

غول باش وقتی می تونی!

دوستان سلام!

امیدواریم که حالتون توپ توپ باشه!

با یه کتاب فوق العاده تو زمینه آموزش شیمی برگشتیم. کتابی که هیچ جای ایران پیدا نمی شه، چون براساس تاپ ترین کتاب های رفرنس دنیا نوشته شده.

ما بعد از کلی بررسی روش های آموزش شیمی در برترین مدارس دنیا و در نظر گرفتن این شیوه های آموزشی با استانداردهای نظام آموزشی کشور خودمون، ترکیبی ساختیم به اسم کتاب شیمی دکتر نیک!

می تونیم به جرأت بگیم این کتاب می تونه خیلی خیلی فهم و دید شما رو از شیمی بالا ببره و شمارو توی شیمی یه غول کنه! غولی که عاشقانه مسائل و مشکلات یادگیری شیمی رو مثل شکلات می خوره.

مراحل غول شدن تو شیمی با قدم های زیر:

۱. قدم اول:

درسنامه؛ مباحث آموزشی به بهترین و ساده ترین روش ممکن و در بعضی قسمت ها با استفاده از تصاویر آموزش داده شده و کلی سؤال ساده و آسون حل میشه تا به شما یاد بده که اصلن اصل ماجرا چیه.

۲. قدم دوم:

آموزش حل سؤالات سخت و چون دارتر تو کادرهایی به اسم «نمونه حل شده».

۳. قدم سوم:

نقشه راه یا به اصطلاح Road Map که در کادرهای نمونه حل شده اومده و مهم ترین ایده این کتابه. بزرگ ترین معضل دانش آموزان اینه که وقتی یه سؤال، داده های زیادی داره (مثلاً چنتا عدد) نمی دونن از کدومش شروع کنن و مسئله رو حل کنن و این جز با تکنیک نقشه راه امکان پذیر نیست.

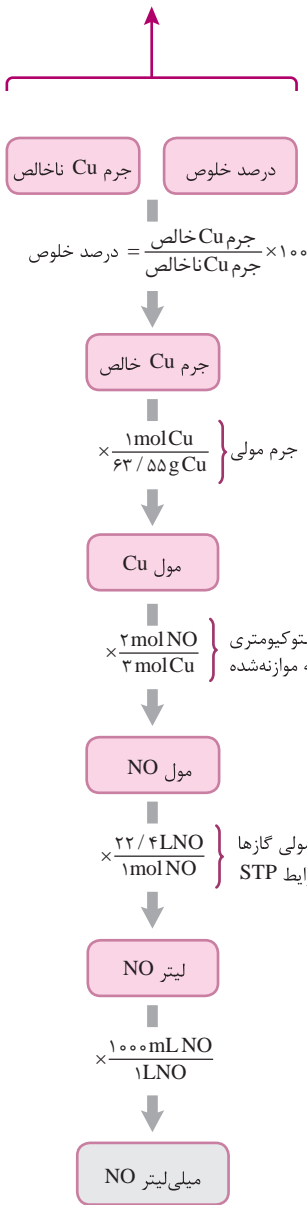
با استفاده از استراتژی، نقشه راه رو کامل براتون باز کردیم و مسیر حل مسئله رو موبه مو توضیح دادیم. وقتی شما مسیر حل یه سؤال رو بلد باشی می دونی از کجا شروع کنی و چطور بری تا به جواب برسی. این تکنیک رو وقتی یاد بگیری باعث میشه تو هم به مرور زمان برای خودت غولی بشی و تا سؤال رو خوندی فوراً بفهمی چطور باید دست به کار بشی.

۴. قدم چهارم:

بعد از پشت سر گذاشتن این مراحل وقتشه که خودتو محک بزنی. در انتهای کادرهای «نمونه حل شده» سؤال هایی رو آوردیم به نام «خودت حل کن» که جواباشون هم آخر هر فصل اومده. می تونی بعد این که سؤال ها رو حل کردی پاسخ هاشو آخر سر چک کنی (نه این که از همون اول بری دنبال جوابش). سؤالات «خودت حل کن» مثل همون سؤالات «نمونه حل شده» است.

حالا وقتشه دوتا کادر «نمونه حل شده» رو ببینیم:

نقشه راه
Road Map



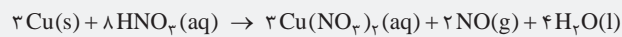
کادر نمونه
حل شده

سؤال سخت
و چون دار

نمونه حل شده ۱-۱۱ محاسبه حجم تولیدی یک گاز در شرایط STP با استفاده از جرم یک ماده ناخالص

سؤال: ۰/۴ گرم مس Cu(s) با درصد خلوص ۸۰٪ را به نیتریک اسید سرد و رقیق افزوده ایم. چند میلی لیتر NO(g) در شرایط STP تولید می شود؟

$$1 \text{ mol Cu} = 63.55 \text{ g}$$



استراتژی: ابتدا با استفاده از رابطه درصد خلوص، جرم مس ناخالص را به جرم مس خالص تبدیل می کنیم. سپس جرم مس خالص را به کمک جرم مولی آن به مول Cu، مول Cu را به کمک معادله موازنه شده به مول NO و مول NO را به کمک حجم مولی گازها در شرایط STP (۲۲/۴L) به حجم NO تبدیل می کنیم.

بهترین استراتژی
حل سؤال

حل:

$$\Rightarrow \text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100$$

$$\text{جرم Cu خالص} = 0.4 \times \frac{80}{100} = 0.32 \text{ g}$$

$$0.32 \text{ g Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{63.55 \text{ g Cu}} \times \frac{2 \text{ mol NO}}{3 \text{ mol Cu}} \times \frac{22.4 \text{ L NO}}{1 \text{ mol NO}} \times$$

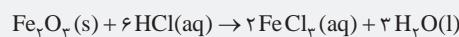
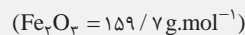
$$\frac{1000 \text{ mL NO}}{1 \text{ L NO}} = 75.19 \text{ mL NO}$$

تذکره: در این گونه مسائل می توانید به جای استفاده از رابطه درصد خلوص، کسر تبدیل معادل آن را نوشته و مسأله را در یک مرحله حل کنید. به طور مثال در این جا چون درصد خلوص مس ۸۰ است یعنی در هر ۱۰۰ گرم مس ناخالص، ۸۰ گرم مس خالص وجود دارد و چون می خواهیم جرم مس ناخالص را به جرم مس خالص تبدیل کنید، کسر تبدیل معادل رابطه درصد خلوص به صورت $\frac{80 \text{ g Cu خالص}}{100 \text{ g Cu ناخالص}}$ می باشد.

$$? \text{ mL NO} = 0.4 \text{ g Cu ناخالص} \times \frac{80 \text{ g Cu خالص}}{100 \text{ g Cu ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{63.55 \text{ g Cu خالص}} \times$$

$$\frac{2 \text{ mol NO}}{3 \text{ mol Cu}} \times \frac{22400 \text{ mL NO}}{1 \text{ mol NO}} = 75.19 \text{ mL NO}$$

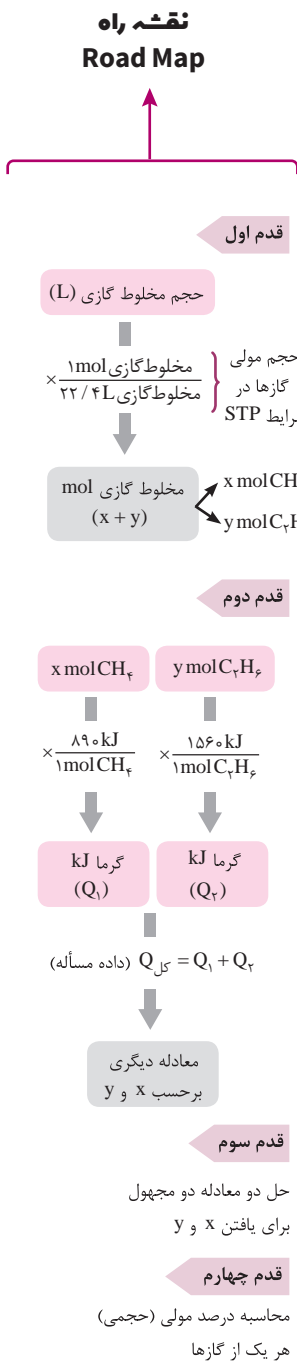
مطابق معادله موازنه شده زیر، از واکنش کامل ۷۹/۸۵ آهن (III) اکسید با درصد خلوص ۶۰٪، چند گرم آب تولید می شود؟



حل مرحله به مرحله
سؤال

سؤال
خورت حل کن





کادر نمونه
حل شده

سؤال سخت
و چون دار

نمونه حل شده ۲-۲۳ سوختن مخلوطی از گازها

سؤال: از سوزاندن کامل مخلوطی از دو گاز CH_4 و C_2H_6 به حجم $67/2$ لیتر در شرایط STP، 3340 kJ گرما آزاد می‌شود. درصد حجمی گازها در مخلوط را به دست آورید. (آنتالپی سوختن CH_4 و C_2H_6 به ترتیب برابر با -890 و -1560 کیلوژول بر مول است.)

استراتژی: با توجه به آنتالپی‌های سوختن داده شده می‌دانیم که از سوختن ۱ مول از هر دو گاز چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود. ابتدا با توجه به حجم مولی گازها در شرایط STP، تعداد کل مول گازها را به دست می‌آوریم. سپس فرض می‌کنیم x مول CH_4 و y مول C_2H_6 در مخلوط وجود داشته است. با توجه به گرمای آزاد شده یک معادله نوشته و x و y را حساب می‌کنیم.

حل:

گاز $3 \text{ mol} = \frac{67/2 \text{ L}}{22/4 \text{ L}} \times \frac{1 \text{ mol}}{22/4 \text{ L}}$: تعداد کل مول گازها در مخلوط

$$\begin{cases} x + y = 3 \\ \text{مول } \text{CH}_4 \text{ در مخلوط} \\ \text{مول } \text{C}_2\text{H}_6 \text{ در مخلوط} \end{cases}$$

مول C_2H_6 در مخلوط

$$(x \text{ mol CH}_4 \times \frac{890 \text{ kJ}}{1 \text{ mol CH}_4}) + (y \text{ mol C}_2\text{H}_6 \times \frac{1560 \text{ kJ}}{1 \text{ mol C}_2\text{H}_6}) = 3340 \text{ kJ}$$

$$\Rightarrow 89x + 156y = 334$$

با حل دو معادله - دو مجهول x و y را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} 89x + 156y = 334 \\ x + y = 3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 89x + 156y = 334 \\ -89x - 89y = -267 \end{cases}$$

$$67y = 67 \Rightarrow y = 1$$

$$\begin{cases} y = 1 (\text{تعداد مول } \text{C}_2\text{H}_6) \\ x = 3 - 1 = 2 (\text{تعداد مول } \text{CH}_4) \end{cases}$$

بنابراین از $67/2 \text{ L}$ مخلوط گازی در شرایط STP، $1 \times 22/4 \text{ L}$ و $2 \times 22/4 \text{ L}$ مربوط به C_2H_6 و CH_4 است.

مربوط به CH_4 بوده است. $\frac{44/8}{67/2} \times 100 = 66/6$ درصد حجمی CH_4

$\Rightarrow \text{C}_2\text{H}_6$ درصد حجمی $100 - 66/6 = 33/3$

تذکر: در سال دهم خواندیم که در دما و فشار یکسان نسبت مولی گازها با نسبت حجمی آن‌ها برابر است (قانون آووگادرو) بنابراین می‌توان نوشت:

$$\text{CH}_4 \text{ درصد حجمی} = \text{CH}_4 \text{ درصد مولی} = \frac{2}{1+2} \times 100 = 66/6$$

از سوختن کامل مخلوطی به جرم 10 g از گازهای متان و کربن مونوکسید در دما و فشار معین، $3/6 \text{ g}$ آب و $173/9 \text{ kJ}$ گرما تولید شده است. محاسبه کنید از سوختن کامل ۱ مول گاز کربن مونوکسید در همان شرایط، چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟ (آنتالپی سوختن متان برابر $-890 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ است.)

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



بهترین استراتژی
حل سؤال

حل مرحله به مرحله
سؤال

سؤال
خودت حل کن

۴. قدم چهارم:

تیپ‌بندی هر موضوع، یکی از مهم‌ترین تکنیک‌های آموزشه. وقتی شما بدونید که از یک مبحث چه تیپ سؤالاتی میاد و روی هر تیپ سؤال تسلط پیدا کنین، دیگه ترسی ندارین و می دونید خارج از این تیپ‌بندی غیرممکنه سؤال بیاد.

۵. قدم پنجم:

در آخر هر فصل یک دوره آزمون جامع تستی آوردیم برای تسلط بیشتر. با استفاده از تکنیک‌ها و روش‌هایی که گفتیم می تونید پاسخ‌هارو درست بزنیند و کل فصل رو مرور کنید.

