

پودمان سوم

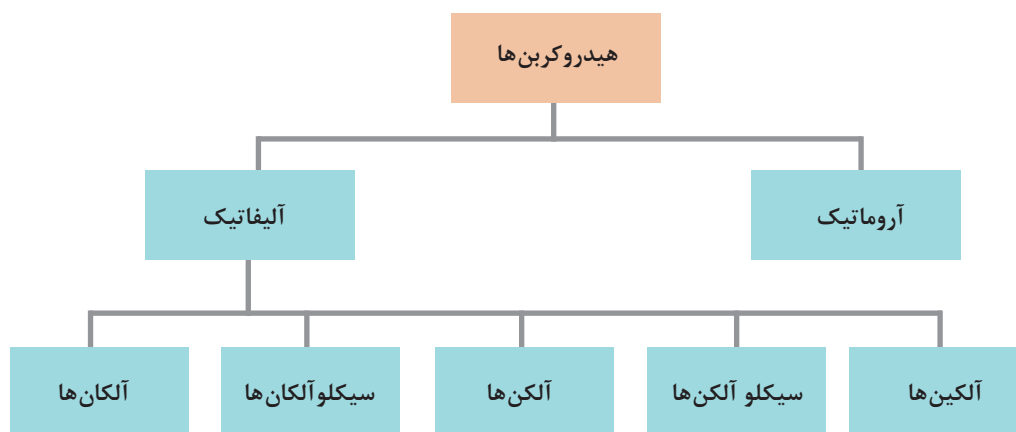
به کارگیری هیدروکربن های آلیفاتیک



بلی وینیل کلراید (PVC) یکی از پلیمرهایی است که به طور گسترده در صنایع مختلف از جمله ساختمانی، حمل و نقل، بسته بندی، برق و الکترونیک و یا مراقبت های بهداشتی کاربرد دارد.

در مبحث شیمی آلی ترکیباتی که شامل دو عنصر هیدروژن و کربن هستند، هیدروکربن نامیده می‌شوند. تمام ترکیبات آلی دیگر را نیز تقریباً می‌توان از مشتقات هیدروکربن‌های ساده دانست. هیدروکربن‌ها به دو گروه اصلی، آلیفاتیک و آروماتیک، تقسیم‌بندی می‌شوند. هیدروکربن‌های آلیفاتیک خود به چند خانواده: آلکان‌ها، آلکن‌ها، آلکین‌ها، سیکلوآلکان‌ها و سیکلوآلکن‌ها تقسیم می‌شوند (شکل ۱).

در سال دهم با خانواده آلکان‌ها آشنا شده‌اید. در این بخش ساختار و کاربرد دیگر هیدروکربن‌ها را فرامی‌گیرید.



شکل ۱- طبقه‌بندی هیدروکربن‌ها

آلکن‌ها، هیدروکربن‌هایی هستند که مولکول آنها شامل پیوند دوگانه $C = C$ است. این پیوند، نتیجه اشتراک دو جفت الکترون در دو اتم کربن است. این هیدروکربن‌ها نیز مانند آلکان‌ها، برحسب افزایش تدریجی تعداد اتم‌های کربن در زنجیر، ممکن است به صورت گاز، مایع و یا جامد وجود داشته باشند. نخستین و ساده‌ترین آلکن گاز اتن (اتیلن) به فرمول C_2H_4 است.

اتیلن مهم‌ترین ماده خامی است که در صنایع شیمی آلی به کار برده می‌شود، در میان ۴۵ ماده شیمیایی عمده (پس از مواد معدنی نظیر سولفوریک اسید، نیتروژن و اکسیژن) مقام چهارم را دارد.



آیا تاکنون به چرایی قرمز شدن گوجه فرنگی فکر کرده‌اید؟

فکر کنید ۱



اتیلن C_2H_4

اتیلن، گازی است که اندکی بوی ملایم و مطبوع دارد و در طبیعت به مقدار کم در گیاهان به وجود می آید در فرایند رسیدن بسیاری از میوه ها و سبزیجات (مانند موز، گلابی، گوجه فرنگی،...) نقش یک هورمون گیاهی^۱ را ایفا می کند. از این ویژگی در بازار فروش موز استفاده می شود. موز سبز نارس را در مناطق استوایی می چینند و در جعبه هایی که دارای منافذ است حمل می کنند. به این ترتیب، موز کمتر تحت تأثیر اتیلن آزاد شده قرار می گیرد و همچنان سبز باقی می ماند. با رسیدن جعبه ها به مقصد و قبل از فروش، موز را تحت تأثیر اندکی گاز اتیلن قرار می دهند تا به اندازه کافی برسد (شکل ۲).



شکل ۲- موزی که به وسیله گاز اتیلن از حالت نارس به حالت رسیده تبدیل شده است.

چرا می گویند انبه را نزدیک میوه های دیگر نگهداری نکنید؟

تحقیق کنید
۱



گاز اتیلن در صنایع عظیم پتروشیمی یکی از مهم ترین مواد اولیه به شمار می رود. در کشورهای برخوردار از این گونه صنایع، سالانه ده ها میلیون تن اتیلن تولید می شود. این گاز در تهیه و تولید انواع پلاستیک های ارزان قیمت مناسب برای ساختن ظروف آشپزخانه و غیره به کار می رود. همچنین در تهیه یاف مصنوعی پلی استر، الکل معمولی، ضدیخ و انواع فراورده های دیگر کاربرد دارد.

تحقیق کنید
۲



درباره نکات ایمنی گاز اتیلن تحقیق کنید و نتیجه را در کلاس ارائه کنید.

۱- هورمون گیاهی به مواد مختلفی اطلاق می شود که در بخشی از موجود زنده ساخته می شود و پس از انتقال، اثرات فیزیولوژیکی محسوسی در دیگر قسمت های آن به جا می گذارد.

هیدروکربن‌های هم خانواده اتیلن

اتیلن ساده‌ترین عضو خانواده آلکن‌هاست. این خانواده، با نام قدیمی اولفین^۱ شناخته می‌شود، ولی نام آلکن را ترجیح می‌دهند. در مولکول هیدروکربن‌های خانواده اتیلن، بین دو اتم کربن در زنجیر هیدروکربنی، یک پیوند دوگانه وجود دارد. مانند آنچه در مورد اتیلن (C_2H_4) دیده شد، در خانواده آلکن‌ها، در مولکول آلکن دو اتم هیدروژن کمتر از مولکول آلکان هم‌ردیف خود دارد و به همین دلیل، هیدروکربن سیرنشده به شمار می‌رود. به فرمول ساختاری و نام سه عضو اول این دو خانواده در جدول ۱ توجه کنید:

جدول ۱- مقایسه ساختار آلکان‌ها و آلکن‌ها

آلکان		آلکن	
CH_4	متان	-	-
$\begin{array}{c} H & H \\ & \\ H-C & -C-H \\ & \\ H & H \end{array}$	اتان (C_2H_6)	$\begin{array}{c} H & H \\ & \\ H-C & =C-H \end{array}$	اتن یا اتیلن (C_2H_4)
$\begin{array}{c} H & H & H \\ & & \\ H-C & -C & -C-H \\ & & \\ H & H & H \end{array}$	پروپان (C_3H_8)	$\begin{array}{c} H & H & H \\ & & \\ H-C & -C & =C-H \\ & & \\ H & & \end{array}$	پروپن یا پروپیلن (C_3H_6)
$\begin{array}{c} H & H & H & H \\ & & & \\ H-C & -C & -C & -C-H \\ & & & \\ H & H & H & H \end{array}$	بوتان (C_4H_{10})	$\begin{array}{c} H & H & H & H \\ & & & \\ H-C & -C & -C & =C-H \\ & & & \\ H & H & & \end{array}$	بوتن یا بوتیلن (C_4H_8)

از آنجا که فرمول عمومی هیدروکربن‌های آلکانی C_nH_{2n+2} است، فرمول عمومی خانواده آلکن‌هایی که یک پیوند دوگانه دارند، به چه صورت درمی‌آید؟

فکر کنید ۲



نام‌گذاری آلکن‌ها به روش آیوپاک^۲

آیوپاک سازمانی است که زیر نظر اتحادیه بین‌المللی شیمی محض و کاربردی به نام‌گذاری مواد شیمیایی می‌پردازد. این اتحادیه یک سازمان غیردولتی بوده که در سال ۱۹۱۹ میلادی (سال ۱۲۹۸ ه.ش)، به‌دنبال نشست‌های بین‌المللی شیمی کاربردی به‌منظور ارتقای دانش شیمی پایه‌گذاری شد. برای نام‌گذاری هیدروکربن‌های سیرنشده اتیلنی به روش آیوپاک، مانند هیدروکربن‌های سیرشده زنجیری (آلکن‌ها) عمل می‌کنند:

۱- OLEFIN از GAS OLEFIANT گرفته شده، که در فرانسه به معنی گاز روغن‌ساز است. دلیل انتخاب این نام، تشکیل ماده روغنی شکل از واکنش اتیلن با گاز کلر است.

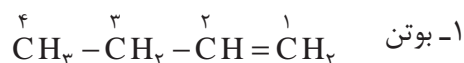
۲ و ۱ دی کلرواتان $C_2H_4 + Cl_2 \rightarrow C_2H_4Cl_2$

۲- International Union of Pure and Applied chemistry

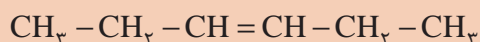
دستور شماره ۱- ابتدا بلندترین زنجیر کربنی موجود در مولکول را که شامل پیوند دوگانه نیز باشد، مشخص کنید (ریشه). نام هیدروکربن زنجیر اصلی را مشابه نام آلکان مربوط بنویسید و پسوند «ان» (ane) را به پسوند «ن» (en) تبدیل کنید. مانند اتان به اتن

پسوند + ریشه + پیشوند

دستور شماره ۲- موقعیت پیوند دوگانه را روی زنجیر اصلی، از طریق شماره گذاری مشخص کنید. این زنجیر را از جهتی شماره گذاری کنید که به اولین کربن پیوند دوگانه، کوچک ترین عدد ممکن تعلق بگیرد.
مثال:



فرمول های زیر را نام گذاری کنید.



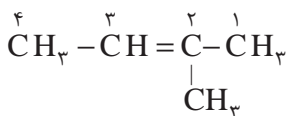
تمرین ۱



دستور شماره ۳- نام شاخه یا شاخه ها و موقعیت آنها را قبل از نام زنجیر اصلی بنویسید (پیشوند).

پیشوندها با جدا کردن «ان» (ane) از نام هیدروکربن و افزودن «-یل» (-yl) به انتهای آن نام گذاری می شوند. مانند متیل، اتیل، پروپیل و....

