

فصل اول: هیدرو کربن ها

- بخش ۱ مقدمه ای بر شیمی آلی، کربن و دگرشکل های آن ۸
- بخش ۲ آلکان ها ۱۵
- بخش ۳ آلکن ها ۴۳
- بخش ۴ آلکین ها ۶۳
- بخش ۵ سیکلوآلکان ها ۷۷
- بخش ۶ ترکیب های آروماتیک ۸۳

تست های کنکور فصل اول ۸۵

فصل دوم: ترکیب های آلی با گروه های عاملی اکسیژن دار و نیتروژن دار

- بخش ۱ الکل ها و اترها ۱۰۱
- بخش ۲ آلدهیدها و کتون ها ۱۲۱
- بخش ۳ اسیدها و استرها ۱۳۶
- بخش ۴ آمین ها و آمیدها ۱۵۸

تست های کنکور فصل دوم ۱۶۵

فصل سوم: پلیمرها

- بخش ۱ پلیمرها و درشت مولکول ها ۱۸۲
- بخش ۲ پلیمرهایی که مونومر آن ها دارای پیوند دوگانه کربن-کربن است ۱۸۵
- بخش ۳ پلی استرها ۱۹۹
- بخش ۴ پلی آمیدها ۲۰۶

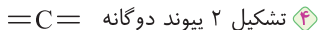
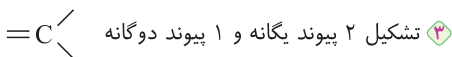
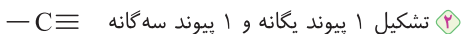
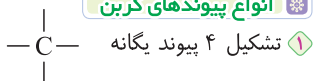
تست های کنکور فصل سوم ۲۱۷

ضمیمه: ترکیب ها و کاربردها ۲۲۹



۲ توانایی کربن در تشکیل زنجیر و حلقه در اندازه‌های متفاوت
 ۳ توانایی کربن در متصل شدن به اتم عنصرهای هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و ...
 به روش‌های گوناگون و ایجاد مولکول‌هایی از قبیل کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها،
 آنزیم‌ها، پروتئین‌ها و ...

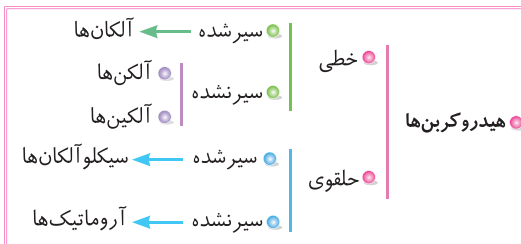
انواع پیوندهای کربن



اتم کربن عنصر اصلی سازندهٔ جهان هستی و سیلیسیم عنصر اصلی سازندهٔ جهان غیرزنده می‌باشد. در زمان گذشته تمامی ترکیبات کربن‌دار از موجودات زنده یا بقایای آن‌ها به دست می‌آمد. از این رو به این ترکیب‌های کربن‌دار، ترکیبات آلی «ترکیب‌هایی با منشأ زنده» می‌گویند.

تقسیم‌بندی ترکیب‌های کربن

۱ **هیدروکربن‌ها:** ترکیباتی هستند که فقط شامل کربن و هیدروژن می‌باشند و در فصل اول بررسی می‌شوند.
 هیدروکربن‌ها خود به دو دستهٔ خطی و حلقوی تقسیم می‌شوند که هر کدام از آن‌ها دو زیرمجموعهٔ سیرشده و سیرنشده دارند.



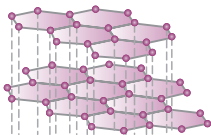
۲ **هیدرات‌های کربن:** ترکیباتی هستند که علاوه بر عناصر کربن و هیدروژن دارای عنصر اکسیژن نیز هستند و در فصل دوم بررسی می‌شوند.

دارای یک اکسیژن که با پیوند	الکل
یگانه به کربن وصل است.	اتر
دارای یک اکسیژن که با پیوند	آلدئید
دو گانه به کربن وصل است.	کتون
دارای دو اکسیژن که یکی با	اسید
پیوند یگانه و دیگری با پیوند	استر
دو گانه به کربن وصل است.	

هیدرات‌های کربن

۳ **ترکیبات آلی نیتروژن‌دار:** که علاوه بر عناصر کربن و هیدروژن دارای عنصر نیتروژن و گاهی اکسیژن هستند. این گروه به دو دسته آمین و آمید تقسیم می‌شود که در فصل دوم بررسی خواهند شد.