مطمئن باشید با هر قدمی که برمی دارید یه گام به غول شدن نزدیک می‌شین و در نهایت شما هم میم مشکلات یادگیری شیمی رو برمی‌دارین و اونو مثل شکلات میخورین!

غول باشید!

فصل ۱ : قدر هدایای زمین را بدانیم <<< ۹

اهمیت کره زمین

الگوها و روندها در رفتار مواد و عناصرها

عناصرهای دسته d جدول دوره ای

مقایسه واکنش پذیری عناصرها و روش های استخراج فلزها

درصد خلوص و بازده درصدی

نفت، هدیه ای شگفت انگیز

آزمون جامع تستی به همراه پاسخ تشریحی

فصل ۲ : در پی غذای سالم <<<<<<<<<<<<<<<<<< ۱۳۱

مقدمه

رابطه دما و گرما

جاری شدن انرژی گرمايي

آنتالپی پیوند و میانگین آن - گروه های عاملی

آنتالپی سوختن، تکیه گاهی برای تأمین انرژی

تعیین ΔH واکنش های شیمیایی

سینتیک شیمیایی

آزمون جامع تستی به همراه پاسخ تشریحی

فصل ۳ : پوشاک، نیازی پایان ناپذیر <<< ۲۴۹

اهمیت پوشاک و صنعت ناجی

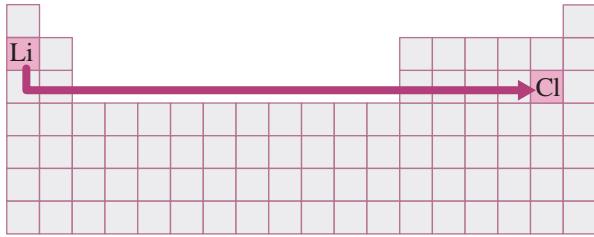
آشنایی با پلیمرها

پای آترها

پای آمیدها

پلیمرها، ماندگار یا تخریب پذیر

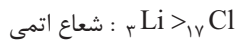
آزمون جامع تستی به همراه پاسخ تشریحی



مثال دو عنصر ${}^3\text{Li}$ و ${}^{17}\text{Cl}$ را در نظر بگیرید. هم شماره دوره و هم شماره گروه Li کم‌تر از Cl است. بنابراین نمی‌توان شعاع اتمی این دو عنصر را با هم مقایسه کرد. مسیر بین این دو عنصر را در جدول دنبال کنید. با پایین رفتن در یک گروه، شعاع اتمی افزایش و با سمت راست رفتن در یک دوره، شعاع اتمی کاهش می‌یابد.

شما اشتباه نکنید!

با توجه به شماره دوره این دو عنصر، Li دارای دو لایه الکترونی و Cl دارای سه لایه الکترونی است. چون این دو عنصر در یک گروه قرار ندارند، نمی‌توان گفت شعاع اتمی Cl از Li بیشتر است. در این جا *اتفاقاً برعکسه!* اگه شک دارید، یه بار دیگه جدول صفحه ۱۲ و نمودار صفحه ۱۳ کتاب درسی رو ببینید!



کسی توقع نداره شما اینو بلد باشید! فعلاً فقط به عنوان یه نکته فغظی تو ذهنتون داشته باشید!

روند تغییر شعاع اتمی در جدول دوره‌ای

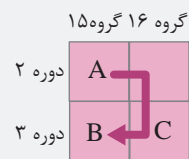
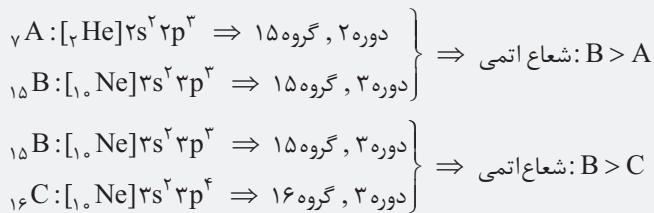
نمونه حل شده ۱-۲

سؤال: در هر مورد مشخص کنید شعاع اتمی کدام عنصر بزرگ‌تر است؟



استراتژی: در هر مورد، شماره دوره و گروه عنصرها را تعیین می‌کنیم سپس با توجه به روند تغییر شعاع اتمی، عنصری با بزرگ‌ترین شعاع را انتخاب می‌کنیم. (اگر در یک دوره به سمت چپ و در یک گروه به سمت پایین برویم، شعاع اتمی افزایش می‌یابد).

حل: (آ)

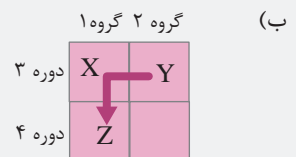
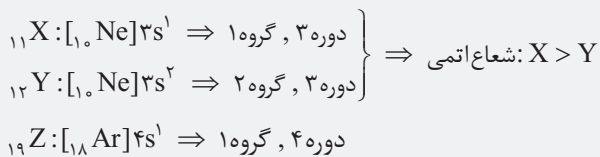


نتیجه: B بزرگ‌ترین شعاع را دارد.

- در بین عنصرهای هم‌گروه، عنصری که شماره دوره آن بیشتر است، شعاع اتمی بزرگ‌تری دارد.
- در بین عنصرهای هم‌دوره، عنصری که شماره گروه آن کم‌تر است، شعاع اتمی بزرگ‌تری دارد.



توجه



دو عنصر X و Z در یک گروه قرار دارند اما Z پایین‌تر است (شماره دوره آن بیشتر می‌باشد)، بنابراین شعاع اتمی Z از X بیشتر می‌باشد. نتیجه: Z بزرگ‌ترین شعاع را دارد.



با توجه به جدول روبه‌رو، چهار عنصر A ، B ، C و D را به ترتیب افزایش شعاع اتمی مرتب کنید.



خودت حل کن

رابطه واکنش‌پذیری و خصلت فلزی و نافلزی عناصرها با شعاع اتمی آنها

متماً تا حالا متوجه شدین که واکنش‌پذیری یک عنصر به ماهیت آن (فلز یا نافلز بودن) و تعداد لایه‌های الکترونی اتم آن (و در واقع شعاع اتمی عنصر) ارتباط دارد.

خواندیم که فلزها تمایل به از دست‌دادن الکترون‌های ظرفیت خود و تشکیل کاتیون دارند. پس واکنش‌پذیری یک فلز به میزان تمایل آن به از دست‌دادن الکترون ارتباط دارد. حالا فلزهای یک گروه جدول تناوبی را در نظر بگیرید. از بالا به پایین تعداد لایه‌های الکترونی و در نتیجه شعاع اتمی افزایش می‌یابد. با افزایش شعاع اتمی، نیروی جاذبه هسته بر الکترون‌های ظرفیت فلز کاهش می‌یابد. بنابراین اتم فلزی راحت‌تر می‌تواند الکترون از دست بدهد، بنابراین می‌توان گفت برای فلزهای هم‌گروه از بالا به پایین با افزایش عدد اتمی، خصلت فلزی و واکنش‌پذیری افزایش می‌یابد.

مثال در گروه فلزهای قلیایی (گروه ۱) و قلیایی‌خاکی (گروه ۲)، از بالا به پایین خصلت فلزی و واکنش‌پذیری افزایش می‌یابد.

${}_{55}\text{Cs} < {}_{37}\text{Rb} < {}_{19}\text{K} < {}_{11}\text{Na} < {}_{3}\text{Li}$: خصلت فلزی و واکنش‌پذیری فلزهای قلیایی

${}_{56}\text{Ba} < {}_{38}\text{Sr} < {}_{20}\text{Ca} < {}_{12}\text{Mg} < {}_{4}\text{Be}$: خصلت فلزی و واکنش‌پذیری فلزهای قلیایی‌خاکی

همین صفتها رو می‌شه برای فلزهای یک دوره هم گفت. خواندیم که در یک دوره از چپ به راست، شعاع اتمی کاهش می‌یابد. با کاهش شعاع اتمی در فلزها، نیروی جاذبه هسته بر الکترون‌های ظرفیت افزایش یافته و اتم فلزی، سخت‌تر می‌تواند الکترون از دست بدهد. بنابراین می‌توان گفت برای فلزهای هم‌دوره، از چپ به راست خصلت فلزی و واکنش‌پذیری کاهش می‌یابد.

مثال در هر دوره، فلزهای قلیایی‌خاکی (گروه ۲) در سمت راست فلزهای قلیایی (گروه ۱) قرار دارند. بنابراین خصلت فلزی و واکنش‌پذیری

فلزهای قلیایی‌خاکی از فلزهای قلیایی هم‌دوره خود، کم‌تر است.

${}_{11}\text{Na} > {}_{12}\text{Mg}$: خصلت فلزی و واکنش‌پذیری

فلزهای قلیایی‌خاکی > فلزهای قلیایی : خصلت فلزی و واکنش‌پذیری

بریم سراغ نافلزها!

نافلزها برای رسیدن به آرایش پایدار گاز نجیب می‌توانند الکترون بگیرند و یا با دیگر اتم‌ها الکترون به اشتراک بگذارند. پس واکنش‌پذیری یک نافلز به میزان تمایل آن به جذب الکترون ارتباط دارد.

هالا! نافلزهای یک گروه جدول تناوبی را در نظر بگیرید. از بالا به پایین تعداد لایه‌های الکترونی و در نتیجه شعاع اتمی افزایش می‌یابد. با افزایش شعاع اتمی، هسته اتم نافلز سخت‌تر می‌تواند الکترون جذب کند، بنابراین می‌توان گفت برای نافلزهای هم‌گروه، از بالا به پایین با افزایش عدد اتمی، خصلت نافلزی و واکنش‌پذیری کاهش می‌یابد (یعنی دقیقاً برعکس فلزها).

مثال فلوئور، کلر، برم و ید نافلزهای گروه ۱۷ جدول تناوبی (هالوژن‌ها) هستند. از بالا به پایین با افزایش عدد اتمی، خصلت نافلزی و

واکنش‌پذیری آنها کاهش می‌یابد.

$\text{I}_\text{p} > \text{Br}_\text{p} > \text{Cl}_\text{p} > \text{F}_\text{p}$: خصلت نافلزی و واکنش‌پذیری هالوژن‌ها

همین صفتها رو می‌شه برای نافلزهای یک دوره هم گفت. در یک دوره از چپ به راست، شعاع اتمی کاهش می‌یابد در نتیجه هسته اتم نافلز، راحت‌تر می‌تواند الکترون جذب کند. بنابراین می‌توان گفت برای نافلزهای یک دوره از چپ به راست، خصلت نافلزی و واکنش‌پذیری افزایش می‌یابد. (البته به جز گازهای نجیب!)



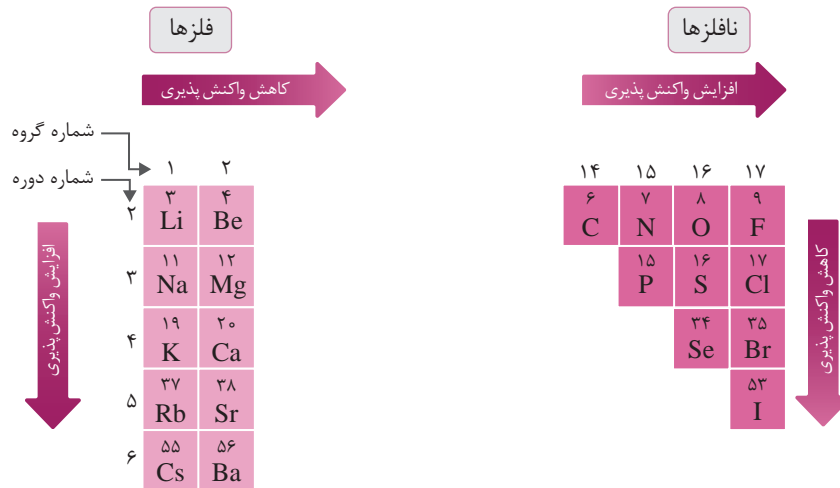
مثال

$C < N < O < F$: خصلت نافلزی و واکنش پذیری نافلزهای دوره دوم

خلاصه:

به طور کلی در فلزها هر چه شعاع اتمی بیشتر باشد، خصلت نافلزی و واکنش پذیری افزایش می یابد، زیرا با افزایش شعاع اتمی، نیروی جاذبه هسته بر الکترون های ظرفیت کم شده و تمایل فلز برای از دست دادن الکترون بیشتر می شود.
به طور کلی در نافلزها، هر چه شعاع اتمی بیشتر باشد، خصلت نافلزی و واکنش پذیری کاهش می یابد. زیرا با افزایش شعاع اتمی، تمایل اتم نافلز در جذب الکترون کم می شود.

- در گروه فلزها، از بالا به پایین، خصلت فلزی و واکنش پذیری افزایش می یابد.
- در گروه نافلزها، از بالا به پایین، خصلت نافلزی و واکنش پذیری کاهش می یابد.
- خصلت فلزی و واکنش پذیری فلزهای یک دوره، از چپ به راست کاهش می یابد.
- خصلت نافلزی و واکنش پذیری نافلزهای یک دوره، از چپ به راست، افزایش می یابد.



