربن در این ماده بیشتر است. ساختار این دو ماده به صورت زیر است:

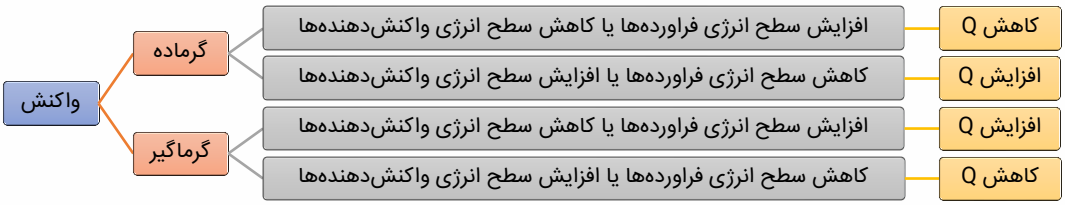


بنزن　　نفتالن

پ: هر چه آنتالپی پیوندهای میان اتم‌های یک ماده بیشتر باشد، اتم‌های سازنده آن ماده پیوندهای قوی‌تری دارند و شکستن آن‌ها سخت‌تر است؛ به همین علت در واکنش‌های گرمایی شرکت می‌کند و پایدارتر است.

موادی که دارای فرمول مولکولی یکسان و فرمول ساختاری متفاوت هستند، ایزومر(همپار) نامیده می‌شوند. برای مثال ۲-هگزن و سیکلوهگزان ایزومر یکدیگر هستند. فرمول مولکولی هر دو ماده به صورت C_6H_{12} است؛ ولی این دو ماده ساختار کاملا متفاوتی با یکدیگر دارند، به طوری که در ساختار ۲-هگزن پیوند دوگانه $C=C$ یافت می‌شود درحالی که سیکلوهگزان یک آلکان حلقوی است. ایزومرها، فرمول مولکولی یکسانی دارند، در نتیجه جرم مولی، درصد جرمی یک عنصر در مولکول آن‌ها، شمار پیوندهای اشتراکی(جفت الکترون‌ها پیوندی) و شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی یکسانی دارند. چون ساختار ایزومرها متفاوت است، سطح آنتالپی، چگالی و ممکن است نیروی بین‌مولکولی متفاوتی داشته باشند. اتم‌های سازنده ایزومرها یکسان هستند و به صورت مجزا آنتالپی یکسانی دارند. به هنگام تشکیل مولکول‌ها و با ایجاد پیوند بین اتم‌ها، آنتالپی آن‌ها کاهش می‌یابد. در این حالت به هنگام تولید ماده‌ای که آنتالپی پیوندهای بیشتری دارد، گرمای بیش‌تری آزادشده و آنتالپی نهایی ماده کمتر خواهد بود. هر چه آنتالپی یک ماده کمتر باشد، واکنش‌پذیری آن کمتر و پایدارتر است.

ت: برای بررسی و مقایسه مقدار گرمای مبادله‌شده در یک واکنش شیمیایی، از نمودار زیر نیز می‌توان استفاده کرد:



گرافیت و الماس دو آلوتروپ(دگرشکل) کربن هستند. آنتالپی الماس بیشتر از گرافیت بوده و گرافیت پایدارتر است. بر این اساس، اگر الماس را در یک واکنش جایگزین گرافیت کنیم، سطح انرژی کربن افزایش می‌یابد. در واکنش‌های گرماگیر اگر سطح انرژی واکنش‌دهنده افزایش یابد، گرمای واکنش کاهش می‌یابد.

ث: در یک واکنش گرماده، با افزایش سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها یا کاهش سطح انرژی فراورده‌ها، میزان گرمای مبادله‌شده افزایش می‌یابد. همچنین در یک واکنش گرماگیر، با کاهش سطح انرژی واکنش‌دهنده‌ها یا افزایش سطح انرژی فراورده‌ها، میزان گرمای مبادله‌شده افزایش می‌یابد. به طور کلی با افزایش آنتالپی فراورده‌ها، آنتالپی واکنش مثبت‌تر و با افزایش آنتالپی واکنش‌دهنده‌ها، آنتالپی واکنش منفی‌تر می‌شود. توجه داریم که سطح انرژی ماده در حالت گاز بیشتر از حالت مایع است. با افزایش سطح انرژی فراورده، آنتالپی واکنش مثبت‌تر می‌شود. واکنش مورد نظر گرماده است و این تغییر با کاهش مقدار آنتالپی و در نتیجه کاهش مقدار گرمای مبادله‌شده همراه است.