آلوتروپ یا دگرشکل: به شکل‌های گوناگون بلوری یا مولکولی از یک عنصر گفته می‌شود.



گرافیت

همان‌طور که اشاره شد به شکل‌های گوناگون مولکولی یا بلوری یک عنصر، آلوتروپ (دگرشکل) می‌گویند.



به طور مثال، گرافیت و الماس آلوتروپ‌های طبیعی کربن هستند.

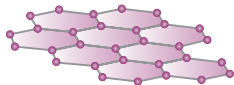
• گرافیت یک جامد کووالانسی دو بعدی است.

• ساختار لایه‌ای دارد که در هر لایه آن هر اتم کربن به سه اتم کربن دیگر متصل است و از اتصال آن‌ها ساختارهای شش ضلعی که در هر رأس آن‌ها یک کربن وجود دارد، پدید می‌آید.



- بین هر لایه گرافیت نیروی ضعیف واندروالسی وجود دارد و باعث می شود لایه ها بر روی هم سُر بخورند؛ به همین علت گرافیت موجود در مداد، بر روی کاغذ اثر می گذارد و نرم می باشد.
- گرافیت رسانای خوب جریان برق است.
- از گرافیت در مغز مداد و روان کننده ها استفاده می کنند.

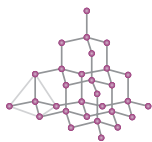
گرافن



- تک لایه ای از گرافیت است بنابراین در آن همانند گرافیت، اتم های کربن به سه اتم کربن دیگر متصل هستند و با پیوندهای اشتراکی حلقه های شش گوشه تشکیل داده اند.
- ضخامت گرافن به اندازه یک اتم کربن است بنابراین شفاف و انعطاف پذیر می باشد و رسانایی الکتریکی بسیار بالایی دارد.
- وجود ساختار شش گوشه در گرافن با الگویی شبیه کندوی زنبور عسل، استحکام ویژه ای ایجاد می کند به طوری که مقاومت کششی گرافن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است.
- ساده ترین روش برای تهیه گرافن استفاده از گرافیت و نوار چسب است که در این روش با استفاده از نوار چسب یک لایه از گرافیت را جدا می کنند سپس این نوار چسب را به نوار دیگر می چسبانند و جدا می کنند تا لایه نازک تری تشکیل شود و این کار را ادامه می دهند تا به ضخامت مناسب (در حد نانومتر) برسند.



الماس



• یک جامد کووالانسی با شبکه گول آسا و سه بعدی می باشد که در آن هر اتم کربن با ۴ پیوند یگانه به ۴ اتم کربن دیگر متصل است.

• ساختار الماس باعث سختی بسیار زیاد آن می شود که به علت این سختی زیاد در ساخت متها و ابزار برش شیشه از آن استفاده می کنند.

• الماس مانند دیگر جامدات کووالانسی دارای نقطه ذوب بسیار بالایی است.

• الماس رسانای جریان برق نیست اما رسانایی گرمایی زیادی دارد.

• از الماس در وسایل تزئینی نیز استفاده می شود.

مقایسه گرافیت و الماس

۱ گرافیت جامد کووالانسی لایه ای است (دوبعدی) اما الماس جامد کووالانسی سه بعدی است.

۲ در گرافیت، هر اتم کربن با ۳ پیوند به ۳ اتم کربن دیگر و در الماس هر اتم کربن با ۴ پیوند به ۴ اتم کربن دیگر متصل است.

۳ چگالی گرافیت $2/27 \text{ g/cm}^3$ بوده و از چگالی الماس که $3/51 \text{ g/cm}^3$ است، کم تر می باشد.

۴ گرافیت نرم است و سختی کمی دارد اما الماس سختی زیادی دارد.

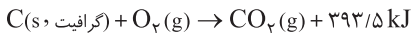
۵ گرافیت رسانایی الکتریکی دارد اما الماس از لحاظ الکتریکی نارسانا است.

۶ گرافیت رسانایی گرمایی کمی دارد اما الماس دارای رسانایی گرمایی بسیار زیادی است.

۷ گرافیت سیاه رنگ و الماس بی رنگ است.

۸ گرافیت از الماس پایدارتر است؛ زیرا سطح انرژی پایین تری دارد.

۹ به معادله سوختن گرافیت و الماس توجه کنید.



همان طور که می بینید در اثر سوختن الماس، گرمای بیش تری آزاد می شود.