تذکر: اگرچه ما یک روند کلی برای واکنش پذیری فلزها گفتیم اما بد نیست بدانید که این روند برای فلزهای واسطه به طور کلی برقرار نیست. واکنش پذیری این فلزها از روند خاصی پیروی نمی کند. شما فقط باید بدانید به طور کلی واکنش پذیری فلزهای واسطه از واکنش پذیری فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی کم تر است و ترتیب واکنش پذیری چند فلز واسطه را که جلوتر در کتاب درسی آمده است، حفظ کنید.

واکنش پذیری : $Zn > Fe > Cu > Ag$

جمع بندی روندهای تناوبی

در یک گروه جدول تناوبی از بالا به پایین:

- ① شعاع اتمی افزایش می یابد.
- ② خصلت فلزی افزایش می یابد.
- ③ خصلت نافلزی کاهش می یابد.
- ④ واکنش پذیری فلزها افزایش می یابد.
- ⑤ واکنش پذیری نافلزها کاهش می یابد.

در یک دوره جدول تناوبی از چپ به راست:

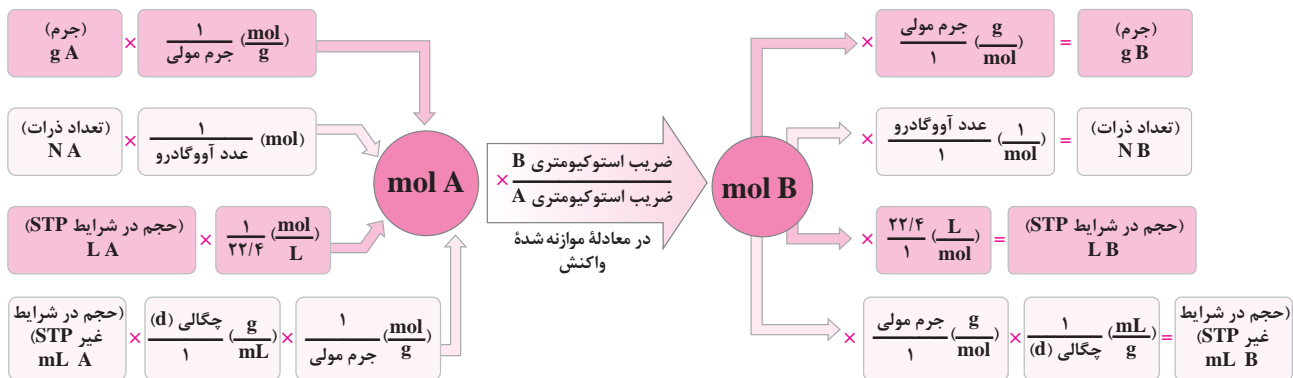
- ① شعاع اتمی کاهش می یابد.
- ② خصلت فلزی کاهش می یابد.
- ③ خصلت نافلزی افزایش می یابد.
- ④ واکنش پذیری فلزها کاهش می یابد.
- ⑤ واکنش پذیری نافلزها افزایش می یابد.

یادآوری روش حل مسائل استوکیومتری واکنش‌ها

در سال دهم یاد گرفتیم که:

- در مسائل استوکیومتری واکنش‌ها، معادله شیمیایی موازنه‌شده، مبنای محاسبه‌های کمی قرار می‌گیرد.
- استوکیومتری واکنش‌ها برحسب مول تفسیر می‌شود یعنی فقط با استفاده از نسبت‌های مولی که از معادله موازنه‌شده به دست می‌آید، می‌توان بین دو ماده ارتباط برقرار کرد و تعداد مول یک ماده را به تعداد مول ماده دیگر تبدیل کرد.

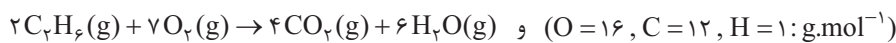
برای حل مسائل استوکیومتری می‌توان از طرح زیر استفاده کرد:



با توجه به طرح بالا، برای حل مسائل استوکیومتری واکنش‌ها، باید سه مرحله زیر را انجام داد.

- ۱) **تبدیل مقدار ماده معلوم (داده شده) به مول آن:** مقدار ماده معلوم می‌تواند جرم، تعداد ذرات و یا حجم آن باشد که در شکل کسر تبدیل‌های مناسب آن‌ها به مول را می‌بینید.
- ۲) **تبدیل مول ماده داده شده به مول ماده خواسته شده:** این مرحله با استفاده از ضرایب استوکیومتری در معادله موازنه‌شده واکنش انجام می‌شود.
- ۳) **تبدیل مول ماده خواسته شده به کمیتی از آن که در صورت سؤال گفته شده است.** این مرحله، عکس مرحله اول می‌باشد.

مثال با توجه به معادله موازنه‌شده زیر، از سوختن کامل ۵۰g گاز اتان (C_2H_6) چند گرم آب به دست می‌آید؟



جواب:

$$C_2H_6 \text{ مولی } : 2(12) + 6(1) = 30 g.mol^{-1} \quad \text{و} \quad H_2O \text{ مولی } : 2(1) + 16 = 18 g.mol^{-1}$$

$$50 g C_2H_6 \times \frac{1 mol C_2H_6}{30 g C_2H_6} \times \frac{6 mol H_2O}{2 mol C_2H_6} \times \frac{18 g H_2O}{1 mol H_2O} = 90 g H_2O$$

مرحله اول مرحله دوم مرحله سوم

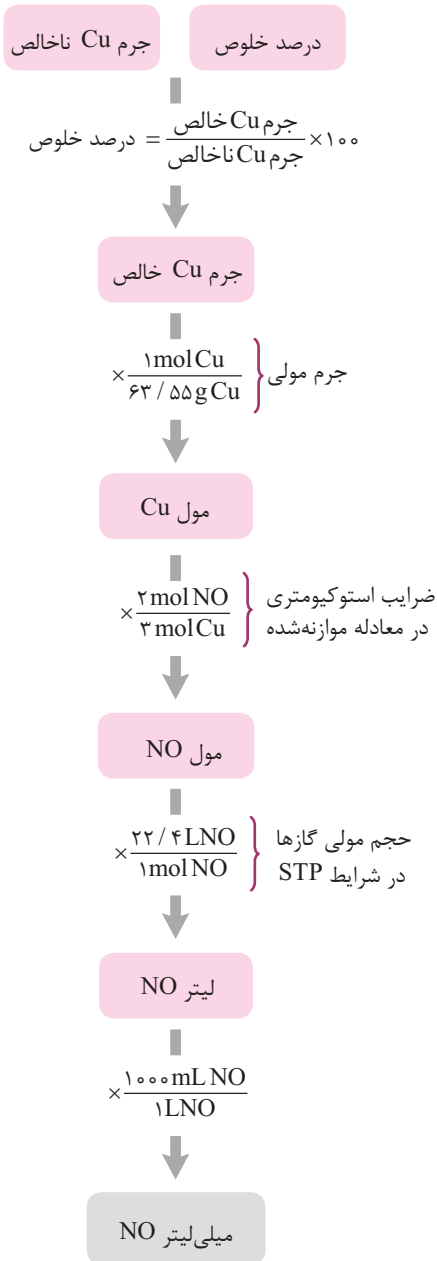
مسائل ترکیبی استوکیومتری واکنش‌ها و درصد خلوص

قبل از این که مسائل استوکیومتری واکنش‌ها شامل درصد خلوص را تیپ‌بندی کنیم، توجه داشته باشید که در این قسمت فرض می‌شود ناخالصی‌ها بی‌اثرند و در واکنش شرکت نمی‌کنند.^۱ توجه به این نکته، کلید حل مسائل این قسمت است. در ادامه با حالت‌های مختلف مسائل درصد خلوص آشنا خواهید شد.

تیپ ۱: جرم و درصد خلوص یک ماده ناخالص داده شده و مقدار ماده دیگری خواسته می‌شود. در این حالت با توجه به این که فقط بخش خالص در واکنش شرکت می‌کند، ابتدا جرم ماده خالص را با استفاده از رابطه درصد خلوص (یا کسر تبدیل معادل آن) به دست آورده و سپس با استفاده معادله موازنه‌شده واکنش و کسر تبدیل‌های مناسب، مقدار خواسته شده را به دست می‌آوریم.

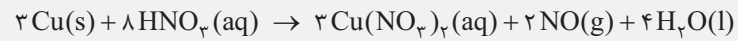
۱- در برخی مسائل که احتمالاً در سال قبل با آن‌ها برخورد داشته‌اید، مخلوطی از چند ماده وجود دارد که ممکن است همه آن مواد در واکنش شرکت کنند. به طور مثال گفته می‌شود اگر ۵۰ گرم از مخلوطی شامل متان و اتان بسوزد و x گرم CO_2 و y گرم H_2O تولید کند درصد جرمی (یا درصد خلوص) متان را در مخلوط اولیه محاسبه کنید. ولی بحث ما الآن این نوع مسائل نیست. در این قسمت مقدار یک ماده ناخالص به همراه درصد خلوص آن داده می‌شود و صحبتی از این که ناخالصی‌ها چه موادی هستند، نمی‌شود.

نمونه حل شده ۱ - ۱۱ محاسبه حجم تولیدی یک گاز در شرایط STP با استفاده از جرم یک ماده ناخالص



سؤال: ۰/۴ گرم مس Cu(s) با درصد خلوص ۸۰٪ را به نیتریک اسید سرد و رقیق افزوده ایم. چند میلی لیتر NO(g) در شرایط STP تولید می شود؟ (دع ۹۰)

$$1 \text{ mol Cu} = 63.55 \text{ g}$$



استراتژی: ابتدا با استفاده از رابطه درصد خلوص، جرم مس ناخالص را به جرم مس خالص تبدیل می کنیم. سپس جرم مس خالص را به کمک جرم مولی آن به مول Cu، مول Cu را به کمک معادله موازنه شده به مول NO و مول NO را به کمک حجم مولی گازها در شرایط STP (۲۲/۴ L) به حجم NO تبدیل می کنیم.

حل:

$$\Rightarrow \text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100$$

$$\text{جرم Cu خالص} = 0.4 \times \frac{80}{100} = 0.32 \text{ g}$$

$$0.32 \text{ g Cu} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{63.55 \text{ g Cu}} \times \frac{2 \text{ mol NO}}{3 \text{ mol Cu}} \times \frac{22.4 \text{ L NO}}{1 \text{ mol NO}} \times \frac{1000 \text{ mL NO}}{1 \text{ L NO}}$$

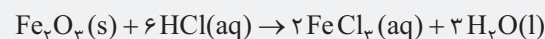
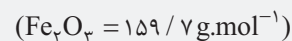
$$= 75.19 \text{ mL NO}$$

تذکر: در این گونه مسائل می توانید به جای استفاده از رابطه درصد خلوص، کسر تبدیل معادل آن را نوشته و مسأله را در یک مرحله حل کنید. به طور مثال در این جا چون درصد خلوص مس ۸۰٪ است یعنی در هر ۱۰۰ گرم مس ناخالص، ۸۰ گرم مس خالص وجود دارد و چون می خواهیم جرم مس ناخالص را به جرم مس خالص تبدیل کنید، کسر تبدیل معادل رابطه درصد خلوص به صورت $\frac{80 \text{ g Cu خالص}}{100 \text{ g Cu ناخالص}}$ می باشد.

$$? \text{ mL NO} = 0.4 \text{ g Cu ناخالص} \times \frac{80 \text{ g Cu خالص}}{100 \text{ g Cu ناخالص}} \times \frac{1 \text{ mol Cu}}{63.55 \text{ g Cu خالص}} \times$$

$$\frac{2 \text{ mol NO}}{3 \text{ mol Cu}} \times \frac{22400 \text{ mL NO}}{1 \text{ mol NO}} = 75.19 \text{ mL NO}$$

مطابق معادله موازنه شده زیر، از واکنش کامل ۷۹/۸۵ g آهن (III) اکسید با درصد خلوص ۶۰٪، چند گرم آب تولید می شود؟



تیپ ۲: مقدار (خالص یا ناخالص) یکی از مواد داده شده و جرم ناخالص ماده دیگر که درصد خلوص آن مشخص است، خواسته می شود. در این حالت با توجه به مقدار ماده شده و محاسبه های استوکیومتری (با استفاده از معادله موازنه شده واکنش)، جرم خالص ماده خواسته شده را به دست می آوریم. سپس با توجه به رابطه درصد خلوص (یا کسر تبدیل معادل آن)، جرم خالص ماده خواسته شده را به جرم ناخالص آن تبدیل می کنیم.

نمونه حل شده ۱ - ۱۲ محاسبه جرم ناخالص مورد نیاز یک ماده در واکنش با استفاده از جرم ماده دیگر

سؤال: یک روش ساده آزمایشگاهی برای تولید گاز استیلن (C_2H_2) افزودن آب به کلسیم کاربید طبق واکنش زیر است:



در یک آزمایش، $32/5$ گرم گاز استیلن تولید شده است. برای تولید این مقدار گاز استیلن، چند گرم نمونه ناخالص کلسیم کاربید (CaC_2) با خلوص 84% مصرف شده است؟ (فرداد ۸۵)



استراتژی: ابتدا جرم C_2H_2 را به مول C_2H_2 تبدیل کرده سپس با استفاده از معادله موازنه شده مول C_2H_2 را به مول CaC_2 تبدیل می‌کنیم. با استفاده از جرم مولی CaC_2 ، مول CaC_2 به جرم CaC_2 خالص تبدیل می‌شود. در نهایت با استفاده از درصد خلوص CaC_2 ، جرم نمونه ناخالص آن را به دست می‌آوریم.