گروه آموزشی ماز

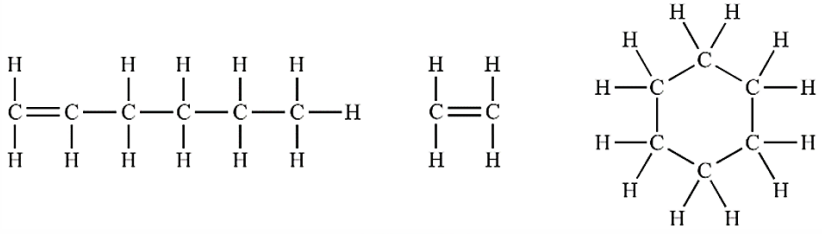
۲۸- اگر مجموع آنتالپی پیوندها در یک گرم ۱-هگزن و اتن به ترتیب برابر ۸۴ و ۸۰ کیلوژول باشد، ارزش سوختی ۱-هگزن گازی به اندازه ..... کیلوژول بر گرم ..... از سیکلوهگزان گازی است. ($H=1, C=12: g.mol^{-1}$)

۱) ۲ ـ کمتر　　۲) ۲ ـ بیشتر　　۳) ۳ ـ کمتر　　۴) ۳ ـ بیشتر

پاسخ: گزینه ۲　　(سخت ـ مساله ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

ساختار ۱-هگزن، اتن و سیکلوهگزان به صورت زیر است:



www.biomaze.ir
AzmonVIP

تفاوت پیوندهای موجود در یک مول اتن و ۱-هگزن، ۴ مول پیوند $C-C$ و ۸ مول پیوند $C-H$ است. پس با محاسبه اختلاف مجموع آنتالپی پیوند این دو ماده، مجموع آنتالپی پیوندهای ذکرشده به دست می‌آید:

$$\text{مجموع آنتالپی پیوند در اتن: } ?\ kJ \text{ گرما} = ۱\ mol\ C_۲H_۴ \times \frac{۲۸\ g\ C_۲H_۴}{۱\ mol\ C_۲H_۴} \times \frac{۸۰\ kJ \text{ گرما}}{۱\ g\ C_۲H_۴} = ۲۲۴۰\ kJ$$

$$\text{مجموع آنتالپی پیوند در هگزن: } ?\ kJ \text{ گرما} = ۱\ mol\ C_۶H_{۱۲} \times \frac{۸۴\ g\ C_۶H_{۱۲}}{۱\ mol\ C_۶H_{۱۲}} \times \frac{۸۴\ kJ \text{ گرما}}{۱\ g\ C_۶H_{۱۲}} = ۷۰۵۶\ kJ$$

$$۴\Delta H(C-C) + ۸\Delta H(C-H) = ۷۰۵۶ - ۲۲۴۰ = ۴۸۱۶\ kJ$$

حال به کمک عدد به دست‌آمده، مجموع آنتالپی پیوندهای موجود در سیکلوهگزان(۶ پیوند $C-C$ و ۱۲ پیوند $C-H$) را حساب می‌کنیم:

$$۴(\Delta H(C-C) + ۲\Delta H(C-H)) = ۴۸۱۶\ kJ \Longrightarrow ۶(\Delta H(C-C) + ۲\Delta H(C-H)) = ۷۲۲۴\ kJ$$

با توجه به تفاوت در آنتالپی پیوندها، آنتالپی واکنش تبدیل ۱-هگزن گازی به سیکلوهگزان گازی برابر ۱۶۸- کیلوژول است. بنابراین تفاوت آنتالپی سوختن سیکلوهگزان و ۱-هگزن با توجه به واکنش تبدیل ۱-هگزن به سیکلوهگزان برابر است با:

$$\Delta H \text{ واکنش} = \left[\text{مجموع آنتالپی سوختن مواد فراورده}\right] - \left[\text{مجموع آنتالپی سوختن مواد واکنش‌دهنده}\right]$$

$$\Longrightarrow -۱۶۸ = \left[\text{آنتالپی سوختن سیکلوهگزان}\right] - \left[\text{آنتالپی سوختن هگزن}\right]$$