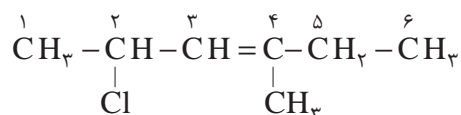
یادآوری



مثال ۱: ۲- متیل - ۲- بوتن

اگر جهت شماره گذاری بر موقعیت پیوند دوگانه تأثیر نداشته باشد، شماره گذاری از جهتی انجام می شود که به شاخه نزدیک تر باشد.

نکته



مثال ۲: ۲- کلرو - ۴- متیل - ۳- هگزن

ایزومری در آلکن‌ها

در مورد آلکن‌ها همانند هیدروکربن‌های سیرشده، علاوه بر پیدایش شاخه‌ها و تغییر مکان آنها، که موجب پیدایش ایزومری می‌شود، عامل تغییر مکان پیوند دوگانه نیز در پیدایش ایزومری تأثیرگذار است. بنابراین، تعداد ایزومرها برای یک هیدروکربن سیرنشده، بیشتر از تعداد آنها برای هیدروکربن سیرشده‌ای است که همان تعداد کربن را دارد. برای درک بهتر، تعداد ایزومرهای بوتان و بوتن را در جدول (۲) مقایسه کنید:

جدول ۲- ایزومرهای بوتان و بوتن

$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3 \\ \text{۲- متیل پروپان} \end{array}$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ <p style="text-align: center;">n- بوتان</p>	بوتان
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{C} = \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \\ \text{۲- متیل - ۱- پروپن} \end{array}$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH}_2$ بوتن ۱- $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$ بوتن ۲-	بوتن

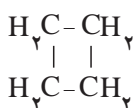
همان‌طور که مشاهده می‌کنید بوتان دارای دو ایزومر است در صورتی که بوتن (C_4H_8) با داشتن همان تعداد کربن، سه ایزومر دارد.

نکته

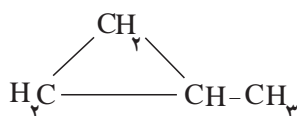


در مورد ترکیبی مانند ۲-متیل پروپان و ۲-متیل - ۱-پروپن، می‌توان از ذکر شماره محل اتصال شاخه‌ها خودداری کرد، زیرا شاخه متیل به غیر از اتم کربن دوم، نمی‌تواند محل دیگری را اختیار کند. چون در آن صورت، جزء شاخه اصلی به شمار می‌آید. بدیهی است با تغییر مکان پیوند دوگانه، مبدأ شماره‌گذاری نیز تغییر خواهد کرد، به گونه‌ای که دوباره همان نام به دست می‌آید. بنابراین، برای نام‌گذاری دو ترکیب فوق، فقط به ذکر متیل پروپان یا متیل پروپن اکتفا می‌کنیم.

برای موادی به فرمول عمومی C_nH_{2n} ، از پروپن (C_3H_6) به بعد، نوع دیگری از ایزومری ساختاری وجود دارد که به صورت هیدروکربن حلقوی سیرشده و فاقد پیوند دوگانه است. برای مثال، اضافه بر سه ایزومر ساختاری که برای بوتن ترسیم شد، می‌توان دو ایزومر حلقوی زیر را نیز در نظر گرفت:



سیکلو بوتان




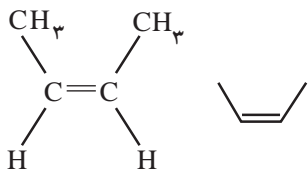

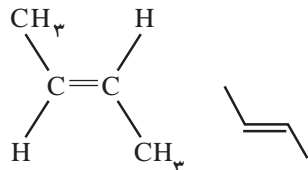
متیل سیکلو پروپان

با این موضوع، در مبحث سیکلوآلکان‌ها بیشتر آشنا خواهید شد.

ایزومرهای سیس - ترانس^۲ (ایزومری هندسی^۲) در ۲- بوتن

مطابق آنچه آموختید، چنین به نظر می‌رسد که بوتن (C_4H_8)، باید دارای ۲ ایزومر بدون شاخه زنجیری باشد (۱- بوتن و ۲- بوتن). آزمایش و تحقیق نشان می‌دهد که واقعیت چنین نیست و عملاً سه نوع ایزومر برای آن وجود دارد، زیرا ایزومر ساختاری ۲- بوتن ($CH_3 - CH = CH - CH_3$) به تنهایی به صورت دو ماده مختلف دیده می‌شود که در برخی خواص فیزیکی و شیمیایی با یکدیگر متفاوت‌اند. برای مثال، دمای جوش یکی $9^\circ C$ و دیگری $37^\circ C$ است. جدول (۳) مولکول ۲- بوتن و چگونگی آرایش یافتن اتم‌ها و گروه‌های آن در فضا و پیرامون پیوند دو گانه را نشان می‌دهد.

جدول ۳- ایزومرهای هندسی (سیس و ترانس) در ۲- بوتن

نام	مدل فضا پرکن	فرمول	چگالی	نقطه جوش
سیس - ۲- بوتن			۰/۶۲۱	۳/۷
ترانس - ۲- بوتن			۰/۶۰۴	۰/۹

مطابق قرارداد، ایزومر ردیف اول را که دو گروه جانشینی بزرگ متیل در آن، در یک سوی پیوند دو گانه قرار دارند، سیس - ۲- بوتن، می‌نامند. ایزومر دوم را که دو گروه جانشینی متیل در آن، در دو سوی پیوند دو گانه قرار دارند، ایزومر ترانس - ۲- بوتن می‌نامند.

ایزومرهای سیس و ترانس^۴، ایزومرهایی هستند که از نظر فرمول ساختاری یکسان، و از نظر چگونگی آرایش اتم‌ها و گروه‌های تشکیل دهنده آنها در فضا، متفاوت‌اند. به همین دلیل، این گونه ایزومرها را، ایزومرهای فضایی^۵ نیز می‌نامند.

ایزومرهای فضایی هنگامی پدید می‌آیند که گروه‌های جانشینی موجود بر روی هر اتم کربن تشکیل دهنده پیوند دو گانه، متفاوت باشند.

نکته



بحث گروهی ۱



به کمک دوستان خود بگویید آیا ۱- بوتن می‌تواند ایزومرهای هندسی (سیس و ترانس) داشته باشد؟ چرا؟

۱- Isomer

۲- CIS-TRANS ISOMERISM

۳- GEOMETRIC ISOMETRISM

۴- CIS و TRANS دو کلمه یونانی هستند که اولی به معنی «کنار»، و دومی به معنی «مقابل» است.

۵- Stereoisomers

تحقیق کنید
۳



چرا دمای جوش ایزومرهای سیس و ترانس - ۲- بوتن متفاوت است؟

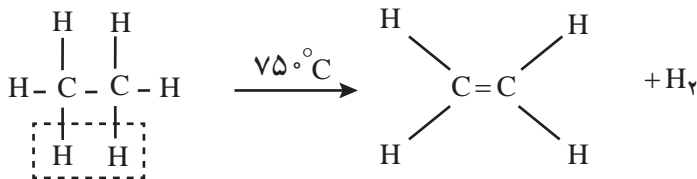
تهیه اتیلن و هیدروکربن‌های اتیلنی

فکر کنید



چرا هیدروکربن‌های اتیلنی از نظر شیمیایی (واکنش پذیری) فعال هستند؟

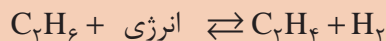
تولید اتیلن در صنعت: بخش اعظم اتیلن، از گرمادادن به ترکیب‌های نفتی در پالایشگاه، و از زدودن تعدادی اتم هیدروژن از آلکان‌ها به دست می‌آید. اتان را تا 75°C گرما می‌دهند، یک مولکول هیدروژن از آن جدا می‌شود و گاز اتیلن پدید می‌آید.



در صنایع پتروشیمی، این گونه واکنش‌ها، که در طی آن یک مولکول بر اثر گرما به مولکول‌های کوچک‌تر شکسته می‌شود، «مولکول‌شکنی گرمایی»^۱ نام دارد. در عین حال، به علت گرفتن هیدروژن از ماده اولیه، این واکنش نوعی واکنش «هیدروژن‌زدایی»^۲ نیز به شمار می‌رود. عکس این واکنش، هیدروژن‌دار شدن^۳ است که در آن اتیلن به اتان تبدیل می‌شود.



واکنش تبدیل اتان به اتیلن یک واکنش برگشت‌پذیر است، زیرا خود واکنش و عکس آن، در شرایط مناسب انجام‌پذیر است.



نکته



بیشتر بدانید



مولکول‌شکنی (کراکینگ^۴) به واکنش‌های شکستن اجزای نسبتاً سنگین‌تر نفتی در پالایشگاه و تبدیل آنها به اجزای سبک‌تر گفته می‌شود. واکنش‌های مولکول‌شکنی، معمولاً با آزاد شدن مقدار زیادی گازهای هیدروکربنی از قبیل اتیلن و پروپیلن همراه است که در صنایع پتروشیمی کاربرد وسیعی دارند. مولکول‌شکنی معمولاً یا به کمک گرما (مولکول‌شکنی گرمایی) و یا به کمک کاتالیزگر (مولکول‌شکنی کاتالیزی^۵) صورت می‌گیرد.

- ۱- Thermal Cracking
- ۲- Dehydrogenation
- ۳- Hydrogenation
- ۴- Cracking
- ۵- Catalytic Cracking

تمرین ۴



عبارت زیر را با حذف کلمه‌های مناسب، کامل کنید.
واکنش افزایش هیدروژن به اتان $\frac{\text{گرماده}}{\text{گرماگیر}}$ و واکنش افزایش هیدروژن به اتیلن $\frac{\text{گرماده}}{\text{گرماگیر}}$ است.

تمرین ۵



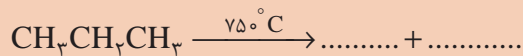
مطابق اصل لوشاتلیه، پیش‌بینی کنید که هرگاه:
■ دما را افزایش دهیم، واکنش تعادلی تبدیل اتان به اتیلن به کدام سو جابه‌جا می‌شود، و نسبت کدام ماده در مخلوط تعادلی، افزایش می‌یابد؟
■ فشار را بر مخلوط تعادلی، افزایش دهیم، واکنش تعادلی به کدام سو جابه‌جا می‌شود؟

در صنایع پتروشیمی، با استفاده از کاتالیزگر، دما و فشار مناسب، تعادل را به سوی محصول مورد نظر سوق می‌دهند. برای تهیه هیدروکربن‌های اتیلنی سنگین‌تر نیز، با روش مولکول‌شکنی عمل می‌کنند. برای مثال، از مولکول‌شکنی گرمایی گاز پروپان، به پروپن (پروپیلن) می‌رسند که ماده‌ی اولیه مهمی در صنایع پتروشیمی و از جمله تولید پلاستیک‌های مورد مصرف در آشپزخانه است.