حل:

$$C_2H_2 \text{ جرم مولی} = 2(12/01) + 2(1) = 26/02 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$CaC_2 \text{ جرم مولی} = 40/08 + 2(12/01) = 64/1 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$? \text{ g } CaC_2 = 32/5 \text{ g } C_2H_2 \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_2}{26/02 \text{ g } C_2H_2} \times \frac{1 \text{ mol } CaC_2}{1 \text{ mol } C_2H_2} \times$$

$$\frac{64/1 \text{ g } CaC_2 \text{ خالص}}{1 \text{ mol } CaC_2} = 80/06 \text{ g } CaC_2 \text{ خالص}$$

$$\text{جرم ماده خالص} = \frac{\text{جرم ماده ناخالص}}{\text{درصد خلوص}} \times 100 \Rightarrow$$

$$84 = \frac{80/06}{\text{جرم } CaC_2 \text{ ناخالص}} \times 100 \Rightarrow \text{جرم } CaC_2 \text{ ناخالص} = 95/31 \text{ g}$$

تذکر: می‌توانیم به جای استفاده از رابطه درصد خلوص، کسر تبدیل معادل آن را به انتهای محاسبات مربوط به جرم خالص، اضافه کنیم. یعنی این‌طور:

$$? \text{ g } CaC_2 = 32/5 \text{ g } C_2H_2 \times \frac{1 \text{ mol } C_2H_2}{26/02 \text{ g } C_2H_2} \times \frac{1 \text{ mol } CaC_2}{1 \text{ mol } C_2H_2} \times$$

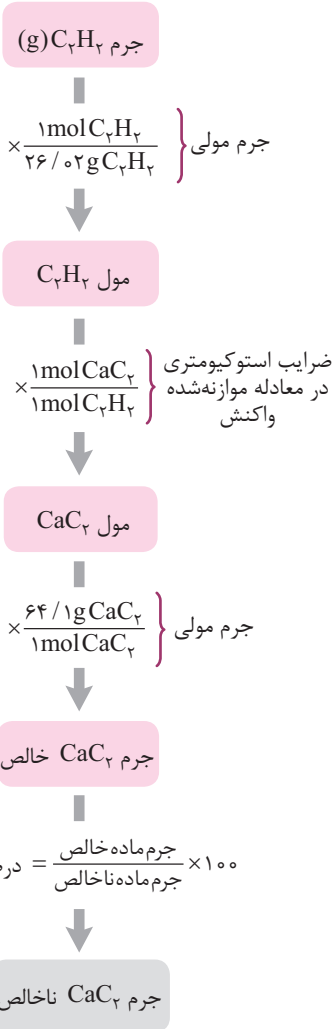
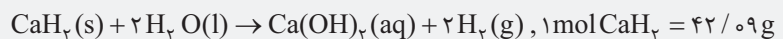
$$\frac{64/1 \text{ g } C_2H_2 \text{ خالص}}{1 \text{ mol } CaC_2} \times \frac{100 \text{ g } CaC_2 \text{ ناخالص}}{84 \text{ g } CaC_2 \text{ خالص}} = 95/31 \text{ g } CaC_2 \text{ ناخالص}$$

با توجه به واکنش زیر، چند گرم CaH_2 با درصد خلوص 73% برای تهیه

$2/57$ لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP لازم است؟



خودت حل کن



سوختن آلکان‌ها

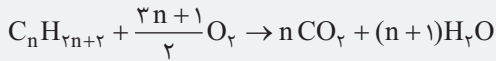
نمونه حل شده ۱-۲۲

سؤال: از سوختن کامل ۰/۲۵ مول از یک آلکان، ۲۷g آب به دست آمده است. فرمول مولکولی و جرم مولی این آلکان را تعیین کنید.

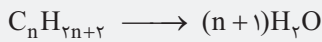
$$(O = ۱۶, C = ۱۲, H = ۱: g.mol^{-1})$$

استراتژی: معادله موازنه شده سوختن کامل آلکان‌ها را نوشته و با استفاده از محاسبات استوکیومتری، n (شمار اتم‌های کربن) را به دست آورید.

حل:



تذکر: تو این سؤال نیازی به نوشتن کامل معادله نیست. می‌دانیم که در سوختن کامل هیدروکربن‌ها، H به H_2O تبدیل می‌شود بنابراین طبق



قانون پایستگی جرم می‌توان نوشت:

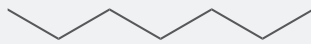
۱ مول آلکان (C_nH_{2n+2}) معادل (n+1) مول آب (H_2O) است.

$$0.25 \text{ mol } C_nH_{2n+2} \times \frac{(n+1) \text{ mol } H_2O}{1 \text{ mol } C_nH_{2n+2}} \times \frac{18 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } H_2O} = 27 \text{ g } H_2O$$

$$\Rightarrow 18 \times 0.25(n+1) = 27 \Rightarrow n = 5$$

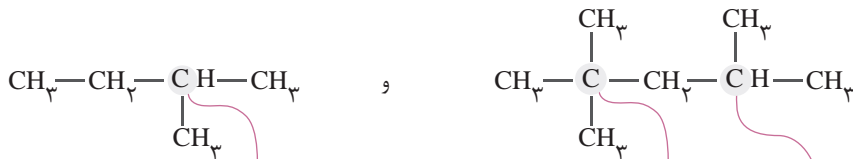
فرمول مولکولی آلکان: $C_5H_{12} \rightarrow$ جرم مولی = $5(12) + 12(1) = 72 \text{ g.mol}^{-1}$

از سوختن کامل ۱۰ گرم از آلکان زیر چند گرم کربن دی‌اکسید تولید می‌شود؟ ($O = ۱۶, C = ۱۲, H = ۱: g.mol^{-1}$)



آلکان‌های شاخه‌دار

به آلکانی، آلکان شاخه‌دار می‌گویند که در آن برخی کربن‌ها به سه یا چهار اتم کربن دیگر متصل باشند. آلکان‌های زیر شاخه‌دار محسوب می‌شوند.



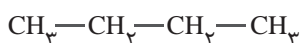
این اتم کربن به سه اتم کربن دیگر متصل است.

این اتم کربن به چهار اتم کربن دیگر متصل است.

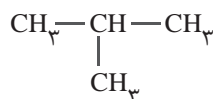
این اتم کربن به سه اتم کربن دیگر متصل است.

نیروی بین‌مولکولی در آلکان‌های شاخه‌دار نسبت به آلکان‌های راست‌زنجیر با تعداد کربن یکسان، کم‌تر است، زیرا با شاخه‌دار شدن آلکان‌ها، سطح تماس بین‌مولکولی کاهش می‌یابد. بنابراین نقطه جوش آلکان‌های شاخه‌دار از نقطه جوش آلکان‌های راست‌زنجیر هم کربن خود کم‌تر است.

مثال دو ترکیب زیر را در نظر بگیرید:



(A)



(B)

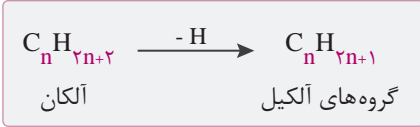
آلکان A یک آلکان راست‌زنجیر با ۴ اتم کربن و آلکان B یک آلکان شاخه‌دار با ۴ اتم کربن است. بنابراین خواهیم داشت:

$B < A$: نقطه جوش

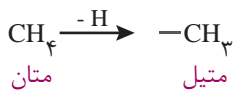


برای نام‌گذاری آلکان‌های شاخه‌دار از قواعد تعیین‌شده توسط آیوپاک استفاده می‌شود. آیوپاک (IUPAC)، اتحادیه بین‌المللی شیمی محض و کاربردی است که یکاها، نمادها، قراردادهای قواعد فرمول‌نویسی و نام‌گذاری و ... را ارائه می‌کند. در قواعد آیوپاک چگونگی یافتن نوع و نام شاخه فرعی و جهت شماره‌گذاری زنجیر اصلی، مشخص شده است. ابتدا باید با نام شاخه‌های فرعی آشنا شویم.

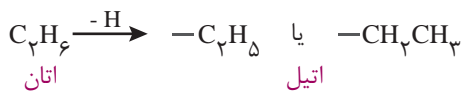
گروه‌های آلکیل



اگر از ساختار آلکان‌ها یک اتم H برداریم، باقی‌مانده را گروه آلکیل می‌نامند.

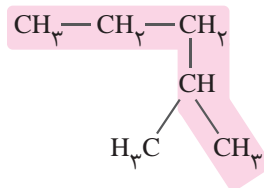
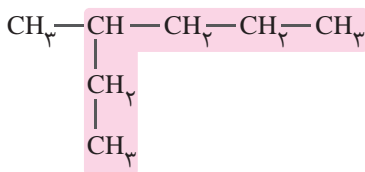


نام دو آلکیل پرکاربرد به صورت زیر است:

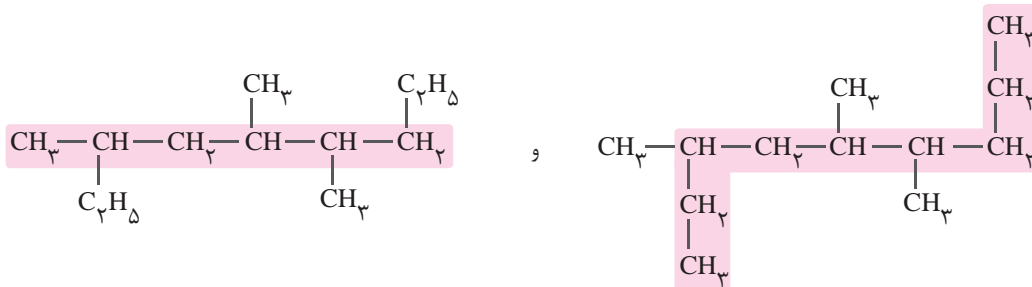


نام‌گذاری آلکان‌های شاخه‌دار:

① انتخاب زنجیر اصلی: منظور از زنجیر اصلی، زنجیری با بیشترین تعداد اتم‌های کربن است.

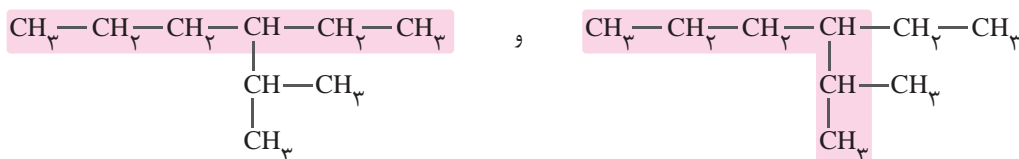


در برخی سؤالات، گروه اتیل را به صورت $\text{—C}_2\text{H}_5$ نشان می‌دهند. در این موارد ابتدا گروه اتیل را به صورت $\text{—CH}_2\text{CH}_3$ نوشته و سپس زنجیر اصلی را تعیین کنید.



انتخاب درست زنجیر اصلی (۹ کربن در زنجیر انتخاب‌شده وجود دارد) انتخاب نادرست زنجیر اصلی (۶ کربن در زنجیر انتخاب‌شده وجود دارد)

به نظر شما در ترکیب زیر، در کدام حالت، زنجیر اصلی درست انتخاب شده است؟



(۱): زنجیر اصلی ۶ اتم کربن دارد.

(۲): زنجیر اصلی ۶ اتم کربن دارد.

جواب: حالت (۲) - اگر در یک آلکان، دو زنجیر با بیشترین تعداد اتم کربن وجود داشته باشد، زنجیری را به عنوان زنجیر اصلی انتخاب می‌کنیم که شاخه‌های فرعی بیشتری داشته باشد. در مثال بالا در حالت (۱)، یک شاخه فرعی و در حالت (۲)، دو شاخه فرعی وجود دارد.