رابطه بین آنتالپی سوختن و ارزش سوختی مواد به صورت زیر است:

$$\Delta H \text{ سوختن} = -(\text{ارزش سوختی}) \times (\text{جرم مولی})$$

سیکلوهگزان و ۱-هگزن همپار بوده و جرم مولی یکسان دارند. بر این اساس، داریم:

$$-۱۶۸ = -(\text{ارزش سوختی هگزن}) \times (\text{جرم مولی هگزن}) - (-(\text{ارزش سوختی سیکلوهگزان}) \times (\text{جرم مولی سیکلوهگزان}))$$

$$\Longrightarrow ۱۶۸ = (\text{ارزش سوختی هگزن}) \times (\text{جرم مولی هگزن}) - (\text{ارزش سوختی سیکلوهگزان}) \times (\text{جرم مولی سیکلوهگزان})$$

$$\Longrightarrow ۱۶۸ = ۸۴\left(\text{ارزش سوختی هگزن}\right) - ۸۴\left(\text{ارزش سوختی سیکلوهگزان}\right) \Longrightarrow \left(\text{ارزش سوختی هگزن}\right) - \left(\text{ارزش سوختی سیکلوهگزان}\right) = ۲$$

پس ارزش سوختی ۱-هگزن به اندازه ۲ کیلوژول بر گرم از ارزش سوختی سیکلوهگزان بیشتر است.

گروه آموزشی ماز

۲۹- در کدام یک از گزینه‌های زیر، آنتالپی پیوند کووالانسی اول، بیشتر از آنتالپی پیوند کووالانسی دوم است؟

۱) پیوند اشتراکی موجود در آمونیاک ـ پیوند اشتراکی موجود در آب
۲) پیوند میان اتم‌های کربن در اتین ـ پیوند موجود در مولکول نیتروژن
۳) پیوند موجود در هیدروژن فلوئورید ـ پیوند موجود در مولکول کلر
۴) پیوند موجود در کربن دی‌اکسید ـ پیوند موجود در کربن مونواکسید

پاسخ: گزینه ۳ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

برای مقایسه قدرت و آنتالپی پیوندهای کووالانسی، ابتدا به مرتبه پیوندها(یگانه، دوگانه یا سه‌گانه) توجه می‌کنیم. هر چه مرتبه یک پیوند اشتراکی بیشتر باشد، آنتالپی آن پیوند بیشتر است. پس از آن، به شعاع اتمی دو اتم شرکت‌کننده در تشکیل پیوند توجه می‌کنیم. هر چه شعاع اتمی کمتر باشد، پیوند قوی‌تر است. در این بین چند استثنا وجود دارد. به این موارد، توجه کنید:

$$\Delta H(C=O) > \Delta H(C=C) > \Delta H(O=O)$$
$$\Delta H(C-C) > \Delta H(N-N) > \Delta H(O-O)$$

با توجه به توضیحات داده شده، آنتالپی پیوند یگانه $H-F$ بخاطر کوچک‌تر بودن شعاع اتمی ذرات سازنده آن، از آنتالپی پیوند $Cl-Cl$ بیشتر است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) پیوند موجود در گاز آمونیاک($N-H$) و پیوند موجود در آب($O-H$): شعاع اتمی اکسیژن از نیتروژن کمتر است، پس طول پیوند اکسیژن با هیدروژن کمتر از پیوند نیتروژن و هیدروژن بوده و آنتالپی آن بیشتر می‌باشد.

۲) پیوند میان اتم‌های کربن در اتین($C \equiv C$) و پیوند موجود در نیتروژن($N \equiv N$): شعاع اتمی نیتروژن از کربن کمتر است، پس آنتالپی پیوند کووالانسی سه‌گانه $N \equiv N$ بیشتر است.

۴) پیوند موجود در کربن دی‌اکسید($C=O$) و پیوند موجود در کربن مونوکسید($C \equiv O$): مرتبه پیوند در کربن مونوکسید بیشتر بوده و بر همین اساس می‌توان گفت آنتالپی آن بیشتر است.

به مقدار انرژی لازم برای شکستن یک مول پیوند اشتراکی میان دو اتم در حالت گازی، آنتالپی پیوند می‌گویند. برای شکستن پیوند، همواره به انرژی نیاز است؛ بنابراین آنتالپی پیوند همواره مثبت است. تغییر آنتالپی واکنش زیر، معادل آنتالپی پیوند $A-B$ است:

$$A-B(g) \rightarrow A(g)+B(g)$$

بنابراین، شرط آن‌که گرما مبادله‌شده در یک واکنش برابر آنتالپی پیوند باشد این است که در آن واکنش یک مول پیوند کووالانسی میان دو اتم شکسته شود و مواد شرکت‌کننده در واکنش نیز به حالت گازی باشند. آنتالپی پیوند میان دو اتم که نشان‌دهنده قدرت پیوند است، به جاذبه میان الکترون‌های پیوندی و هسته این دو اتم بستگی دارد. مسلماً هر چه جاذبه میان دو اتم بیشتر باشد، پیوند نیز قوی‌تر است. به طور کلی هرچه فاصله هسته‌ها از الکترون‌ها کمتر باشد، جاذبه آن پیوند بیشتر می‌شود؛ بنابراین هر چه طول پیوند کمتر باشد، آنتالپی پیوند نیز بیشتر است. به طور کلی، هر چه شعاع اتم‌های دخیل در تشکیل پیوند کوچک‌تر و مرتبه پیوند بیشتر باشد، شعاع پیوند کمتر می‌شود. بنابراین، به صورت کلی آنتالپی پیوند سه‌گانه نسبت به پیوند دوگانه و آن هم نسبت به پیوند یگانه بیشتر است. برای مثال، داریم:

$$\Delta H(N-N) < \Delta H(N=N) < \Delta H(N \equiv N)$$
$$\Delta H(C-C) < \Delta H(C=C) < \Delta H(C \equiv C)$$

همچنین، غالباً هر چه شعاع اتم‌های تشکیل‌دهنده پیوند کوچک‌تر باشد، آنتالپی پیوند بیشتر خواهد بود. به طور مثال، داریم:

شعاع اتمی: $F < Cl < Br < I \Rightarrow \Delta H(H-F) > \Delta H(H-Cl) > \Delta H(H-Br) > \Delta H(H-I)$

گروه آموزشی ماز

۳۰- کدام موارد از مطالب زیر درست هستند؟

آ: گروه عاملی موجود در ترکیب آلی سازنده ادویه دارچین، مشابه گروه عاملی مولکول اصلی موجود در میخک است.

ب: شمار اتم‌های هیدروژن در ساده‌ترین کتون، ۳ برابر شمار اتم‌های اکسیژن در آشناترین اسید آلی است.

پ: کتون موجود در زردچوبه همانند عامل بوی گیاه گشنیز، فقط دارای یک گروه عاملی بوده و آروماتیک است.

ت: بین مولکول‌های سازنده یک کتون، برخلاف ایزومرهای آلدهیدی آن، پیوند هیدروژنی وجود ندارد.

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

پاسخ: گزینه ۱ (متوسط ـ مفهومی ـ ۱۱۰۲)

پاسخ تشریحی:

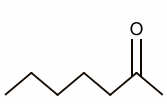
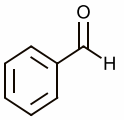
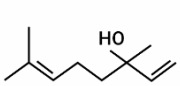
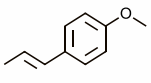
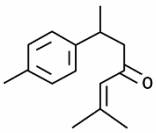
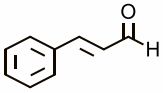
گروه‌های عاملی، آرایش منظمی از اتم‌ها هستند که به مولکول‌های آلی دارای آن‌ها، خواص فیزیکی و شیمیایی منحصر به فردی می‌بخشند. گروه‌های عاملی که تنها یک اتم اکسیژن در ساختار خود دارند، شامل هیدروکسیل(الکلی)، اتری و کربونیل(آلدهیدی و کتونی) هستند که در جدول زیر خلاصه می‌شوند:

خانواده	ساختار گروه	اولین عضو	فرمول عمومی
الکل‌ها(هیدروکسیل)	$-OH$	CH_3OH (متانول)	$C_nH_{2n+2}O$
اترها	$-O-$	CH_3OCH_3 (دی‌متیل اتر)	$C_nH_{2n+2}O$
آلدهیدها(کربونیل)	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-H$	CH_2O (فرمالدهید)	$C_nH_{2n}O_2$
کتون‌ها(کربونیل)	$-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-$	CH_3COCH_3 (استون)	$C_nH_{2n}O_2$

عبارت‌های (آ) و (ب) درست هستند.