پرسش ۲



واکنش زیر را کامل کنید:



بیشتر بدانید

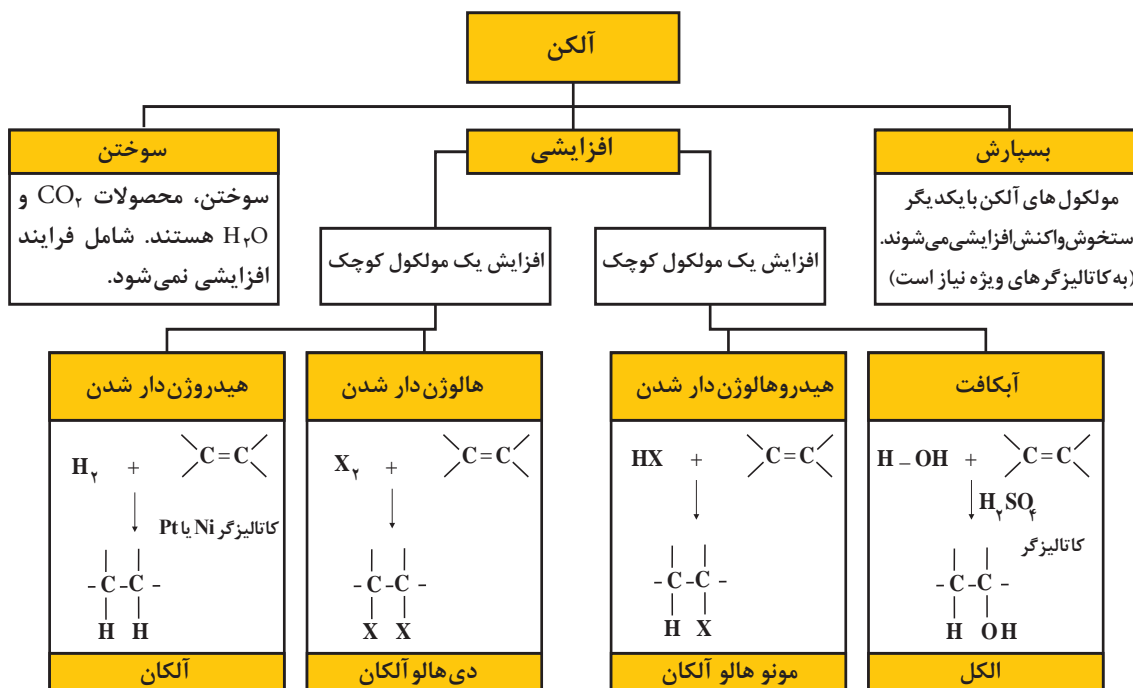


کشور عزیزمان ایران با تولید هزاران تن اتیلن در سال، در جایگاه دوم در بین کشورهای خاورمیانه قرار دارد.



واکنش های شیمیایی آلکن ها

واکنش های شیمیایی آلکن ها را می توان به طور کلی به سه گروه واکنش های سوختن، افزایشی و بسپارش تقسیم بندی کرد. شکل (۳)



شکل ۳- نمودار واکنش های شیمیایی آلکن ها

سوختن

شعله سوختن اتان و متان، که بخش اعظم گاز طبیعی را تشکیل می دهند، آبی کم رنگ است. اتیلن مانند اتان در هوا می سوزد. شعله اتیلن، به علت بیشتر بودن نسبت کربن به هیدروژن، نورانی و درخشنده است. ذرات کربن نسوخته حاصل از تجزیه گرمایی اتیلن، درون شعله به التهاب در می آیند و شعله را درخشنده می کنند. بدیهی است، وقتی این ذره ها به سطح شعله برسند، کاملاً می سوزند.



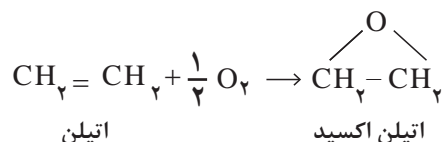
آلکن های دیگر نیز در هوا می سوزند فرمول عمومی سوختن آنها را بنویسید.

تمرین ۶

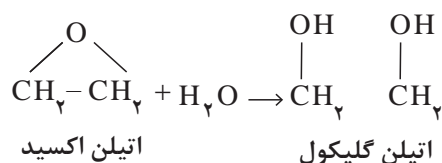


اکسایش اتیلن

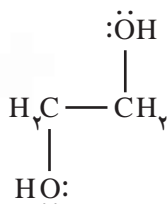
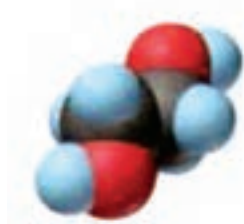
اکسایش اتیلن استفاده وسیعی در صنایع پتروشیمی دارد. اکسایش اتیلن برای اولین بار توسط دی کلرواتانول و پتاسیم هیدروکسید مایع انجام شد. سپس روش مستقیم اکسایش اتیلن با استفاده از کاتالیزگر نقره کاربرد فراوانی یافت. در این روش گاز اتیلن به وسیله اکسیژن هوا در مجاورت کاتالیزگر نقره در فشار و دمای مشخص اتیلن اکسید حاصل می شود.



در سطح جهانی، سالانه میلیون ها تن اتیلن اکسید مطابق این روش تهیه می شود که برای تولید برخی مواد شیمیایی و به ویژه اتیلن گلیکول مصرف دارد. اتیلن اکسید با آب واکنش می دهد و اتیلن گلیکول پدید می آورد.



در آزمایشگاه اتیلن و سایر آلکن هایی که پیوند دوگانه دارند، محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات اسیدی را بی رنگ می کنند. و خود اکسید می شوند. معادله واکنش، به قرار زیر است:



شکل ۴- ساختار اتیلن گلیکول

ماده حاصل از این واکنش، الکی است دو عاملی، که نام تجاری آن اتیلن گلیکول است و به عنوان ضدیخ (مصرف دارد. شکل (۴).

به چه علت از اتیلن گلیکول به عنوان ضدیخ استفاده می شود؟

فکر کنید ۴



فعالیت عملی ۱



آزمایش تشخیص آلکن از آلکن

شکل روبه رو دو لوله آزمایش را نشان می دهد که یکی مایع n - هگزان و دیگری مایع ۱- هگزن دارد. بر روی هر دوی آنها محلول رقیق پتاسیم پرمنگنات ریخته ایم. به نظر شما، کدام یک آلکن است؟



با مراجعه به منابع اینترنتی معتبر، درباره خواص اتیلن گلیکول و کاربرد آن اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و آنها را به کلاس ارائه دهید.

واکنش‌های افزایشی اتیلن

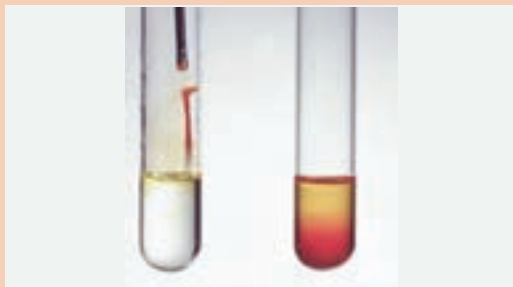
به‌طور کلی منظور از واکنش افزایشی، واکنشی است که در آن دو یا چند ماده با یکدیگر ترکیب می‌شوند و ماده واحدی به‌وجود می‌آورند.

■ واکنش افزایشی با هالوژن‌ها

برای آشنایی با این بخش واکنش افزایشی اتیلن با برم و کلر بررسی می‌شود:



واکنش برم با اتیلن



آزمایش بی‌رنگ شدن آب برم برای تشخیص الکن‌ها

حدود ۲ میلی‌لیتر آب برم را که قرمز قهوه‌ای رنگ است، در لوله آزمایش محتوی گاز اتیلن بریزید، سپس دهانه آن را ببندید و تکان دهید. مشاهده می‌کنید آب برم بی‌رنگ می‌شود، که نشانه انجام واکنش میان برم و اتیلن است. این واکنش، در تاریکی نیز انجام‌پذیر است. ماده حاصل که ۱،۲-دی‌برمو اتان نام دارد، مایع بی‌رنگی است که در صنعت تولید بنزین، کاربرد فراوان دارد.

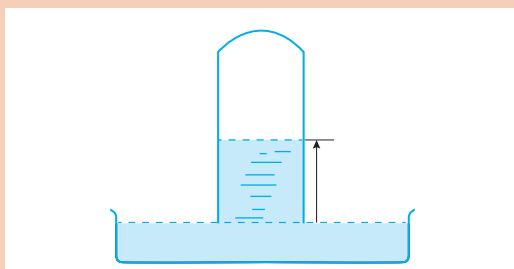


از محلول‌های پتاسیم پرمنگنات و آب برم، به علت تغییر رنگ آنها در واکنش، برای تشخیص الکن‌ها و سایر مواد سیر نشده، استفاده می‌شود.



واکنش کلر با اتیلن

گازهای کلر و اتیلن را در یک لوله آزمایش وارد کنید، و بر روی تشتکی که از محلول سیر شده نمک طعام پر شده است، واژگون سازید مانند شکل روبه‌رو، پس از مدتی، سطح آب نمک در لوله بالا می‌رود. بالا رفتن سطح آب نمک، نشانه آن است که واکنش بین گاز کلر و گاز اتیلن با کم شدن حجم همراه است.



واکنش کلر با اتیلن روی سطح آب نمک

می‌توان نتیجه گرفت که بین اتیلن و کلر نوعی «واکنش افزایشی» صورت گرفته است. (مانند واکنش افزایشی قبلی برم با اتیلن)



معادله واکنش را بنویسید و محصول را نام گذاری کنید.

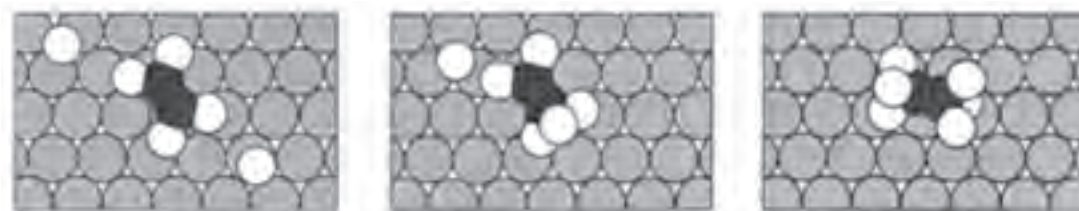
معادله واکنش برم را با پروپیلن بنویسید، و محصول عمل را نام گذاری کنید.