مقایسه الماس و گرافیت



الماس	گرافیت	ماده / خواص
شفاف / بی‌رنگ	کدر و تیره / سیاه‌رنگ	ظاهر
جامد کووالانسی سه‌بعدی	جامد کووالانسی دو‌بعدی	نوع جامد
۴	۳	شمار کربن‌های پیرامون هر کربن
سخت‌ترین ماده موجود در طبیعت است.	سختی کمی دارد و نرم است. یکی از نرم‌ترین ماده‌های موجود در طبیعت است.	سختی
بلندتر از پیوند درون گرافیت	کوتاه‌تر از پیوند درون الماس	طول پیوند
کم‌تر از آنتالپی پیوند گرافیت	بیش‌تر از آنتالپی پیوند الماس	آنتالپی پیوند
ناپایدارتر از گرافیت	پایدارتر از الماس	پایداری
-۳۹۵/۴ kJ	-۳۹۳/۵ kJ	آنتالپی سوختن
بیش‌تر از گرافیت ($3/51 \text{ g/cm}^3$)	کم‌تر از الماس ($2/27 \text{ g/cm}^3$)	چگالی
بسیار بالا	ندارد	رسانایی گرمایی
نارسانا	رسانای خوب	رسانایی الکتریکی
ساخت مته، جواهرات، ابزار برش شیشه	مغز مداد، روان‌کننده و الکتروود	کاربرد

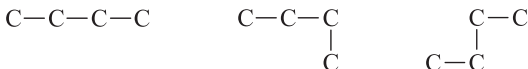
فصل اول: بخش دوم: آلکان‌ها

آلکان‌ها هیدروکربن‌هایی هستند که در ساختار مولکول آن‌ها، همه پیوندها از نوع یگانه بوده و هر اتم کربن با چهار پیوند یگانه به اتم‌های کناری متصل شده است.

انواع آلکان‌ها

۱ آلکان‌های راست زنجیر

در این نوع آلکان‌ها اتم‌های کربن در ساختار آلکان‌ها به صورت پشت سر هم و همانند یک زنجیر به هم متصل شده‌اند. در این حالت هر کربن به یک یا دو اتم کربن متصل است.



۲ آلکان‌های شاخه‌دار

در این نوع آلکان، برخی از کربن‌ها به ۳ یا ۴ اتم کربن متصل هستند.



جرم مولی آلکان‌ها

• فرمول عمومی آلکان‌ها به صورت $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ است که در آن تعداد اتم‌های کربن می‌باشد و از یک شروع می‌شود.

• جرم مولی آلکان را می‌توان با فرمول $14n + 2$ محاسبه کرد. جرم مولی کربن ۱۲ گرم و جرم مولی هیدروژن یک گرم است، بنابراین خواهیم داشت:

$$\text{C}_n\text{H}_{2n+2} = 12(n) + 1(2n + 2) = 14n + 2 \text{ g.mol}^{-1}$$

متان

اگر در فرمول عمومی آلکان‌ها به جای n عدد ۱ بگذاریم، اولین آلکان به نام متان با فرمول CH_4 به دست می‌آید.



نکات زیر را در رابطه با متان حفظ باشید:

- ۱ متان ساده‌ترین هیدروکربن و اولین عضو خانواده آلکان‌ها است.
- ۲ متان مولکولی ناقطبی است و در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کند.
- ۳ بخش عمده‌ای از گاز طبیعی (گاز شهری) را متان تشکیل می‌دهد.
- ۴ گاز متان از تجزیه گیاهان به وسیله باکتری‌های بی‌هوازی در زیر آب تولید می‌شود و چون اولین بار آن را از سطح مرداب جمع کردند، به گاز مرداب معروف است.
- ۵ فرایند تهیه گاز متان از واکنش گرافیت و هیدروژن، بسیار دشوار و پرهزینه است.

قطبیت آلکان‌ها

آلکان‌ها مولکول‌هایی ناقطبی هستند و در میدان الکتریکی جهت‌گیری نمی‌کنند و گشتاور دوقطبی آن‌ها تقریباً صفر است. ($\mu \approx 0$)

توجه گشتاور دوقطبی برخی از آلکان‌ها که دارای مرکز تقارن هستند (مانند متان، ۲، ۲-دی‌متیل پروپان و ...) دقیقاً برابر با صفر است.

گریس یک آلکان جامد (با فرمول تقریبی $C_{18}H_{38}$) است که مانند بقیه آلکان‌ها، مولکولی ناقطبی بوده و در حلال‌های ناقطبی (مانند بنزین و نفت) حل می‌شود. افرادی که با گریس کار می‌کنند، دستشان را با بنزین یا نفت می‌شویند. (دقت داشته باشید که نفت، مخلوطی از هیدروکربن‌هاست.) پس از شستن دست با بنزین، پوست خشک می‌شود؛ زیرا چربی‌های سطح پوست در بنزین حل می‌شوند و از پوست جدا می‌شوند.