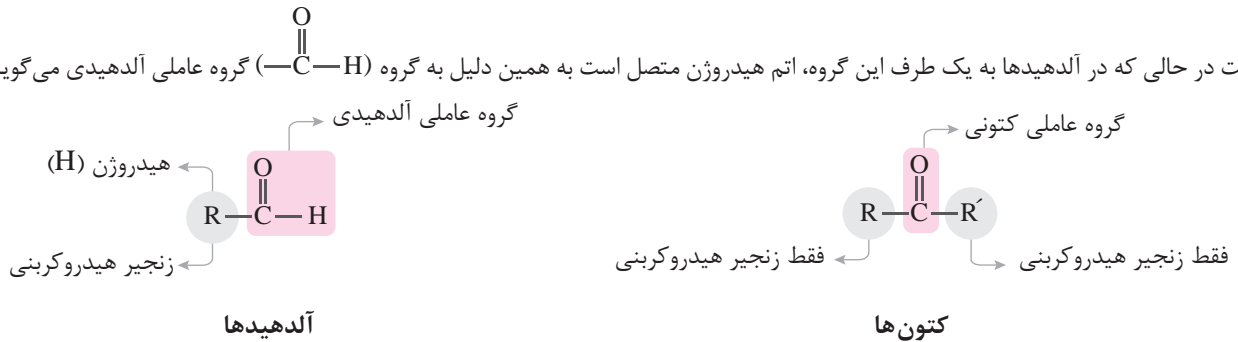
در این فصل با چند نوع گروه عاملی آشنا خواهیم شد. در جدول زیر به طور خلاصه این گروه‌های عاملی آورده شده است:

—C(=O)—O—H	—O—	—O—H	—C(=O)—H	—C(=O)—	فرمول گروه عاملی
کربوکسیل	اتری	هیدروکسیل	آلدهیدی	کربونیل	نام گروه عاملی
کربوکسیلیک‌اسید	اتر	الکل	آلدهید	کتون	نام خانواده دارای این گروه عاملی

آلدهیدها و کتون‌ها

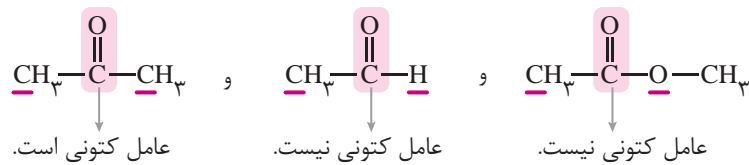
آلدهیدها و کتون‌ها در ساختار خود دارای گروه عاملی کربونیل (—C(=O)—) هستند. در کتون‌ها به دو طرف گروه عاملی کربونیل، گروه هیدروکربنی متصل

است در حالی که در آلدهیدها به یک طرف این گروه، اتم هیدروژن متصل است به همین دلیل به گروه (—C(=O)—H) گروه عاملی آلدهیدی می‌گویند.

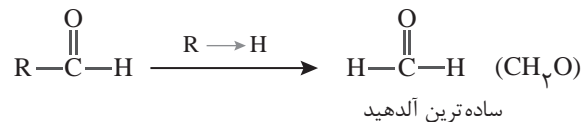


واضح است که اگر به جای یکی از گروه‌های R و R' در کتون‌ها، اتم هیدروژن قرار گیرد، ترکیب به دست آمده آلدهید خواهد بود. بنابراین مهم‌ترین تفاوت گروه عاملی آلدهیدی و کتونی، اتم هیدروژن متصل به گروه کربونیل در گروه عاملی آلدهیدی است.

- عامل کربونیل (—C(=O)—) به شرطی عامل کتونی محسوب می‌شود که از دو طرف به کربن متصل باشد.

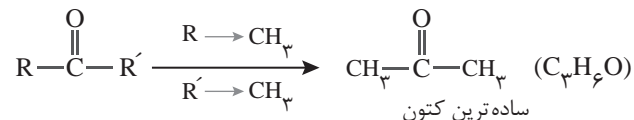


- ساده‌ترین آلدهید وقتی حاصل می‌شود که به گروه عاملی آلدهیدی، اتم هیدروژن متصل شود.



بنابراین ساده‌ترین آلدهید یک اتم کربن دارد.

- از آنجا که در کتون‌ها، به گروه عاملی کربونیل فقط می‌تواند گروه هیدروکربنی متصل باشد، ساده‌ترین کتون ۳ اتم کربن دارد.



در سال دهم خواندیم که استون یک ترکیب آلی اکسیژن‌دار است که به عنوان حلال در صنعت و آزمایشگاه به کار می‌رود. استون، همان ساده‌ترین کتون است (نام دیگر استون، پروپانون می‌باشد).

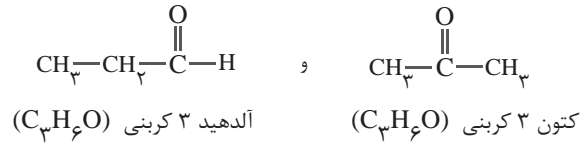
- اگر گروه‌های متصل به گروه‌های عاملی آلدهیدی و کتونی، گروه آلکیل ($\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$) باشد، فرمول عمومی آلدهید و کتون n کربنی به صورت $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ می‌باشد.

مثال: فرمول آلدهید و کتون ۶ کربنی (که گروه هیدروکربنی در آن سیر شده است): $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}$

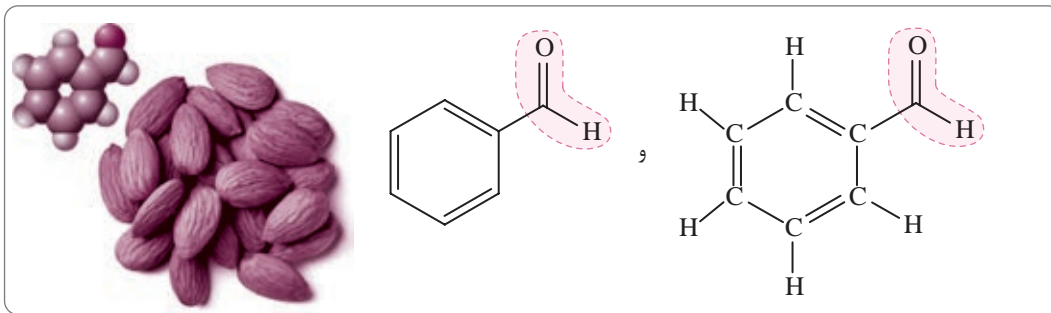


شیمی دان‌ها به موادی که فرمول مولکولی یکسان اما ساختار (فرمول ساختاری) متفاوتی دارند، ایزومر (همپار) می‌گویند. آلدهیدها و کتون‌هایی که تعداد کربن برابری دارند، با هم ایزومرنند. یعنی فرمول مولکولی یکسانی دارند اما ساختار آن‌ها با هم متفاوت است.

مثال

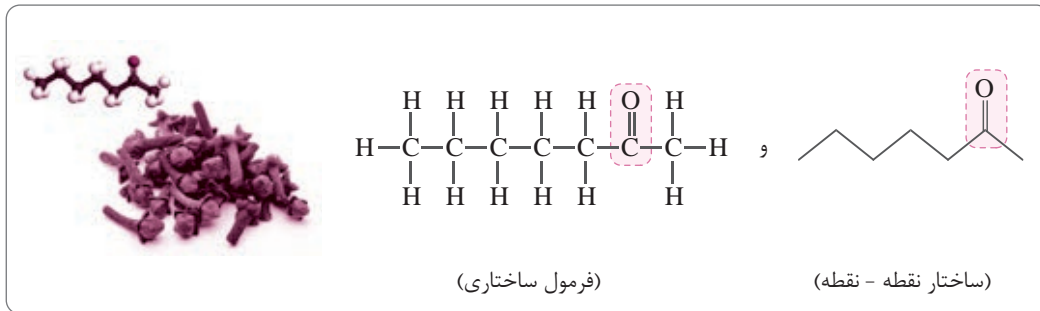


- در بادام، بنزآلدهید وجود دارد که دارای گروه عاملی آلدهیدی است. فرمول مولکولی بنزآلدهید، $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}$ می‌باشد (دقت کنید که فرمول این آلدهید از $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$ پیروی نمی‌کند زیرا گروه هیدروکربنی متصل به عامل آلدهیدی حلقه بنزنی است که سیر نشده می‌باشد).

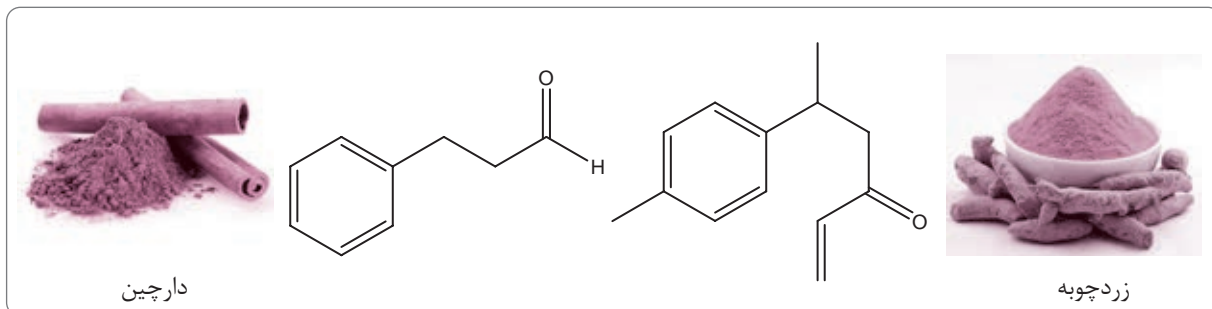


تذکر: دیدیم که در ساختار نقطه - خط هیدروکربن‌ها، اتم هیدروژن نمایش داده نمی‌شود اما اتم هیدروژنی که قسمتی از گروه عاملی است، باید در ساختار نقطه - خط نمایش داده شود.

- در میخک، ۲- هپتانون وجود دارد که دارای گروه عاملی کتونی است. فرمول مولکولی ۲- هپتانون، $\text{C}_7\text{H}_{14}\text{O}$ می‌باشد.



مثال هر ساختار زیر یک ترکیب آلی موجود در آن ادویه را نشان می‌دهد:



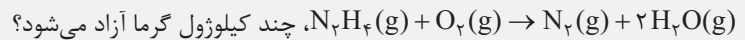


بعضی وقت‌ها مسائل قانون هس با مسائلی که قبلاً خواندیم (مثل مسائل رابطه $Q = mc\Delta\theta$ و یا مسائل استوکیومتری ΔH) ترکیب می‌شوند. برای این‌که نحوه حل این مسائل هم *دستتون بیاره*، به مثال زیر توجه کنید.

نمونه حل شده ۲-۳۴

مسئله ترکیبی قانون هس با دیگر مسائل ترموشیمی

سؤال: با توجه به واکنش‌های زیر، از سوختن ۹/۶ گرم N_2H_4 مطابق واکنش:



چند کیلوژول گرما آزاد می‌شود؟

$$(N = 14, H = 1; g.mol^{-1})$$

قدم اول ΔH واکنش

مورد نظر را به دست می‌آوریم.

برای رسیدن به این منظور:

• واکنش (۱) را وارونه می‌کنیم

(به خاطر N_2)

• واکنش (۲) و (۳) را تغییر نمی‌دهیم

قدم دوم ΔH واکنش مورد

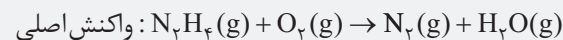
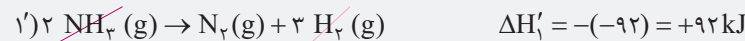
نظر به ازای ۱ مول N_2H_4 است ولی

ما باید گرما را به ازای ۹/۶ g از آن

حساب کنیم.

استراتژی: ابتدا به کمک قانون هس، ΔH واکنش سوختن N_2H_4 را به دست می‌آوریم. با توجه به ضریب N_2H_4 در این واکنش، ΔH واکنش در واقع گرمای آزاد شده به ازای ۲ مول N_2H_4 است. در مرحله بعد با کسر تبدیل‌های مناسب، مقدار گرمای آزاد شده را به ازای ۹/۶ گرم N_2H_4 ، محاسبه می‌کنیم.

حل: برای محاسبه ΔH واکنش سوختن N_2H_4 ، معادله واکنش (۱) را وارونه کرده و به معادله واکنش‌های (۲) و (۳) دست نمی‌زنیم!



$$\Delta H_{\text{واکنش اصلی}} = \Delta H'_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = +92 + (-242) + (-187) = -337 \text{ kJ}$$

پس به ازای سوختن ۱ مول N_2H_4 ، ۳۳۷ kJ گرما آزاد می‌شود. پس مقدار گرمای آزاد شده به ازای ۹/۶ g N_2H_4 از آن برابر است با:

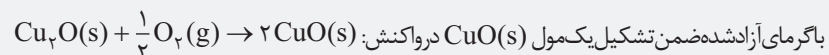
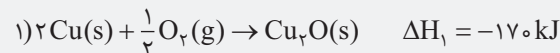
$$N_2H_4 \text{ جرم مولی: } 2(14) + 4(1) = 32 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$9/6 \text{ g } N_2H_4 \times \frac{1 \text{ mol } N_2H_4}{32 \text{ g } N_2H_4} \times \frac{337 \text{ kJ}}{1 \text{ mol } N_2H_4} = 101/1 \text{ kJ}$$

با توجه به واکنش‌های زیر:



خودت حل کن



چند گرم آب با دمای $50^\circ C$ را می‌توان در فشار ۱ atm به جوش آورد؟

$$(c_{\text{آب}} = 4/2 \text{ J.g}^{-1}.\text{C}^{-1})$$

در برخی مسائل قانون هس به جای یکی از واکنش‌ها، آنتالپی یکی از تغییر حالت‌های فیزیکی را به ما می‌دهند. سه تا از مهم‌ترین‌هاشو این‌جا براتون آوردم:

① **آنتالپی تبخیر:** هنگامی که یک مول از ماده‌ای در دمای جوش خود تبخیر شود (یعنی از حالت مایع (l) به حالت گاز (g) تبدیل شود)، به تغییر آنتالپی مربوط به این فرایند، آنتالپی تبخیر آن ماده می‌گویند به طور مثال در فشار ۱ اتمسفر برای تبخیر یک مول آب، ۴۱/۱ کیلوژول گرما نیاز است بنابراین آنتالپی تبخیر آب برابر با $41/1 \text{ kJ.mol}^{-1}$ می‌باشد.