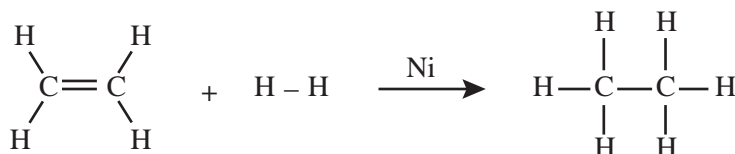
چرا روغن مایع برای سلامتی بهتر از روغن جامد است؟

■ واکنش افزایشی با هیدروژن

واکنش افزایشی گاز هیدروژن با هیدروکربن‌های سیرنشده، بدون حضور کاتالیزگر تقریباً ناممکن است. زیرا پیوند $H-H$ به‌طور قابل ملاحظه‌ای قوی است و به آسانی نمی‌شکند. ولی هرگاه از کاتالیزگرهایی مانند فلزهای پلاتین، پالادیم یا نیکل، به‌صورت ذره‌های ریز استفاده کنیم، مولکول‌های هیدروژن، مطابق شکل، جذب سطح این ذره‌ها می‌شوند. و به ازای درهم شکستن هریک پیوند $H-H$ ، دو اتم هیدروژن، مطابق شکل (۵)، دو پیوند ناپایدار و موقت با اتم‌های سطحی کاتالیزگر تشکیل می‌دهند. آنگاه از برخورد اتم‌های هیدروژن مزبور با مولکول اتیلن، پیوند دو گانه شکسته شده و پیوندهای جدید $C-H$ پدید می‌آیند. با انجام این واکنش افزایشی، مولکول اتان آزاد می‌شود و از سطح کاتالیزگر جدا می‌گردد.



شکل ۵- واکنش افزایشی H_2 و C_2H_4 بر سطح کاتالیزگر



بدیهی است که نقش کاتالیزگر در اینجا، تغییر مسیر واکنش و عبور دادن آن از یک قله انرژی کم ارتفاع‌تر است که نیازمند انرژی فعال‌سازی کمتر می‌باشد.

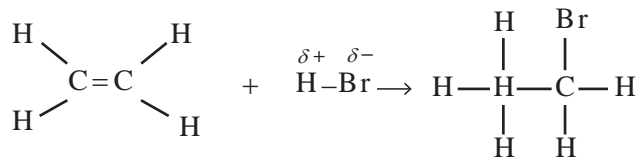
۱- انرژی پیوند $H-H$ برابر ۴۳۶ کیلوژول بر مول است.

هنگامی که دو یا چند مولکول هیدروژن با یک مولکول هیدروکربن سیرنشده واکنش می‌دهند و یک مولکول محصول پدید می‌آورند، این واکنش‌ها «هیدروژن‌دار شدن» نام دارند.

یک مورد کاربرد مهم برای «هیدروژن‌افزایی»، در صنعت روغن نباتی است.

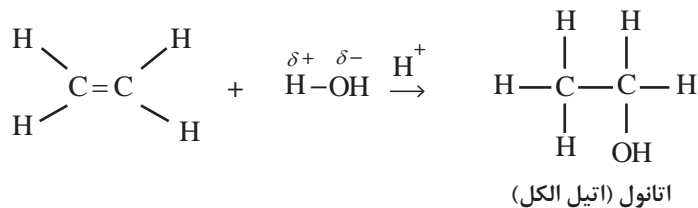
■ واکنش افزایشی هیدروژن با هالیدها

هیدروکربن‌های سیرنشده از قبیل اتیلن، فقط با مولکول‌های ساده‌ای همچون H_2 و Br_2 واکنش افزایشی نمی‌دهند، بلکه با مولکول‌های مرکبی مانند هیدروژن‌هالیدها از قبیل HCl ، HBr ، HI ، یا آب، نیز واکنش می‌دهند. برای نمونه واکنش افزایشی اتیلن با HBr که یک مولکول قطبی است، بررسی می‌شود. به علت بیشتر بودن الکترونگاتیوی برم نسبت به هیدروژن (الکترونگاتیوی برم، $2/8$ و الکترونگاتیوی هیدروژن $2/1$ است)، جفت الکترون مشترک در $\text{H}^{\delta+}\text{Br}^{\delta-}$ اندکی به سوی برم کشیده می‌شود، به طوری که برم، سر منفی و هیدروژن سر مثبت این مولکول را تشکیل می‌دهند. به محض اینکه سر مثبت هیدروژن این مولکول، که «الکترون‌دوست» است، به مولکول اتیلن نزدیک می‌شود، یک پیوند کووالانسی در اتیلن شکسته شده و یک پیوند کووالانسی در H-Br و طی شدن مراحل واکنش، دو پیوند کووالانسی جدید پدید می‌آید و مولکول آلکن به مولکول آلکان تبدیل می‌شود.



■ واکنش افزایشی با آب

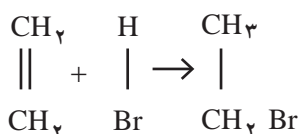
مولکول آب یک مولکول قطبی است. آب می‌تواند در مجاورت کاتالیزگرهای اسیدی با اتیلن واکنش افزایشی انجام دهد. این واکنش به صورت زیر نشان داده می‌شود. محصول واکنش، اتانول (یا اتیل الکل) است.



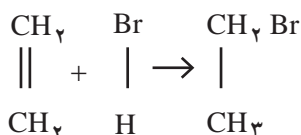
اتانول، الکلی دوکربنی، بی‌رنگ و فرّار است که به هر نسبتی در آب حل می‌شود. این الکل یکی از مهم‌ترین حلال‌های صنعتی است که در تهیه مواد دارویی، بهداشتی و آرایشی به کار می‌رود. از اتانول در بیمارستان‌ها به عنوان ضدعفونی‌کننده استفاده می‌شود.

چگونگی واکنش‌های افزایشی در هیدروکربن‌های مونواتیلنی

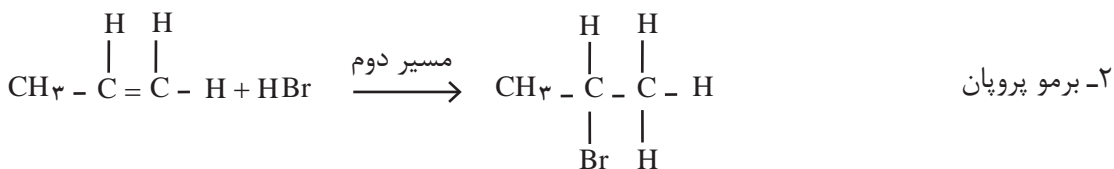
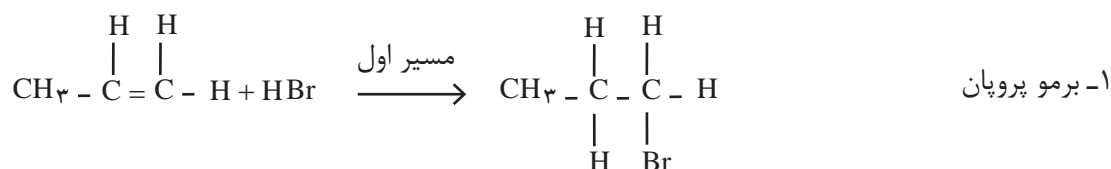
در واکنش افزایشی یک هیدروژن‌هالید (مانند HBr) با اتیلن، هیدروژن بر یکی از اتم‌های کربن و هالوژن بر روی اتم کربن دیگر می‌نشیند، و در نتیجه برمواتان تشکیل می‌شود.



حال اگر در معادله فوق، جای هیدروژن و برم بر روی اتم‌های کربن عوض شود، چون دو اتم کربن در اتیلن از هرنظر یکسان هستند، باز هم نتیجه عمل، همان تشکیل برمواتان خواهد شد.



ولی اگر به جای اتیلن در این واکنش، از هم زده بعدی، یعنی پروپیلن (پروپن) استفاده شود، اتم‌های کربن پیوند دوگانه، دیگر یکسان نیستند. بنابراین، به ظاهر دو مسیر مختلف برای انجام واکنش وجود دارد:



آزمایش نشان می‌دهد که تقریباً همه محصول ۲-برموپروپان است. معنی این گفته آن است که واکنش افزایشی HBr به مولکول نامتقارن آلکن، از نوعی «موضع‌گزینی» برخوردار است. اتم هیدروژن به اتم کربنی از پیوند دوگانه متصل شده است که دارای اتم H بیشتری است. این موضع‌گزینی در بسیاری موارد دیگر نیز، عملاً مشاهده می‌شود. مارکونیکف، شیمی‌دان روسی، پس از آزمایش‌ها و تحقیقات تجربی فراوان، به این قاعده تجربی که به نام وی معروف است، دست یافت.



می توان فرمول آب را به صورت $\delta^+ \delta^-$ $\text{H}-\text{O}-\text{H}$ نوشت و قطبی بودن مولکول آن را نشان داد. معادله واکنش آب را با پروپیلن بنویسید (نام ترکیب حاصل ایزوپروپیل الکل است).

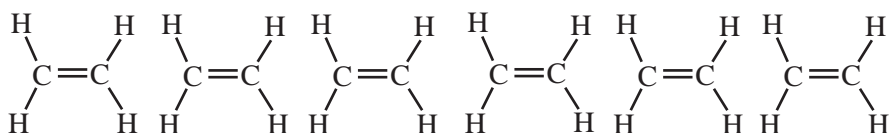
بسپارش آلکن ها



در مورد تصاویر زیر با دوستان خود گفت و گو کنید:

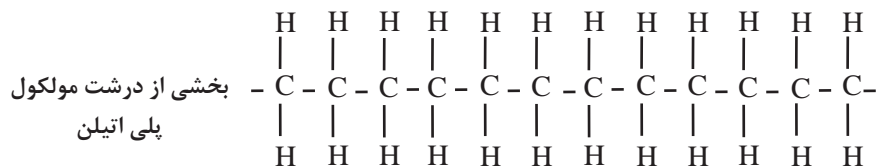


آلکن ها، مانند اتیلن، به سبب داشتن پیوند دوگانه، می توانند نوعی واکنش افزایشی از خود نشان دهند. در این صورت، پیوند دوگانه مولکول اتیلن باز می شود و به مولکول اتیلن مجاور، که پیوند آن نیز باز شده است، متصل می شود. به همین ترتیب، مولکول های اتیلن دیگری به این مجموعه می پیوندند، و زنجیره هیدروکربنی بلندی تشکیل می شود.