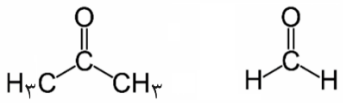
بررسی موارد:

آ: جدول زیر گروه‌های عاملی موجود در عامل بو و مزه برخی از گیاهان را نشان می‌دهد:

نام گیاه	میخک	بادام	گشنیز	رازیانه	زردچوبه	دارچین
ساختار						
فرمول مولکولی	$C_7H_{14}O$	C_7H_6O	$C_{10}H_{18}O$	$C_{10}H_{12}O$	$C_{15}H_{20}O$	C_9H_8O
گروه عاملی	کتون(کربونیل)	آلدهید(کربونیل)	الکلی	اتر	کتون(کربونیل)	آلدهید(کربونیل)

گروه عاملی کربونیل در ساختار آلدهیدها و کتون‌ها وجود دارد. اگر به اتم کربن موجود در این گروه عاملی، هیدروژن متصل باشد، ماده مورد نظر از خانواده آلدهیدها و اگر به آن دو اتم کربن دیگر متصل باشد، ماده مورد نظر از خانواده کتون‌ها است. مولکول آلی موجود در دارچین، آلدهید آروماتیک و مولکول آلی موجود در میخک، ۲-هپتان بوده که یک کتون می‌باشد.

ب: ساده‌ترین آلدهید، یک کربنه و ساده‌ترین کتون(استون)، سه کربنه هستند. ساختار این دو ماده آلی به صورت زیر است:



AzmonVIP
www.biomaze.ir

آشناترین اسید آلی نیز استیک اسید با فرمول CH_3COOH است. در ساختار استون، ۶ اتم هیدروژن و در ساختار استیک اسید، ۲ اتم اکسیژن وجود دارد.

پ: کتون موجود در زردچوبه، در ساختار خود حلقه ۶ ضلعی بنزنی دارد که ترکیبی آروماتیک است. عامل بو و مزه گیاه گشنیز یک الکل سیرنشده است که در ساختار آن هیچ حلقه‌ای دیده نمی‌شود و آروماتیک محسوب نخواهد شد.

ت: در ساختار آلدهیدها، همانند کتون‌ها، هیچ اتم هیدروژنی به اتم‌های نیتروژن، اکسیژن یا فلوئور متصل نیست و در یک نمونه خالص از این مواد، پیوند هیدروژنی وجود ندارد.

خاطره بازی...

مطابقت کنکور اردیبهشت با آزمون ماز

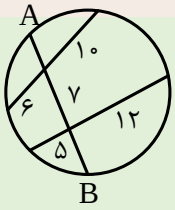
۲۱- در شکل مقابل، اندازه وتر MN کدام است؟

۱) ۱۶
۲) ۱۷ ✓
۳) ۱۸
۴) ۲۰

(مرحله ۱۲ آزمون‌های سالیانه ـ ریاضیات رشته ریاضی)

علت مطابقت:
این سؤال از آزمون ماز، بدون تغییر اعداد و حتی بدون تغییر خواسته سؤال توی کنکور اومد. این دیگه اسمش مطابقت نیست این خودِ خودِ سؤاله!!!!

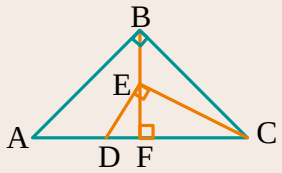
۳۰- در شکل زیر، طول وتر AB کدام است؟



۱) ۱۶
۲) ۱۷ ✓
۳) ۱۸
۴) ۱۹

(کنکور اردیبهشت ۱۴۰۳ـ ریاضیات رشته ریاضی)

۲۷- در شکل مقابل، $EB=۶$ و $BF=۴$ است. اگر $DC=۷$ باشد، حاصل $AC-AF$ کدام است؟

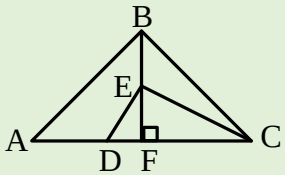


۱) $۲\sqrt{۳}$
۲) $۴\sqrt{۳}$ ✓
۳) $۶\sqrt{۳}$
۴) $۸\sqrt{۳}$

(مرحله ۱۲ آزمون‌های سالیانه ـ ریاضیات رشته ریاضی)

علت مطابقت:
در هر دو سؤال باید از روابط طولی در مثلث قائم‌الزاویه استفاده کنیم و مجهول موردنظرو به دست بیاریم. اگه توجه بکنی شکل سؤال‌ها هم دقیقاً مثل همِ...

۲۹- در شکل زیر، $A\hat{B}C=C\hat{E}D=۹۰^\circ$ است. اگر $AD=۳$، $EF=۴$ و $DF=۱$ باشد، اندازه BC کدام است؟



۱) $۴\sqrt{۶}$
۲) $۱۰\sqrt{۲}$
۳) $۶\sqrt{۳}$
۴) $۸\sqrt{۵}$ ✓

(کنکور اردیبهشت ۱۴۰۳ـ ریاضیات رشته ریاضی)

AzmonVIP