توجه

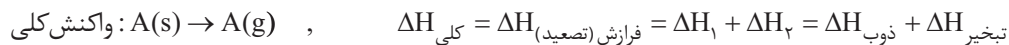
۲) آنتالپی ذوب: هنگامی که یک مول ماده جامد (s) در دمای ذوب خود به مایع (l) تبدیل شود، به تغییر آنتالپی این فرایند، آنتالپی ذوب می‌گویند. به طور مثال برای ذوب کردن یک مول یخ صفر درجه سلسیوس و تبدیل آن به آب صفر درجه سلسیوس، ۶kJ گرما لازم است:



۳) آنتالپی تصعید (فرازش): وقتی یک مول از ماده‌ای تصعید شود یعنی مستقیماً از حالت جامد (s) به حالت گاز (g) تبدیل می‌شود؛ به تغییر آنتالپی این فرایند، آنتالپی تصعید می‌گویند.



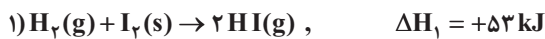
طبق قانون هس می‌توان فرض کرد که آنتالپی تصعید یک ماده برابر با حاصل جمع آنتالپی ذوب و تبخیر آن ماده است:



همهٔ اینارو گفتیم که سؤال ۶ تمرین‌های دوره‌ای را راحت‌تر بملین!

مثال با توجه به واکنش ترموشیمیایی: $\text{H}_2(g) + \text{I}_2(s) + 53\text{kJ} \rightarrow 2\text{HI}(g)$ ، آنتالپی واکنش $\text{H}_2(g) + \text{I}_2(g) \rightarrow 2\text{HI}(g)$ را حساب کنید (آنتالپی فرازش (تصعید) I_2 را $62/5\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ در نظر بگیرید).

جواب: معادله فرازش (تصعید) I_2 به صورت $\text{I}_2(s) + 62/5\text{kJ} \rightarrow \text{I}_2(g)$ است بنابراین با توجه به اطلاعات داده شده خواهیم داشت:



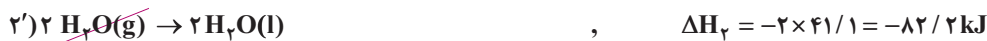
برای رسیدن به واکنش مورد نظر، کافی است واکنش (۲) را وارونه کنیم:



مثال بر اثر سوختن یک مول متان و تولید بخار آب ($\text{H}_2\text{O}(g)$)، $807/8$ کیلوژول گرما آزاد می‌شود. اگر در واکنش سوختن یک مول از این ماده، آب مایع ($\text{H}_2\text{O}(l)$) تولید شود، گرمای آزاد شده چند کیلوژول خواهد بود؟ (آنتالپی تبخیر آب را $41/1\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ در نظر بگیرید).
جواب: با توجه به اطلاعات داده شده خواهیم داشت:



برای رسیدن به واکنش مورد نظر $\text{CH}_4(g) + 2\text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$ باید واکنش (۲) را وارونه کرده و در ۲ ضرب کنیم:



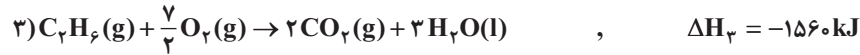
هالا بریم سراغ نکته سؤال ۸ تمرین‌های دوره‌ای!

مثال ΔH واکنش $\text{C}_2\text{H}_4(g) + \text{H}_2(g) \xrightarrow{25^\circ\text{C}} \text{C}_2\text{H}_6(g)$ را با استفاده از اطلاعات جدول داده شده، حساب کنید.

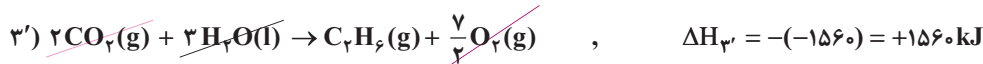
ماده	اتن (C_2H_4)	هیدروژن (H_2)	اتان (C_2H_6)
آنتالپی سوختن ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)	-۱۵۶۰	-۲۸۶	-۱۴۱۰



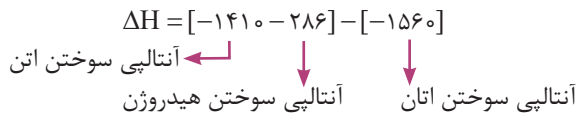
جواب: ابتدا باید واکنش‌های مربوط به سوختن اتن، هیدروژن و اتان را نوشته و آن‌ها را طوری تغییر دهیم که از جمع آن‌ها واکنش مورد نظر به دست آید. دقت کنید که آنتالپی‌های سوختن به ازای یک مول داده شده‌اند بنابراین باید معادله واکنش‌ها را به ازای ۱ مول از این مواد بنویسیم. ضریب کسری هم به دست آوریم، اشکال نراره!



برای رسیدن به واکنش $C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$ باید واکنش (۳) را وارونه کنیم:



آه دقت کرده باشید! ΔH واکنش اصلی این پوری حساب شد:



به طور کلی برای محاسبه ΔH یک واکنش به کمک آنتالپی‌های سوختن می‌توان از رابطه زیر استفاده کرد:

$$\Delta H = [\text{مجموع آنتالپی سوختن فرآورده‌ها}] - [\text{مجموع آنتالپی سوختن واکنش‌دهنده‌ها}]$$

مثال با این فرمول:

مثال ΔH واکنش $2C(s) + O_2(g) \rightarrow 2CO(g)$ را با استفاده از آنتالپی سوختن گرافیت و کربن مونوکسید که ترتیب برابر با -394 و -283 کیلوژول بر مول است، حساب کنید.

جواب: $\Delta H = [\text{مجموع آنتالپی سوختن فرآورده‌ها}] - [\text{مجموع آنتالپی سوختن واکنش‌دهنده‌ها}]$

واسه اکسیژن (O_2) که سوختن معنی نراره! بنابراین خواهیم داشت: (ضریب استوکیومتری مواد فراموش نشه!)

$$\Delta H_{\text{واکنش}} = 2\Delta H_{\text{سوختن}}(CO(g)) - 2\Delta H_{\text{سوختن}}(C(s)) = 2 \times (-283) - 2 \times (-394) = -222 \text{ kJ}$$

واکنش‌های دومرحله‌ای

اغلب واکنش‌های شیمیایی شامل دو یا چند واکنش شیمیایی هستند. به عبارت دیگر اغلب واکنش‌های شیمیایی نتیجه انجام شدن دو یا چند واکنش پی‌درپی هستند. اگر یکی از این واکنش‌های پی‌درپی (مراحل) را نتوان در آزمایشگاه به شکل جداگانه انجام داد، می‌توان براساس قانون هس و استفاده از روش نموداری، ΔH آن را حساب کرد. در ادامه دو واکنش دومرحله‌ای را بررسی می‌کنیم:

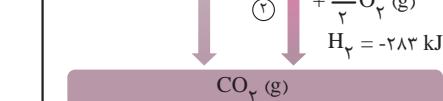
① واکنش سوختن کامل گرافیت و تبدیل آن به کربن دی‌اکسید یک واکنش دو مرحله‌ای است (مجموعه‌ای از دو واکنش پی‌درپی است).

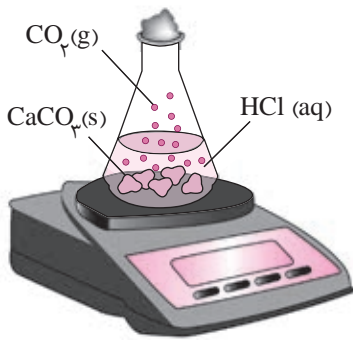
مرحله اول: ۱ مول گرافیت، (گرافیت و C (s)) با $\frac{1}{2}$ مول O_2 واکنش می‌دهد و کربن مونوکسید (CO) تولید می‌شود. این مرحله گرماده می‌باشد. ($\Delta H_1 < 0$)

مرحله دوم: ۱ مول CO با $\frac{1}{2}$ مول O_2 دیگر واکنش می‌دهد و CO_2 به دست می‌آید. این مرحله نیز گرماده می‌باشد. ($\Delta H_2 < 0$)

این دو مرحله را می‌توان به کمک نمودار روبه‌رو نشان داد:

ΔH واکنش تولید CO(g) را نمی‌توان به روش تجربی تعیین کرد (واکنش مرحله اول یعنی تولید CO را نمی‌توان به روش تجربی انجام داد). زیرا CO به محض تشکیل شدن با $\frac{1}{2}$ مول O_2 واکنش داده و تبدیل به CO_2 می‌شود (سطح آنتالپی CO بالاتر از CO_2 است).





بررسی واکنش کلسیم کربنات با محلول هیدروکلریک اسید

معادله واکنش کلسیم کربنات جامد با محلول هیدروکلریک اسید در دما و فشار اتاق به صورت زیر است:



- کلسیم کربنات در آب نامحلول است، بنابراین به منظور افزایش سطح تماس و افزایش سرعت واکنش، می‌توان از تکه‌های کوچک‌تر کلسیم کربنات استفاده کرد.
- در این واکنش، گاز کربن‌دی‌اکسید (CO_2) تولید می‌شود.

فرض کنید $65/98 \text{ g}$ از $\text{CaCO}_3(\text{s})$ و $\text{HCl}(\text{aq})$ را با هم مخلوط کرده‌ایم تا واکنش انجام شود. با توجه به این که در این واکنش گاز CO_2 تولیدی از ظرف واکنش خارج می‌شود، با گذشت زمان از جرم مخلوط واکنش کاسته می‌شود. (اون درپوشی که در شکل می‌بینید متفلسفه و گاز می‌تونه ازش رر بشه!) با توجه به قانون پایستگی جرم، جرم کل مواد موجود در یک واکنش همواره ثابت است.

جرم CO_2 تولید (خارج شده + جرمی که ترازو نشان می‌دهد (جرم مخلوط باقی‌مانده درون ظرف) = جرم کل مواد (شامل همه مواد اولیه و فرآورده) با توجه به این جرم اولیه مخلوط واکنش (در زمان $t = 0$) برابر با $65/98 \text{ g}$ است می‌توان گفت مجموع جرمی که ترازو نشان می‌دهد با جرم CO_2 تولید شده در هر لحظه برابر با $65/98 \text{ g}$ است.

جرم مخلوط واکنش در زمان $t = 65/98 - \text{کل جرم } \text{CO}_2 \text{ تولیدشده تا زمان } t$

جرم اولیه مخلوط واکنش ($t = 0$)

حالا به راحتی می‌توان جدول زیر را کامل کرد:

زمان (ثانیه)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
جرم مخلوط واکنش (گرم)	۶۵/۹۸	۶۵/۳۲	۶۴/۸۸	۶۴/۶۶	۶۴/۵۵	۶۴/۵۰	۶۴/۵۰
جرم کربن‌دی‌اکسید (گرم)	۰	۰/۶۶	۱/۱۰	۱/۳۲	۱/۴۳	۱/۴۸	۱/۴۸

با به روش سخت‌تر هم می‌شه جرم CO_2 تولیدشده در هر لحظه را محاسبه کرد:

جرم CO_2 تولیدشده در بازه t_1 تا t_2 + جرم CO_2 در لحظه t_1 = جرم CO_2 در لحظه t_2

تفاوت جرم مخلوط واکنش در لحظه t_1 و t_2

مثال

جرم CO_2 تولیدشده در بازه ۲۰ تا ۳۰ ثانیه + جرم CO_2 در ثانیه ۲۰ = جرم CO_2 در ثانیه ۳۰

$$= 1/1 + (64/88 - 64/66) = 1/32$$

واضح است که با گذشت زمان جرم واکنش‌دهنده‌ها کاهش و جرم فرآورده‌ها افزایش می‌یابد. با توجه به جدول بالا، با گذشت زمان جرم CO_2 تولید شده افزایش می‌یابد تا این که از ثانیه ۵۰ به بعد جرم آن تغییر نمی‌کند از این رو می‌توان نتیجه گرفت این واکنش با گذشت ۵۰ ثانیه به پایان رسیده است.