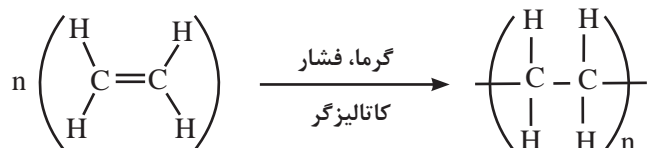


مولکول های اتیلن (تکپار)

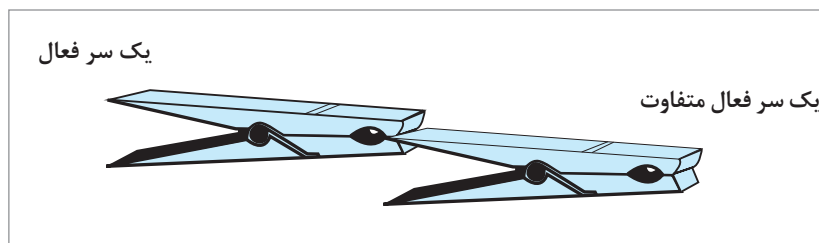
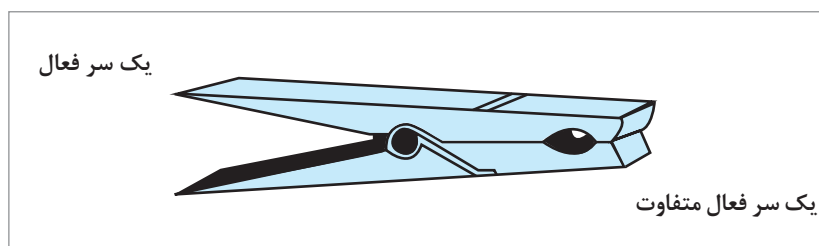
بسپارش



به طور کلی واکنش را می توان به صورت زیر نشان داد:



مولکول اصلی که واحد ساختاری این زنجیره را تشکیل می دهد، تکپار^۱ (مونومر) نامیده می شود. محصول را که به صورت زنجیره بلند حاصل از تشکیل پیوندهای کووالانسی میان تکپارهاست، بسیار^۲ (پلیمر) می نامند. مهم ترین ویژگی تکپار که به آن امکان می دهد زنجیره بلند بسیار را تشکیل دهد، دربرداشتن دو گروه با دو سر فعال است. یک تکپار، باید توان ایجاد دو پیوند را از هر دو سر خود با مولکول های مجاور داشته باشد.



شکل ۶- نمایشی برای مفاهیم تکپار و بسیار

مطابق شکل (۶)، هر گیره را می توان به یک تکپار تشبیه کرد، که دارای دو سر است و می تواند با گیره های متعدد دیگر، زنجیره بسیار بلند بسیار پدید آورد. محیط زندگی ما سرشار از مولکول های بسیار بزرگ بسیاری است که اصطلاحاً آنها را درشت مولکول^۳ می نامند. مثال انواع طبیعی این درشت مولکول ها، کائوچوی طبیعی، پنبه و پشم است و مثال انواع سنتزی آنها پلاستیک ها، نایلون، الیاف پارچه ای پلی استر و غیر آنهاست.

۱- MONOMER به یونانی به معنی «یک جزء».

۲- POLYMER به یونانی به معنی «جزای متعدد و فراوان».

پلاستیک‌های پلی اتیلن و پلی پروپیلن



شکل ۷- تهیه بطری‌های آب از پلی اتیلن

پلاستیک‌ها را ممکن است گونه‌ای مواد بسیاری دانست که می‌توان به دفعات گرم و ذوب کرد و در قالب ریخت و به شکل مورد نظر درآورد. پلاستیک‌ها برخلاف الیاف بسیاری پارچه‌های سنتزی که مولکول‌ها در آنها به صورت رشته‌های نخ مانند درازی هستند، می‌توانند اشیای سه بعدی و یا ورقه‌های نازک و شفاف پدید آورند.

پلاستیک پلی پروپیلن: این نوع پلاستیک نیز از تکپار پروپیلن به فرمول $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$ و به همان شیوه تشکیل پلاستیک پلی اتیلن به وجود می‌آید. در جدول ۴ مقایسه پلاستیک‌های پلی اتیلن و پلی پروپیلن را ملاحظه می‌کنید.

جدول ۴- مقایسه پلاستیک‌های پلی اتیلن و پلی پروپیلن

واحد تکرار شونده و نام بسپار	فرمول و نام تکپار	مصارف بسپار
$\left(\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ -\text{C} - \text{C}- \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} \right)_n$ <p>پلی اتیلن</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C} = \text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$ <p>اتیلن</p>	بطری، کیسه پلاستیکی، اسباب بازی، عایق الکتریسته
$\left(\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ -\text{C} - \text{C}- \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{CH}_3 \end{array} \right)_n$ <p>پلی پروپیلن</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{C} = \text{C} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{CH}_3 \end{array}$ <p>پروپیلن</p>	بطری، فرش، قطعات قالب‌گیری شده از جمله دریچه‌های مصنوعی قلب

صنعت پتروشیمی یکی از صنایع مهم جهان است. در این صنعت، ترکیب‌ها، مواد و وسایل گوناگونی از نفت یا گاز طبیعی به دست می‌آید که به فراورده‌های پتروشیمیایی معروف‌اند. پتروشیمی ایران



نسبت به سایر رقبای خود مزیت و برتری‌های فراوانی دارد. از آن جمله می‌توان به منابع ارزان نفت و گاز، دسترسی سریع به بازارهای جهانی و منطقه‌ای و نیروی انسانی اشاره کرد. امید است پتروشیمی ایران در سال‌های آینده، بیش از پیش در منطقه و جهان بدرخشد.

بیشتر بدانید



آلکین‌ها (هیدروکربن‌های استیلنی)

بحث‌گروهی ۴



آیا تابه‌حال به جوشکاری و برشکاری فلزها توجه کرده‌اید؟ چه شرایطی برای جوشکاری لازم است؟

خانواده دیگری از هیدروکربن‌ها شامل مولکول‌هایی است که بین اتم‌های کربن پیوند سه‌گانه دارند، این هیدروکربن‌ها را آلکین‌ها می‌نامند. تعداد هیدروژن‌ها در این هیدروکربن‌ها، دو اتم کمتر از آلکن‌هایی است که همان تعداد کربن دارند. با توجه به اینکه فرمول عمومی آلکن‌ها، C_nH_{2n} است. بنابراین، فرمول عمومی آلکین‌ها به صورت C_nH_{2n-2} نوشته می‌شود. این هیدروکربن‌ها برای صنایع مواد مصنوعی مانند پلاستیک‌ها و الیاف مواد اولیه پارازشی به‌شمار می‌آیند.

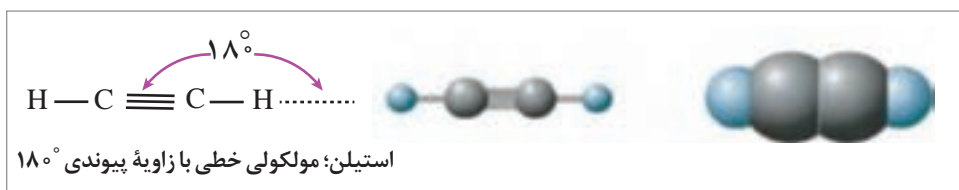
تمرین ۱۱

تعیین کنید هر یک از هیدروکربن‌های زیر به کدام گروه (آلکان، آلکن، آلکین) تعلق دارند؟

الف) C_5H_{10} ب) C_5H_{12} ج) C_5H_8



ساده‌ترین عضو خانواده آلکین‌ها، اتین (C_2H_2) است، که دو اتم هیدروژن و دو اتم کربن دارد و استیلن نامیده می‌شود. از این رو، آلکین‌ها را **هیدروکربن‌های استیلنی** نیز می‌نامند. فرمول ساختاری استیلن، یعنی چگونگی پیوند اتم‌های کربن و هیدروژن به یکدیگر در شکل (۸) نشان داده شده است.



شکل ۸- نمایش فرمول ساختاری مولکول خطی استیلن

همان‌طور که مشاهده می‌کنید، استیلن، یک مولکول خطی است. یعنی، دو اتم کربن و دو اتم هیدروژن، همگی در یک راستا قرار گرفته‌اند.

نام‌گذاری آلکین‌ها

آلکین‌ها نیز، مانند آلکان‌ها و آلکن‌ها، یک مجموعه هم‌زده تشکیل می‌دهند. یعنی هر ترکیب با ترکیب قبلی یا بعد از خود، در یک گروه ($-CH_2-$) متیلن تفاوت دارد.



الف) با توجه به یک ظرفیتی بودن هیدروژن و چهار ظرفیتی بودن کربن، برای هیدروکربنی به فرمول C_8H_{18} ، چند ایزومر ساختاری می‌توان رسم کرد که دارای پیوند سه‌گانه کربن - کربن باشند؟ نام هر یک را به روش آیوپاک بنویسید.

ب) آیا در پرسش بالا می‌توان پنج اتم کربن را پشت سر هم در یک ردیف نوشت و پیوند سه‌گانه را بین کربن‌های سوم و چهارم قرار داد؟ نام آیوپاک این ترکیب چه خواهد بود؟

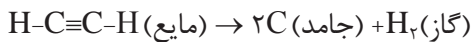
ج) چرا در بعضی آلکن‌ها ایزومری هندسی مشاهده می‌شود، ولی در آلکین‌ها مشاهده نمی‌شود؟ توضیح دهید؟

د) ایزومرهای استیلنی هیدروکربنی به فرمول C_8H_{10} را رسم کنید و نام هر یک را به روش آیوپاک بنویسید.

ه) آیا در تمرین د، ایزومری داشته‌اید که نام آیوپاک آن ۳-اتیل - ۱- بوتین باشد؟ ساختار این ایزومر را رسم کنید و توضیح دهید. چه اشکالی در نام‌گذاری آن وجود دارد؟

استیلن

گاز استیلن یا اتین کوچک‌ترین عضو از خانواده آلکین‌ها، دارای فرمول مولکولی C_2H_2 است که در آن دو اتم کربن توسط یک پیوند سه‌گانه به هم متصل شده‌اند به همین جهت استیلن جزو ترکیبات سیرنشده به‌شمار می‌آید. استیلن خالص، گازی است بی‌رنگ و دارای بویی شبیه به بوی اتر، در دما و فشار مشخصی به مایع تبدیل می‌شود. استیلن را نمی‌توان بدون رعایت مسایل ایمنی، به مایع تبدیل کرد. استیلن مایع، به‌طور انفجاری به عنصرهای سازنده آن (کربن و هیدروژن) تجزیه می‌شود.



هیدروژن کربن استیلن

$$\Delta H = -54 \text{ k.cal}$$

استیلن کمی در آب و الکل حل می‌شود، ولی در استون بسیار حل‌پذیر است؛ به‌طوری که در دمای $15^\circ C$ و در فشار معمولی، ۲۵ برابر و در ۱۲ اتمسفر تا ۴۰۰ برابر حجم خود در استون حل می‌شود.



برای حمل و نقل استیلن از مخزن‌های فولادی استفاده می‌کنند. در این مخزن‌ها، ورقه‌هایی از پنبه نسوز که به استون مرطوب آغشته شده‌اند، قرار می‌دهند. استیلن را با فشار نسبتاً کم، در این مخزن‌ها ذخیره می‌کنند. وقتی شیر مخزن را باز کنند، گاز استیلن، همراه با کمی استون، بیرون می‌آید.



با استفاده از این روش، از حوادث ناشی از انفجار استیلن که زمانی بسیار متداول بود، جلوگیری می‌شود. سیلندرهای گاز استیلن به‌دلیل آتش‌زا و خطرناک بودن لازم است یکپارچه قرمز رنگ باشند. شکل (۹)

شکل ۹- کپسول استیلن

تهیه استیلن

استیلن، از نظر صنعتی اهمیت فراوان دارد. ساده‌ترین راه برای تهیه استیلن، افزودن آب به کلسیم کربید است. در آزمایشگاه، استیلن را به این روش تهیه می‌کنند. برای تهیه کلسیم کربید، زغال کک را که یکی از فرآورده‌های به‌دست آمده از تقطیر زغال سنگ است، مخلوط با آهک، در کوره الکتریکی تا حدود 2000°C گرم می‌کنند. واکنش زیر روی می‌دهد:



کربن مونوکسید کلسیم کربید کک آهک



سپس، از واکنش آب با کلسیم کربید، استیلن به‌دست می‌آید:



کلسیم کربید استیلن

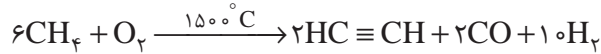


شکل ۱۰- واکنش کلسیم کربید با آب گاز اشتعال پذیر استیلن را تولید می‌کند.

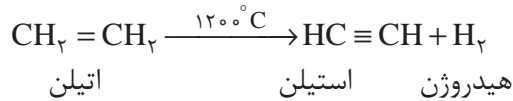
پودمان سوم: به کارگیری هیدروکربن‌های آلیفاتیک

در این فرایند، از مواد اولیه‌ای استفاده می‌شود (زغال کک، آهک و آب) که فراوان و نسبتاً ارزان‌اند. استیلنی که از آبکافت کلسیم کربید به دست می‌آید، بویی شبیه به بوی سیر دارد. این بو ناشی از ناخالصی‌های موجود در آن، مانند H_2S ، به ویژه PH_3 است.

در صنعت برای تهیه استیلن، از روش دیگری که ارزان‌تر است و بر ترکیب‌های نفتی تکیه دارد، استفاده می‌شود. در این روش، متان را در دمای بالا، در مجاورت مقدار کمی اکسیژن، تا $1500^\circ C$ گرم می‌کنند:



فرایند صنعتی دیگر برای تهیه استیلن، هیدروژن‌زدایی از اتیلن در دماهای بالاتر از $1200^\circ C$ است. در این فرایند، استیلن و هیدروژن تشکیل می‌شود.



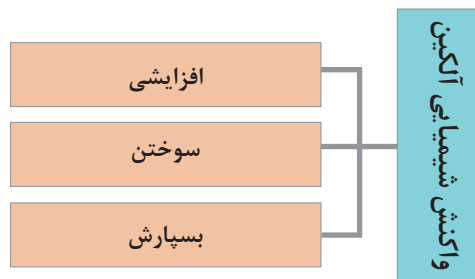
نکته

انتخاب فرایندهای مناسب برای تهیه استیلن، به نوسان بهای انرژی (فرایند کلسیم کربید به الکتریسیته بیشتری نیاز دارد)، در دسترس بودن مواد اولیه (اتیلن و زغال) و میزان سرمایه‌گذاری برای ایجاد تأسیسات مناسب، بستگی دارد.

استیلن، به‌طور نسبی، گران‌تر از اتیلن تهیه می‌شود. از این رو، بیشتر موادی را که در گذشته از استیلن تهیه می‌کردند، امروزه از اتیلن تهیه می‌کنند. اتیلن از مولکول‌شکنی^۱ مواد نفتی به دست می‌آید. برای تهیه بعضی از ترکیب‌هایی که در ساخت پلیمر کاربرد دارند، هنوز از استیلن استفاده می‌شود.

واکنش‌های شیمیایی آلکن‌ها

واکنش‌های شیمیایی آلکن‌ها، همانند آلکن‌ها، به سه دسته افزایشی، سوختن و بسپارش (پلیمریزاسیون) تقسیم می‌شود.



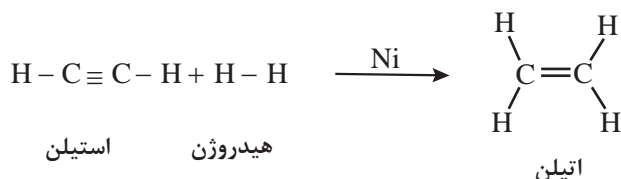
۱- برش‌های سنگین نفتی (مانند مازوت یا نفت کوره) را که از مولکول‌های بزرگ تشکیل شده و مصرف‌چندانی ندارند، در مجاورت کاتالیزگر یا بدون کاتالیزگر، به شدت گرم می‌کنند تا مولکول‌های بزرگ شکسته شوند و به مولکول‌های کوچک‌تر که مصرف فراوان دارند تبدیل شوند. این عمل را کراکینگ (Cracking) یا مولکول‌شکنی می‌نامند.

واکنش‌های افزایشی آلکین‌ها

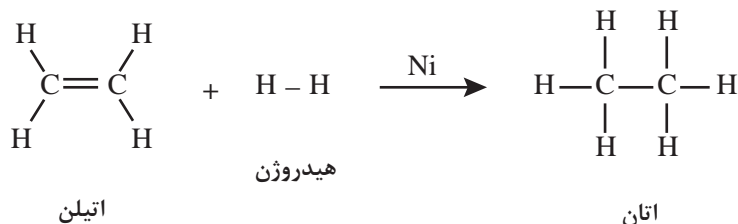
آلکین‌ها، به دلیل دارا بودن پیوند سه‌گانه کربن - کربن، می‌توانند، مانند اتیلن، در واکنش‌های افزایشی شرکت کنند. در ادامه، واکنش‌های افزایشی استیلن توضیح داده می‌شود.

■ واکنش افزایشی با هیدروژن

دو گاز هیدروژن و استیلن را می‌توان در دمای معمولی با یکدیگر مخلوط کرد، بدون آنکه بین آنها واکنشی روی دهد. ولی در مجاورت کاتالیزگرهای مناسب (مثلاً ذرات بسیار ریز نیکل، پلاتین یا پالادیم) بین آنها یک واکنش افزایشی روی می‌دهد. این واکنش در دو مرحله صورت می‌گیرد: در مرحله نخست، یک مولکول هیدروژن به استیلن افزوده می‌شود و اتیلن به دست می‌آید.

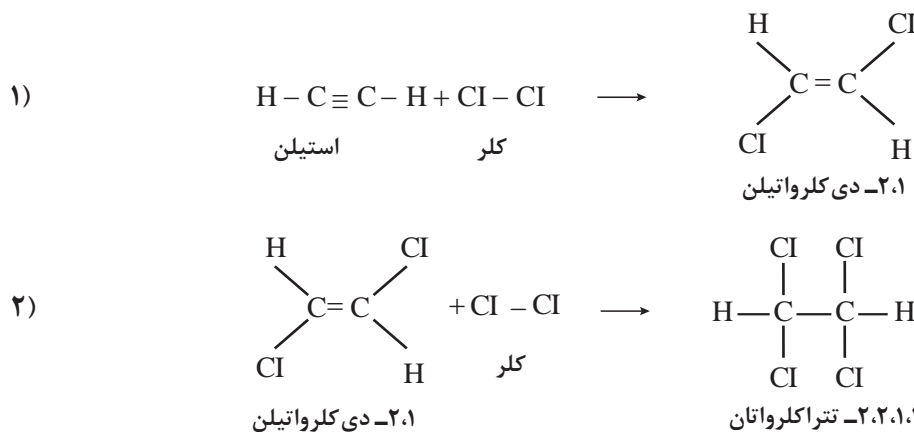


در مرحله بعد، با افزایش مولکول دوم هیدروژن به اتیلن، فرآورده نهایی واکنش، یعنی اتان، تشکیل می‌شود.



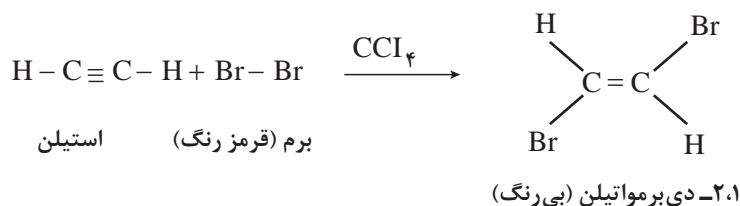
■ واکنش افزایشی با هالوژن‌ها

واکنش کلر با استیلن بسیار شدید است و مانند افزایش هیدروژن به استیلن، در دو مرحله انجام می‌شود. در مرحله نخست، ۱،۲-دی‌کلرواتیلن و در مرحله بعد ۱،۱،۲،۲-تتراکلرواتان به دست می‌آید.



واکنش برم با استیلن، مانند واکنش کلر با استیلن ولی ملایم‌تر است. این واکنش با آب برم یا محلول برم در کربن تتراکلرید، فقط تا مرحله نخست پیشرفت می‌کند، ولی با برم مایع، مرحله دوم افزایش نیز انجام می‌شود و ۱،۱،۲،۲-تترا برمواتان به دست می‌آید.

از این واکنش برای شناسایی ترکیب‌های سیرنشده، یعنی پی بردن به وجود پیوندهای دوگانه یا سه‌گانه کربن-کربن در یک ترکیب، استفاده می‌شود. برای این منظور، کمی محلول برم را در کربن تتراکلرید (CCl₄)، که قرمز رنگ است، به ترکیب مورد نظر می‌افزایند. با تکان دادن آن رنگ قرمز برم به سرعت ناپدید می‌شود. زیرا فرآورده‌ای که در این واکنش به وجود می‌آید، بی‌رنگ است.



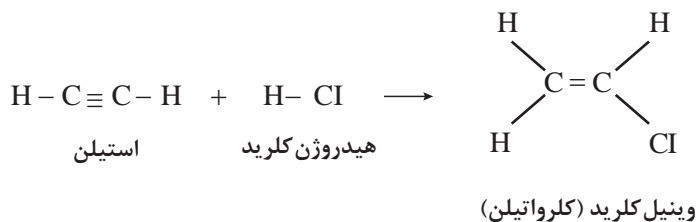
در یک آزمایشگاه دو شیشه دارو، بدون برچسب پیدا شده، ولی در نزدیکی‌های این شیشه‌ها، دو برچسب بر زمین افتاده است. بر روی یکی از برچسب‌ها ۱-هگزین و بر روی برچسب دیگر π-هگزان نوشته شده است. این شیشه‌ها دارای مایعاتی شفاف و بی‌رنگ‌اند. چگونه می‌توانید معلوم کنید که هر برچسب به کدام شیشه متعلق است؟ توضیح دهید.