لحظه اتمام واکنش: $t = 50 \text{ s}$

حالا می‌خواهیم سرعت تولید CO_2 را برحسب mol.s^{-1} در ده ثانیه اول ($t = 0$ تا $t = 10$)، ده ثانیه دوم ($t = 10$ تا $t = 20$) و ... حساب کنیم. بنابراین ابتدا باید جرم CO_2 در هر لحظه را به مول آن تبدیل کنیم. جرم مولی CO_2 برابر با 44 g.mol^{-1} است.

$$\text{جرم مولی (g.mol}^{-1}\text{)} = \frac{\text{جرم (g)}}{\text{تعداد مول (mol)}}$$

به طور مثال تعداد مول CO_2 در ثانیه‌های ۳۰ و ۴۰ برابر است با:

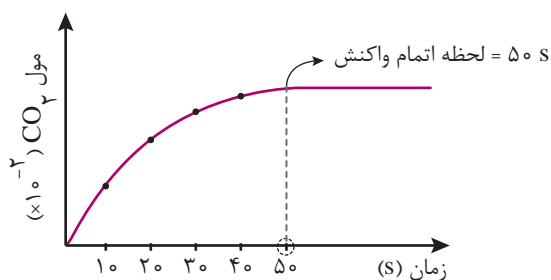
$$\text{تعداد مول } \text{CO}_2 = \frac{\text{جرم } \text{CO}_2}{\text{جرم مولی } \text{CO}_2} \Rightarrow \begin{cases} t = 30: \frac{1/32}{44} = 3 \times 10^{-2} \text{ mol} \\ t = 40: \frac{1/43}{44} = 3/25 \times 10^{-2} \text{ mol} \end{cases}$$

بنابراین سرعت متوسط تولید CO_2 در بازه ۳۰ تا ۴۰ ثانیه برابر است با:

$$\bar{R}(\text{CO}_2) = \frac{\Delta n(\text{CO}_2)}{\Delta t} = \frac{3/25 \times 10^{-2} - 3 \times 10^{-2}}{40 - 30} = 2/5 \times 10^{-4} \text{ mol.s}^{-1}$$

به همین ترتیب خواهیم داشت:

$\bar{R}(\text{CO}_2) = \frac{\Delta n(\text{CO}_2)}{\Delta t}, (\text{mol.s}^{-1})$	$\Delta n(\text{CO}_2), (\text{mol})$	$n(\text{CO}_2), (\text{mol})$	زمان (s)
$1/50 \times 10^{-3}$	$1/50 \times 10^{-2}$	0	0
$1/100 \times 10^{-3}$	$1/100 \times 10^{-2}$	$1/50 \times 10^{-2}$	10
$5/1000 \times 10^{-4}$	$5/1000 \times 10^{-3}$	$2/50 \times 10^{-2}$	20
$2/50 \times 10^{-4}$	$2/50 \times 10^{-3}$	$3/100 \times 10^{-2}$	30
$1/10 \times 10^{-4}$	$1/10 \times 10^{-3}$	$3/25 \times 10^{-2}$	40
		$3/36 \times 10^{-2}$	50



همان طور که از جدول بالا مشخص است، سرعت متوسط تولید CO_2 با گذشت زمان کاهش می‌یابد. قبلاً هم گفته بودیم با گذشت زمان، سرعت متوسط تولید فرآورده‌ها (در نتیجه شیب نمودار مول-زمان) همانند سرعت متوسط مصرف واکنش‌دهنده‌ها کاهش می‌یابد زیرا با گذشت زمان غلظت واکنش‌دهنده‌ها و در نتیجه سرعت واکنش کاهش می‌یابد.

حالا به بار دیگر به واکنش انجام‌شده توجه کنید.

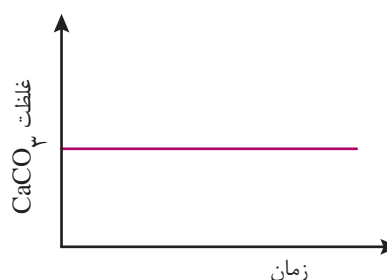
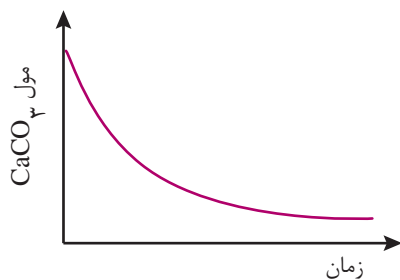


• ضرایب استوکیومتری هر سه فرآورده واکنش، یکسان است بنابراین نمودار مول - زمان آن‌ها از هر لحاظ (نقطه شروع، پایان و شیب در هر بازه زمانی) یکسان است.

• با توجه به این که ضرایب استوکیومتری CaCO_3 ، CaCl_2 ، CO_2 و H_2O برابر است، سرعت متوسط مصرف CaCO_3 و سرعت تولید سه ماده دیگر برحسب مول بر زمان با هم برابر است.

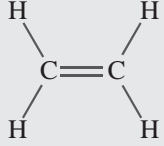
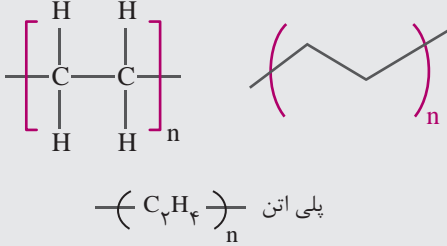
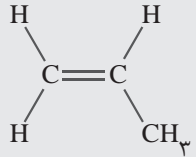
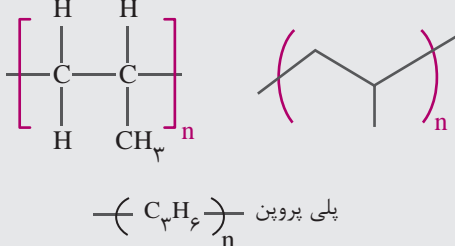
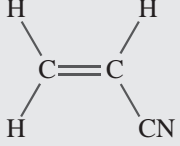
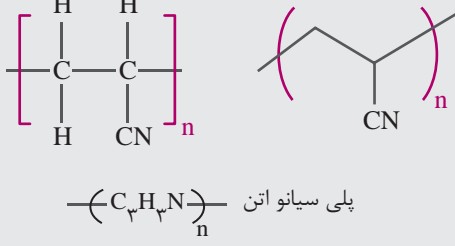
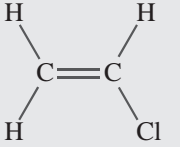
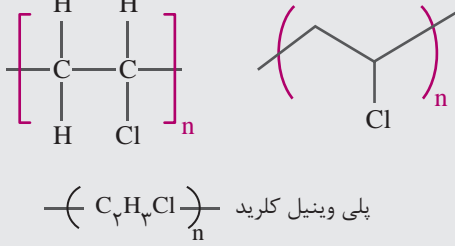
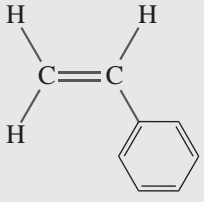
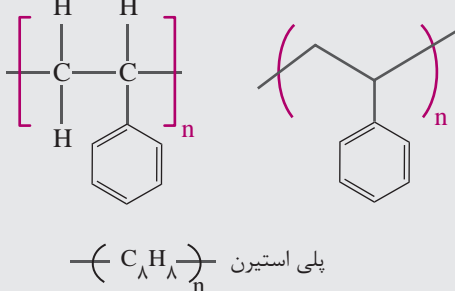
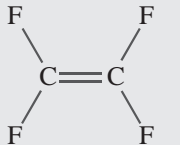
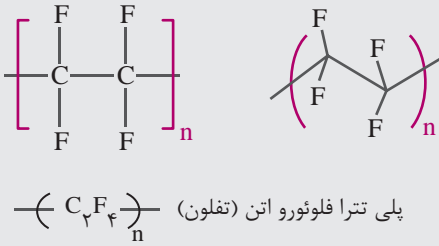
$$\bar{R}(\text{CaCO}_3) = \bar{R}(\text{CaCl}_2) = \bar{R}(\text{CO}_2) = \bar{R}(\text{H}_2\text{O})$$

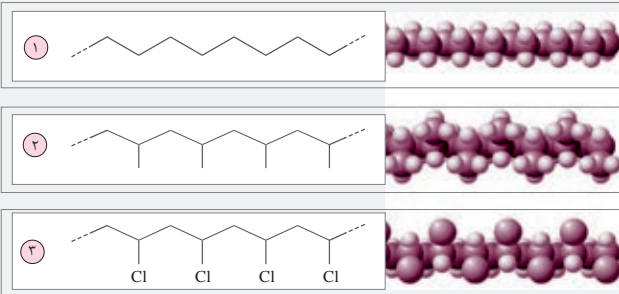
دقت کنید با توجه به این که کلسیم کربنات ماده جامد و آب مایع است برای آن‌ها نمی‌توان سرعت را برحسب تغییرات غلظت بر زمان گزارش کرد زیرا غلظت آن‌ها ثابت است.



برای H_2O ، رو شما بکشین!

• سرعت متوسط مصرف $\text{HCl}(\text{aq})$ از سرعت متوسط مصرف یا تولید بقیه مواد بیشتر است زیرا ضریب استوکیومتری آن بزرگ‌تر است.

نام و ساختار مونومر	نام و ساختار پلیمر	برخی از کاربردها
 <p>اتن: C_2H_4</p>	 <p>پلی اتن $(C_2H_4)_n$</p>	<ul style="list-style-type: none"> • لوله‌های پلاستیکی • دیه‌های آب • کیسه فریزر • اسباب‌بازی
 <p>پروپن: C_3H_6</p>	 <p>پلی پروپن $(C_3H_6)_n$</p>	<p>سرنگ</p>
 <p>سیانو اتن: $C_3H_3.5N$</p>	 <p>پلی سیانو اتن $(C_3H_3.5N)_n$</p>	<p>فرش و پتو</p>
 <p>وینیل کلرید: C_2H_3Cl</p>	 <p>پلی وینیل کلرید $(C_2H_3Cl)_n$</p>	<ul style="list-style-type: none"> • لوله و شلنگ‌های آب • کیسه خون
 <p>استیرن: C_8H_8</p>	 <p>پلی استیرن $(C_8H_8)_n$</p>	<ul style="list-style-type: none"> • مواد عایق • ظروف پلاستیکی از جمله ظروف یکبار مصرف
 <p>تترا فلوئورو اتن: C_2F_4</p>	 <p>پلی تترا فلوئورو اتن (تفلون) $(C_2F_4)_n$</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ظروف نجسب • نخ دندان • نوار آب‌بندی • کف اتو

واکنش پلیمری شدن مونومرهای دارای پیوند C = C
نمونه حل شده ۳-۲


سؤال: با توجه به شکل‌های روبه‌رو که ساختار سه پلیمر را نشان می‌دهند به پرسش‌ها پاسخ دهید:

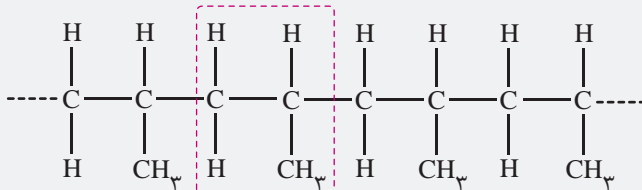
(آ) نام پلیمر (۲) را بنویسید.

(ب) واحد تکرارشونده پلیمر (۱) شامل چند اتم هیدروژن است؟

(پ) از کدام پلیمر در ساخت سرنگ استفاده می‌شود؟

(ت) معادله واکنش تهیه پلیمر (۳) را بنویسید.

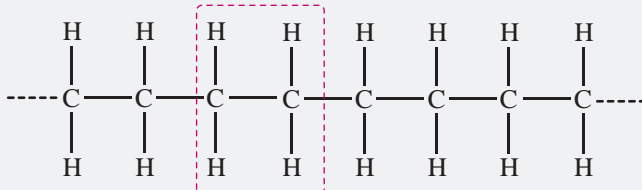
استراتژی: در ساختار نقطه - خط، انتهای هر خط و نقطه تلاقی خطها در صورت عدم وجود اتم یک عنصر دیگر، متعلق به اتم کربن است. هر اتم کربن می‌تواند ۴ پیوند کووالانسی تشکیل دهد؛ از این‌رو برای تبدیل ساختار نقطه - خط به فرمول ساختاری، اگر در اطراف هر اتم کربن، کم‌تر از ۴ خط (پیوند) وجود داشت به ازای هر پیوند کم‌تر از ۴، یک اتم H قرار می‌دهیم.



واحد تکرارشونده

فرمول ساختاری پلیمرها رو دربرایم، همه‌پی هله!

حل: (آ) ساختار پلیمر (۲) به صورت زیر است:



واحد تکرارشونده

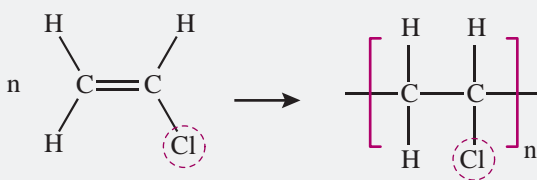
این ساختار متعلق به پلی‌پروپین می‌باشد.

(ب) ساختار پلیمر (۱) به صورت زیر است:

واحد تکرارشونده شامل ۴ اتم هیدروژن است.

(پ) پلیمر ۲ (پلی‌پروپین)

(ت) پلیمر (۳) همان پلی‌وینیل کلرید است.