فعالیت
عملی ۴

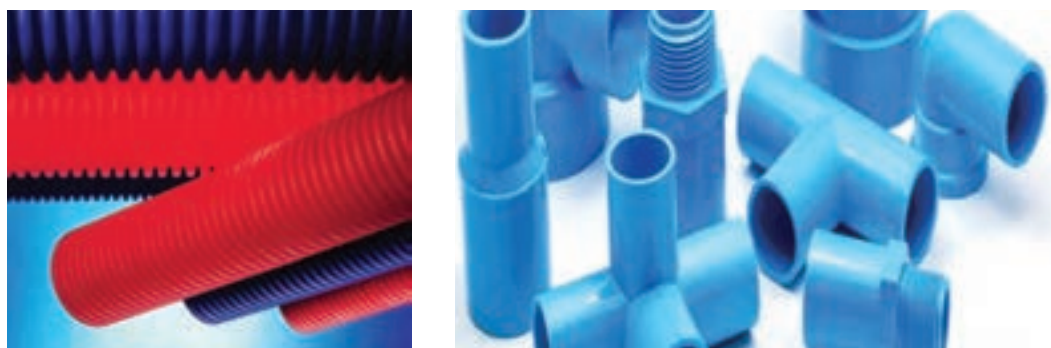
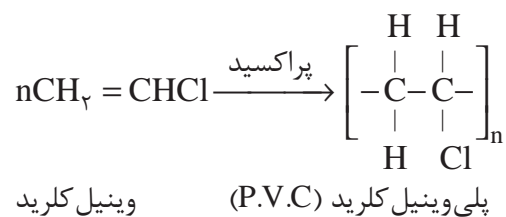
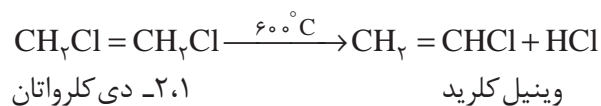
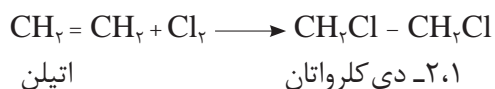


■ واکنش افزایشی با هیدروژن هالیدها

واکنش هیدروژن هالیدها، (مثلاً هیدروژن کلرید، HCl)، با استیلن، مانند واکنش آنها با اتیلن است. این واکنش خودبه‌خود انجام می‌شود و نیازی به کاتالیزگر ندارد. بر اثر افزایش یک مول هیدروژن کلرید به استیلن، ترکیبی موسوم به وینیل کلرید (یا کلرواتیلن) تشکیل می‌شود.



وینیل کلرید ماده اولیه بسیار مهمی در صنعت است. زیرا از بسپارش آن، پلی‌وینیل کلرید که به طور خلاصه پی.وی.سی^۱ (P.V.C) نامیده می‌شود، به دست می‌آید. پی.وی.سی یکی از پلاستیک‌های ارزنده است و کاربردهای فراوان دارد شکل (۱۲). امروزه در صنعت، وینیل کلرید را بیشتر از اثر گاز کلر بر اتیلن، در دمای بالا، تهیه می‌کنند. همان‌طور که پیش از این اشاره شد، اتیلن به‌عنوان محصول فرعی، از مولکول شکنی مواد نفتی، آسان به دست می‌آید.



شکل ۱۱- پلی وینیل کلرید (PVC)

در مورد کاربردهای پلی وینیل کلرید اطلاعاتی جمع آوری کنید و آنها را در کلاس گزارش دهید.

تحقیق کنید
۵



اگر در واکنش تهیه وینیل کلرید مقدار هیدروژن کلرید زیاد باشد، دو مولکول از آن، به طور پیاپی، به پیوند سه گانه کربن-کربن افزوده می شوند. واکنش افزایشی در مرحله دوم، همان طور که می دانید از قاعده مارکونیکف پیروی می کند: یعنی، پروتون هیدروژن کلرید به کربنی متصل می شود که هیدروژن بیشتری داشته باشد.



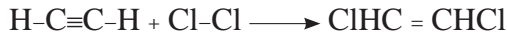
۱،۱- دی کلرواتان هیدروژن کلرید وینیل کلرید

واکنش هیدروژن برمید و هیدروژن یدید (HI، HBr) نیز، مانند واکنش هیدروژن کلرید با استیلن و با سایر آلکین هاست.

مثال ۴: چگونه می‌توانید از استیلن آغاز کنید و ترکیب‌های زیر را بسازید؟ از هر واکنش‌گری که لازم باشد، می‌توانید استفاده کنید:

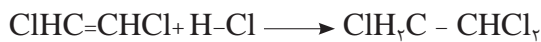
الف) ۲،۱- دی کلرواتیلن ب) ۲،۱،۱- تری کلرواتان

پاسخ: الف) معادل یک مولکول کلر به یک مولکول استیلن بیفزایید.



استیلن کلر دی کلرواتیلن ۲،۱-

ب) به فرآورده بند (الف)، معادل یک مولکول هیدروژن کلرید اضافه کنید



دی کلرواتن ۲،۱- تری کلرواتان ۲،۱،۱-

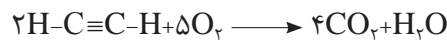
معادله شیمیایی مراحل افزایش دو مولکول هیدروژن برمید را به پروپیلن بنویسید. در هر مرحله چه ترکیبی تشکیل می‌شود؟ نام هر یک را بنویسید.

تمرین ۱۴



سوختن استیلن

استیلن نیز مانند هر هیدروکربن دیگر، در برابر هوا یا اکسیژن خالص می‌سوزد و کربن دی‌اکسید و آب تولید می‌کند.



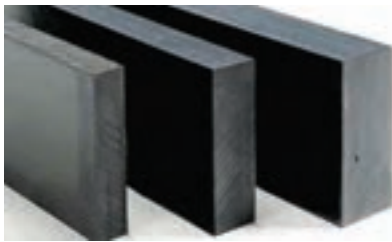
گرمای حاصل از سوختن یک مول استیلن ($\Delta H = -317 \text{ Kcal}$) در اکسیژن خالص کمتر از گرمای سوختن یک مول اتیلن ($\Delta H = -337 \text{ Kcal}$) و اتان ($\Delta H = -374 \text{ Kcal}$) است. واکنش‌های سوختن این سه هیدروکربن را با اکسیژن بنویسید و بگویید چرا گرمای سوختن استیلن کمتر از گرمای سوختن دو هیدروکربن دیگر است؟

تمرین ۱۵



شکل ۱۲- جوشکاری استیلن

از سوختن استیلن، در مقایسه با سوختن اتان و اتیلن، گرمای کمتری تولید می‌شود. با وجود این، برای جوشکاری و بریدن قطعات فلزی، بیشتر از مشعل‌های اکسی استیلن استفاده می‌شود. زیرا دمای شعله سوختن استیلن در مقایسه با اتیلن و اتان، بالاتر است. علت را می‌توان در کمتر بودن تعداد مول‌های گازی حاصل از سوختن یک مول استیلن جست‌وجو کرد. این گازها برای رسیدن به دمای شعله، گرمای کمتری جذب می‌کنند و در نتیجه، دما بالاتر می‌رود. شکل (۱۲).

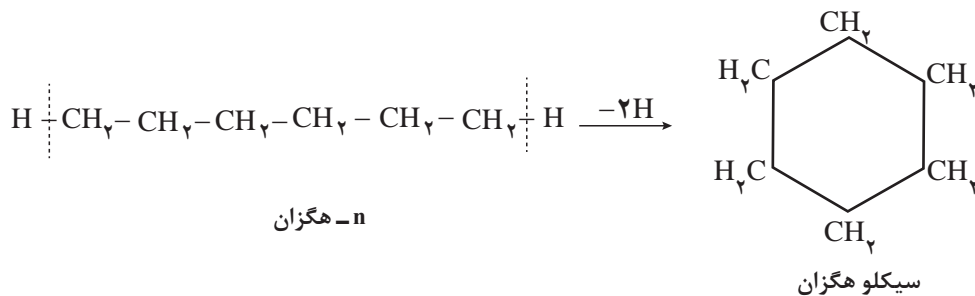


از بسپارش کلروپرن، یک کائوچوی مصنوعی، موسوم به «نئوپرن» به دست می‌آید. نئوپرن، برخلاف کائوچوی طبیعی، در برابر روغن‌ها و چربی‌ها مقاوم است و در صنایع خودروسازی کاربردهای فراوان دارد. از جمله به صورت عایق سیم‌های برق و بسیاری از قطعاتی که در تماس با چرب کننده‌ها قرار می‌گیرند، مصرف می‌شود. شکل (۱۳)

شکل ۱۳- یک نمونه نئوپرن

سیکلوآلکان‌ها

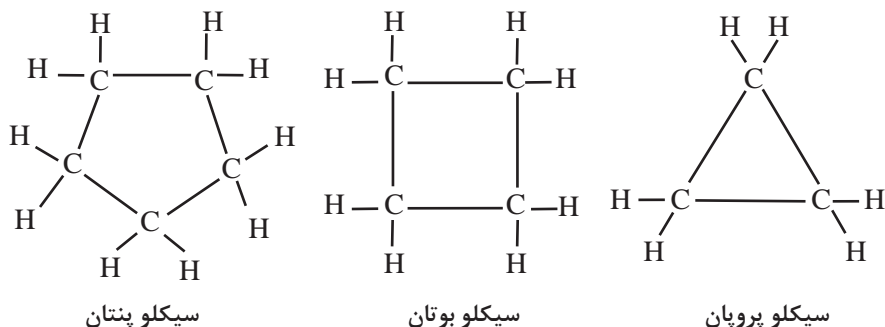
در آلکان‌ها، آلکن‌ها و آلکین‌ها اتم‌های کربن به گونه‌ای به یکدیگر متصل شده‌اند که زنجیره تشکیل می‌دهند. این هیدروکربن‌ها را هیدروکربن‌های زنجیره‌ای می‌نامند. اما، در بسیاری از هیدروکربن‌ها، اتم‌های کربن به گونه‌ای به یکدیگر متصل شده‌اند که حلقه تشکیل می‌دهند. این هیدروکربن‌ها، هیدروکربن‌های حلقوی نامیده می‌شوند. برای مثال، اگر در n -هگزان (هگزان نرمال)، از کربن‌های ابتدایی و انتهای زنجیر، دو اتم هیدروژن جدا شده و کربن‌هایی که در این حالت یک اتصال آزاد دارند، به یکدیگر متصل گردند، یک هیدروکربن حلقوی که دارای شش اتم کربن و دوازده اتم هیدروژن است و سیکلوهگزان نام دارد، به دست می‌آید.



بنابراین، سیکلوآلکان‌ها، نسبت به هیدروکربن‌های زنجیره‌ای سیر شده با همان تعداد کربن، دو اتم هیدروژن کمتر دارند. به یاد دارید که آلکن‌ها نیز نسبت به هیدروکربن‌های سیر شده زنجیره‌ای هم‌ردیف خود (با همان تعداد اتم کربن) دو اتم هیدروژن کمتر دارند. از این رو، سیکلوآلکان‌ها مانند آلکن‌ها، دارای فرمول عمومی C_nH_{2n} هستند. باید توجه داشت که بین آلکن‌ها و سیکلوآلکان‌های هم کربن، یک تفاوت عمده وجود دارد، در آلکن‌ها، دست کم دو اتم کربن با پیوند دوگانه به یکدیگر متصل شده و بنابراین، سیر نشده‌اند، در صورتی که در سیکلوآلکان‌ها، تمام اتم‌های کربن با پیوندهای یگانه به یکدیگر متصل‌اند و در نتیجه، سیر شده به شمار می‌آیند. هیدروکربن‌های حلقوی در اندازه‌های مختلف، از سه کربن در حلقه تا حلقه‌های بیست ضلعی یا بزرگ‌تر وجود دارند. به علاوه، بسیاری از آنها بیش از یک حلقه دارند و در طبیعت، به ویژه در گیاهان، به طور گسترده یافت می‌شوند.

نام گذاری سیکلو آلکان ها

برای نام گذاری هیدروکربن های سیرشده حلقوی به روش آیوپاک، پیشوند «سیکلو-Cyclo» را که به معنی «حلقوی» است، به نام هیدروکربن سیرشده زنجیری با همان تعداد کربن، می افزایند. به مثال های زیر توجه کنید:



رسم فرمول سیکلو آلکان ها به این صورت، وقت گیر و خسته کننده است. برای آسان کردن کار، اغلب از نوشتن اتم های کربن و اتم های هیدروژن صرف نظر می شود. بنابراین، فرمول های ساختاری هیدروکربن های حلقوی بالا را می توان به صورت خلاصه شده زیر نمایش داد:



در هر گوشه از این شکل های هندسی، یک اتم کربن و دو اتم هیدروژن متصل به آن وجود دارد.

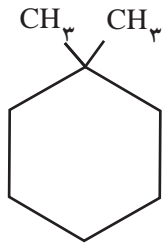
نکته



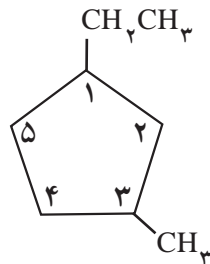
هیدروکربن های حلقوی، ممکن است دارای یک یا چند شاخه جانبی نیز باشند. اگر تنها یک شاخه جانبی وجود داشته باشد، به شماره گذاری حلقه نیازی نیست، زیرا تمام مواضع حلقه یکسان هستند. به مثال های زیر توجه کنید:



ولی اگر تعداد شاخه‌های جانبی دو یا بیشتر باشد، باید موضع آنها را بر روی حلقه با شماره‌های مناسب مشخص کنیم. شماره‌گذاری اتم‌های کربن تشکیل دهنده حلقه از جهتی انجام می‌شود که مجموع اعداد نسبت داده شده به آنها کوچک‌ترین مقدار باشد. نام شاخه‌ها را به ترتیب حروف الفبای لاتین، ذکر می‌کنیم. برای مثال، به نام‌گذاری هیدروکربن‌های زیر توجه کنید:



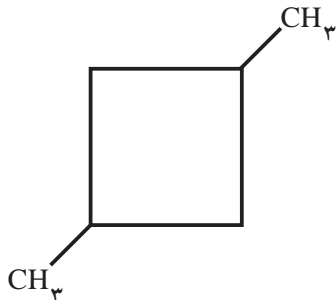
۱،۱-دی‌متیل‌سیکلو‌هگزان



۱-اتیل - ۳-متیل‌سیکلو‌پنتان

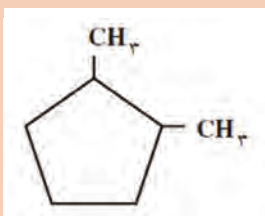
توجه: (۱-اتیل - ۴-متیل‌سیکلوپنتان درست نیست)

مثال ۴: هیدروکربن زیر را به روش آیوپاک نام‌گذاری کنید:



حل:

در این هیدروکربن، چهار اتم کربن یک حلقه چهارضلعی تشکیل داده‌اند (سیکلو بوتان). در گوشه‌های ۱ و ۳ دو شاخه متیل وجود دارد. بنابراین، نام این هیدروکربن، به روش آیوپاک، به صورت زیر است:
۳،۱-دی‌متیل‌سیکلو بوتان



۱ هیدروکربن داده شده را نام‌گذاری کنید:

۲ فرمول‌های ساختاری هیدروکربن‌های زیر را بنویسید:

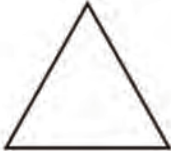

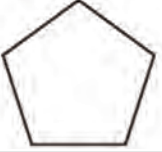

(الف) ۱،۱-دی‌اتیل‌سیکلو پروپان (ب) n - پروپیل‌سیکلوپنتان



بررسی نقطه ذوب و جوش سیکلوآلکان‌ها

دمای ذوب و جوش سیکلوآلکان‌ها، کمی بالاتر از دمای ذوب و جوش آلکان‌های زنجیری با همان تعداد اتم کربن است زیرا حرکات نوسانی اتم‌ها در مولکول سیکلوآلکان‌ها به علت تشکیل حلقه، تا حدودی محدود شده است و در نتیجه، مولکول‌های آنها بیشتر می‌توانند به یکدیگر نزدیک شوند (نیروهای جاذبه بین آنها بیشتر است) در نتیجه جدا کردن آنها از یکدیگر به انرژی بیشتری نیاز دارد. به داده‌های جدول (۵) توجه کنید.

جدول ۵- مقایسه دمای ذوب و جوش n - آلکان‌ها و سیکلوآلکان‌ها

n - آلکان و سیکلوآلکان	فرمول	دمای ذوب، °C	دمای جوش، °C
پروپان	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	-۱۸۷	-۴۲
سیکلو پروپان		-۱۲۷	-۳۳
n- بوتان	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	-۱۳۵	-۰/۵
سیکلو بوتان		-۹۰	۱۳
n- پنتان	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	-۱۳۰	۳۶
سیکلو پنتان		-۹۴	۴۹
n- هگزان	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	-۹۵	۶۹
سیکلو هگزان		۷	۸۱

هیدروکربن‌های زیر را به ترتیب کاهش دمای جوش، از چپ به راست منظم کنید. (هیدروکربنی را که دارای دمای جوش بالاتر است، در سمت چپ بنویسید.) برای انتخاب خود، چه دلیلی ارائه می‌دهید:

الف) سیکلو پنتان ب) n- پنتان ج) ۲- متیل بوتان

تمرین ۱۸



پرسش‌های پایانی

- ۱ مولکول اتن را با مولکول اتان، در موارد زیر مقایسه کنید.
 الف) تعداد پیوندهای میان اتم‌ها
 ب) تعداد جفت الکترون‌های پیرامون هر اتم
 ج) ظرفیت کربن
 ۲ کدام یک از ترکیب‌های زیر، دارای ایزومرهای سیس و ترانس است؟
 الف) ۱- بوتن (ب) ۲- پنتن (ج) ۲- متیل بوتن (د) ۲- متیل پروپن
 فرمول ساختاری ایزومرهای احتمالی را ترسیم کنید.
 ۳ با عبور دادن اتیلن از آب برم، وزن محلول ۱۴ گرم افزایش یافت، حجم اتیلن جذب شده در شرایط دما و فشار استاندارد چه قدر بوده است؟
 ۴ نام آیوپاک هریک از آلکین‌های زیر را بنویسید:
 الف) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C} \equiv \text{CH}$
 ب) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C} \equiv \text{CCH}_3$
 ج) $\text{CH}_3\text{C} \equiv \text{C} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}\text{CH}(\text{CH}_3)_2$
 ۵ ساختار فرآورده عملی به دست آمده از واکنش ۱- هگزين را با واکنش‌گرهای زیر بنویسید:
 الف) هیدروژن (دو مول)، پلاتین
 ب) هیدروژن کلرید (یک مول)
 ج) هیدروژن کلرید (دو مول)
 د) محلول آبی سولفوریک اسید و جیوه (II) سولفات
 ۶ چگونه می‌توان با یک آزمایش ساده، هیدروکربن‌های زیر را از یکدیگر تشخیص داد؟
 الف) ۲- بوتین و بوتان
 ب) ۱- بوتین و ۱- بوتین
 ج) ۱- بوتین و ۱- بوتن
 د) ۲- بوتن و بوتان
 ۷ فرمول ساختاری متیل سیکلوپروپان را بنویسید. کربن‌های این هیدروکربن را به عنوان کربن نوع اول، کربن نوع دوم و کربن نوع سوم مشخص کنید.
 ۸ معادله واکنش سوختن یک مول سیکلوپنتان را در هوا بنویسید. به نظر شما، از سوختن یک مول سیکلوپنتان بیشتر گرما تولید می‌شود یا یک مول n-پنتان؟ توضیح دهید.

جدول ارزشیابی پودمان به کارگیری هیدروکربن های آلیفاتیک

نمره	استاندارد (شاخص ها، داوری، نمره دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی ها)	عنوان پودمان فصل
۳	■ چگونگی واکنش های آلکن ها و آلکین ها را شرح دهد.	بالاتر از حد انتظار	رسم ساختار و نام گذاری و رسم ایزومرهای ممکن آلکن ها و آلکین ها و سیکلوآلکن ها را انجام دهد. ■ کاربرد هیدروکربن های الیفاتیکی را توضیح دهد.	کاربرد آلکن ها	هیدروکربن های آلیفاتیک
۲	■ ساختار سیکلوآلکن ها، آلکن ها و آلکین ها را رسم و آنها را نام گذاری کند. ■ ایزومرهای آلکن ها و آلکین های اولیه را رسم کند. ■ پلیمری و خواص آن را بیان کند. ■ روش تهیه اتیلن و استیلن را شرح دهد.	در حد انتظار		کاربرد آلکین ها و سیکلوآلکن ها	
۱	موارد بالا را با بیش از یک اشتباه انجام دهد.	پایین تر از حد انتظار			
				نمره مستمر از ۵	
				نمره شایستگی پودمان از ۳	
				نمره پودمان از ۲۰	