مشخص کنید هر یک از جمله‌های زیر متعلق به کدام یک از پلیمر(های) داده شده است؟

«پلی‌اتن، تفلون، پلی‌پروپین، پلی‌سیانواتن، پلی‌وینیل کلرید، پلی‌استیرن»



(آ) در ساختار مونومر سازنده آن، چهار پیوند دوگانه وجود دارد.

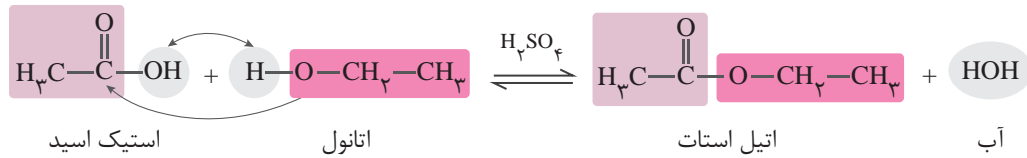
(ب) واحد تکرارشونده آن شامل ۳ اتم هیدروژن است.

(پ) در ساختار آن پیوند سه‌گانه وجود دارد.

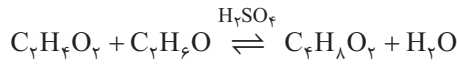
(ت) جزو هیدروکربن‌ها به شمار می‌آید.

(ث) نسبت شمار جفت الکترون‌های پیوندی به جفت الکترون‌های ناپیوندی در ساختار لوویس مونومر سازنده آن برابر با ۲ است.

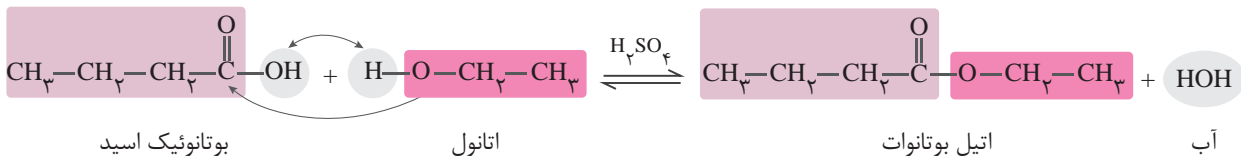
مثال از واکنش استیک اسید (اتانویک اسید) با اتانول، اتیل استات (اتیل اتانوات) طبق معادله زیر به دست می آید:



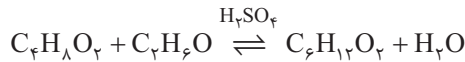
معادله بالا را می توان به صورت زیر نیز نشان داد:



مثال از واکنش بوتانویک اسید و اتانول، اتیل بوتانوات به دست می آید که از آن برای تولید شوینده با بوی آناناس استفاده می شود.

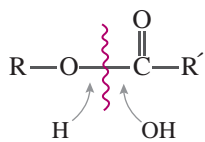
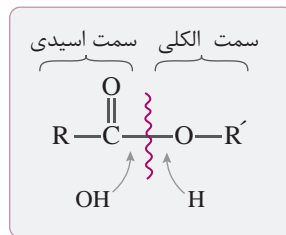


معادله بالا را می توان به صورت زیر نیز نشان داد:

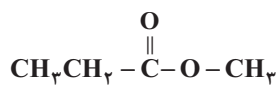


در برخی سؤالات، فرمول یک استر داده می شود و از ما می خواهند کربوکسیلیک اسید و الکل سازنده آن را تعیین کنیم. برای این کار، ابتدا پیوند

یگانه بین $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$ و اکسیژن را می شکنیم. با توجه به این که در تشکیل استر، اسید OH و الکل H از دست می دهد به عامل $-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$ ، OH اضافه می کنیم تا کربوکسیلیک اسید به دست آید. همچنین به اکسیژن H اضافه می کنیم تا الکل اولیه حاصل شود. یعنی این بوری:

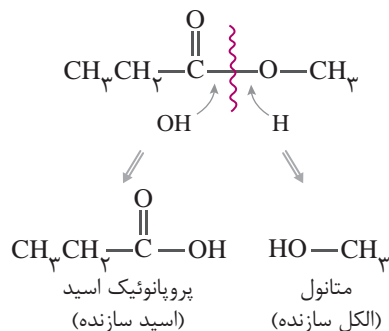


تذکر: در برخی موارد استر را به صورت زیر نشان می دهند.



مثال اسید و الکل سازنده استر روبه رو را تعیین کنید.

پاسخ:



۶ چند مورد از مقایسه‌های انجام‌شده، درست‌اند؟

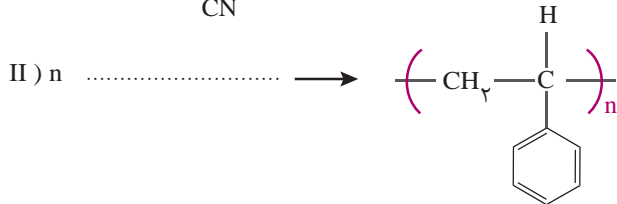
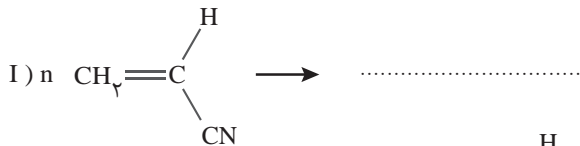
- شمار اتم‌ها: اتانول > سلولز
- جرم مولی: نفتالن > انسولین
- قدرت نیروهای بین‌مولکولی: آب > پروپان
- اندازه مولکول: تفلون > اتن

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۷ کدام گزینه در مورد واکنش پلیمری شدن مولکول‌های اتن، نادرست است؟

- ۱) فراورده واکنش، پلی‌اتن نام دارد که جامدی سفیدرنگ است.
- ۲) در ساختار واحد تکرارشونده پلیمر تولیدشده، ۶ اتم وجود دارد.
- ۳) فراورده واکنش برخلاف واکنش‌دهنده‌ها، هیدروکربنی سیرنشده است.
- ۴) به مولکول‌های اتن در این واکنش مونومر گفته می‌شود که تعیین شمار دقیق آن‌ها در واکنش ممکن نیست.

۸ با توجه به واکنش‌های داده شده، چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟



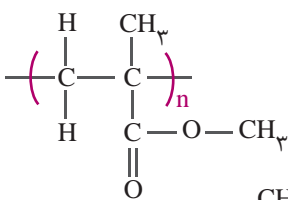
- فراورده واکنش (I) پلی‌سیانواتن نام دارد که همه پیوندهای اشتراکی در آن ساده (یگانه) هستند.
- در ساختار مونومر شرکت‌کننده در واکنش (II) چهار پیوند دوگانه وجود دارد.
- اگر به جای گروه -CN در مونومر شرکت‌کننده در واکنش (I) گروه متیل قرار گیرد، پروپن به دست می‌آید.
- از فراورده واکنش (I) در تهیه پتو و از فراورده واکنش (II) در تهیه نخ دندان استفاده می‌شود.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

۹ چند درصد جرمی پلی‌وینیل کلرید را کلر تشکیل می‌دهد؟

(سراسری تیرجی ۹۵)

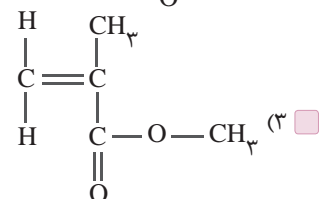
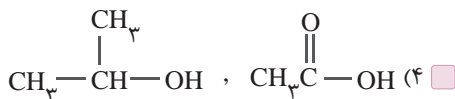
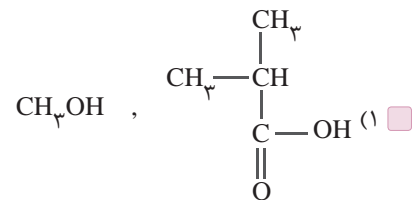
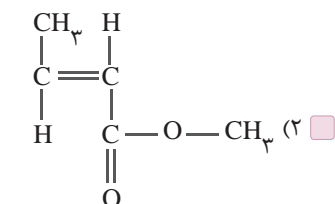
(Cl = ۳۵/۵, C = ۱۲, H = ۱: g.mol⁻¹)



۱ (۱) ۲۵/۷ ۲ (۲) ۳۶/۲ ۳ (۳) ۴۲/۱ ۴ (۴) ۵۶/۸

۱۰ پلی‌متیل متاکریلات (PMMA) پلیمری است که در ساخت پنجره هواپیما و

لنز چشم به کار می‌رود. با توجه به ساختار این پلیمر، مونومر(های) سازنده آن کدام است؟



۱۱) جرم یک بطری ساخته شده از پلی اتن ۴۲ گرم است. چند مول اتن برای ساخت این بطری به کار رفته است؟

$$(C = 12, H = 1: g.mol^{-1})$$

- ۳/۰۰ (۴) ۱/۵ (۳) ۱/۳۴ (۲) ۰/۶۷ (۱)

۱۲) در ساختار چه تعداد از مواد زیر علاوه بر اتم‌های کربن و هیدروژن، اتم دیگری نیز وجود دارد؟

- پلی استیرن • کولار • تفلون • متیل استات • ویتامین آ
- ۴ (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴)

۱۳) جمله‌های زیر برای مقایسه ویژگی‌های پلی اتن سبک و سنگین بیان شده است. چه تعداد از این ویژگی‌ها مربوط به پلی اتن سنگین می‌باشد؟

- شاخه‌دار است.
- نقطه ذوب بالاتری دارد.
- شفاف است.
- استحکام کمتری دارد.
- از آن برای ساخت لوله‌های پلاستیکی استفاده می‌شود.

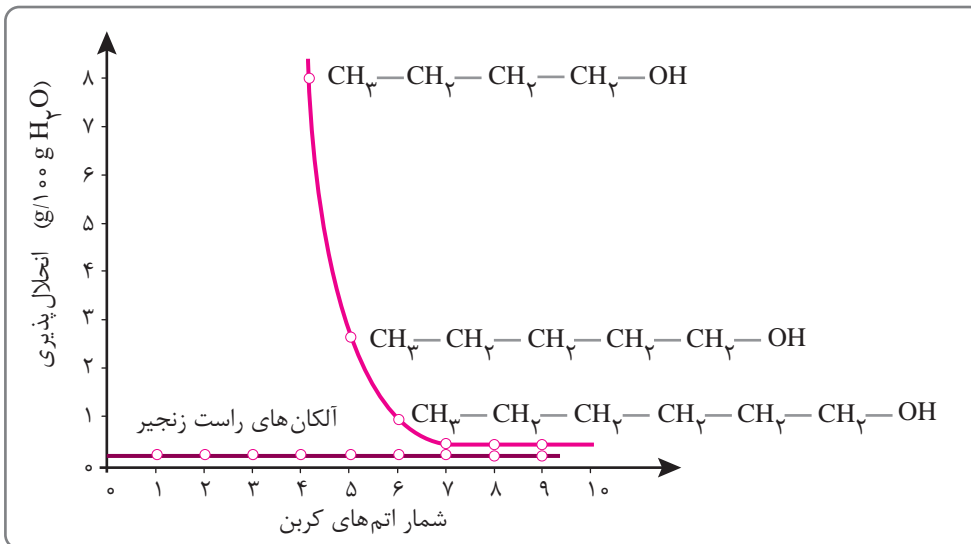
- ۴ (۴) ۳ (۳) ۲ (۲) ۱ (۱)

۱۴) نسبت جرم آب تولید شده به جرم الکل مصرف شده در سوختن کامل یک الکل سیر شده یک عاملی (ROH) برابر با ۱/۲ است. این الکل

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

- ۱) متانول (۱) ۲) اتانول (۲) ۳) پروپانول (۳) ۴) بوتانول (۴)

۱۵) با توجه به نمودار روبه‌رو، کدام گزینه نادرست است؟



۱) در ۱۰۰g آب، کمتر از ۰/۵ گرم ۱- اوکتانول حل می‌شود.

۲) با افزایش طول زنجیر هیدروکربنی در الکل‌ها، ویژگی ناقطبی الکل افزایش می‌یابد.

۳) با افزایش شمار اتم‌های کربن در آلکان‌های راست‌زنجیر، انحلال‌پذیری آن‌ها در آب تغییر محسوسی ندارد.

۴) در الکل‌های سنگین‌تر از ۱- پروپانول، بخش ناقطبی بر قطبی غلبه دارد و مولکول الکل در مجموع ناقطبی است.

۱۶) همه گزینه‌های زیر درست‌اند به جز: $(O = 16, C = 12, H = 1: g.mol^{-1})$

۱) مزه ترش میوه‌هایی مانند لیموترش و کیوی ناشی از وجود مولکول‌های اسید در آن‌هاست.

۲) گشتاور دوقطبی الکل‌ها از آلکان‌های هم‌کربن خود بیشتر است.

۳) تفاوت جرم مولی دو عضو متوالی از خانواده الکل‌های یک‌عاملی سیر شده برابر با ۱۵ گرم است.

۴) مولکول اتیل استات و بوتانوئیک اسید در شمار گروه‌های CH_3 با یکدیگر تفاوت دارند.