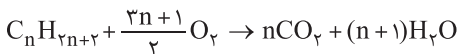
شستن یا تماس پوست با این مواد در دراز مدت به بافت پوست آسیب می‌زند و در سطح پوست خشکی ایجاد می‌کند.

واکنش‌پذیری آلکان‌ها

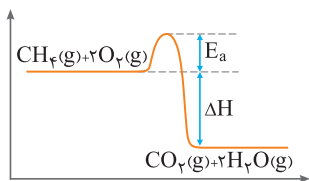
آلکان‌ها، هیدروکربن‌هایی سیر شده می‌باشند و واکنش‌پذیری کمی دارند.
کم بودن واکنش‌پذیری آلکان‌ها سبب شده است که میزان سمی بودن آن‌ها کاهش یابد، بنابراین استنشاق آن‌ها بر شش‌ها و بدن تأثیر چندانی نداشته و تنها سبب کاهش میزان اکسیژن در هوای دم می‌شوند.

بخار بنزین که مخلوطی از هیدروکربن‌ها است نیز واکنش‌پذیری کمی دارند و چندان سمی نیستند اما برای برداشتن بنزین از باک خودرو یا بشکه، از مکیدن شلنگ استفاده نکنید؛ زیرا بخارهای بنزین وارد شش‌ها شده و از انتقال گازهای تنفسی در شش‌ها جلوگیری می‌کنند، بنابراین نفس کشیدن دشوار خواهد شد. اگر میزان بخارهای وارد شده به شش‌ها زیاد باشد، ممکن است سبب مرگ فرد شود.

• آلکانها با وجود واکنش پذیری کم، در واکنش‌های معدودی شرکت می‌کنند که معروف‌ترین آن‌ها واکنش سوختن است. اگر آلکانها در اکسیژن کافی بسوزند، محصول واکنش آن‌ها آب و کربن دی‌اکسید می‌باشد. معادله کلی واکنش سوختن کامل آلکانها به صورت زیر است:

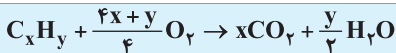


درست است که واکنش سوختن گرماده است اما برای شروع، نیاز به انرژی فعال‌سازی (جرقه یا شعله) دارد.



نمودار انرژی بر حسب پیشرفت واکنش برای سوختن گاز متان به صورت مقابل می‌باشد.

✓ تمام ترکیبات آلی دارای C و H (هیدروکربن‌ها) در واکنش سوختن کامل با اکسیژن تولید آب و کربن دی‌اکسید می‌کنند و معادله سوختن آن‌ها به شکل زیر است:



کاربرد حفاظتی آلکانها ❄️

• از آنجا که آلکانها میل چندانی به واکنش‌پذیری ندارند و به علت ناقطبی بودن در آب حل نمی‌شوند و یا آب را در خود حل نمی‌کنند، از آن‌ها برای حفاظت فلزها استفاده می‌کنند. قرار دادن فلزها در آلکانهای مایع یا اندود کردن سطح فلزها و وسایل فلزی با آن‌ها، مانع رسیدن آب به سطح فلز شده و از خوردگی آن‌ها جلوگیری می‌کند.

✓ فلزهای گروه اول (فلزهای قلیایی) را داخل نفت و یا پارافین مایع نگهداری می‌کنند.



نکات پراکنده از آلکان‌ها

- سوخت فندک، گاز بوتان (C_4H_{10}) است که تحت فشار به صورت مایع درآمده است.
- وازلین مخلوطی از چند هیدروکربن است که فرمول شیمیایی تقریبی آن به صورت $C_{25}H_{52}$ می‌باشد.
- از آلکان‌ها به عنوان سوخت استفاده می‌شود. برای مثال متان بخش عمده گاز طبیعی را تشکیل می‌دهد. سوخت هواپیما از پالایش نفت خام در برج‌های تقطیر پالایشگاه تولید می‌شود و به طور عمده از نفت سفید است.
- نفت سفید شامل آلکان‌هایی با ده تا پانزده اتم کربن است.

برخی خواص فیزیکی آلکان‌ها

- با افزایش شمار کربن‌ها در آلکان‌های راست‌زنجیر، نقطه جوش آلکان‌ها در فشار ثابت، زیاد می‌شود. برای مثال گریس نقطه جوش کم‌تری از وازلین دارد.



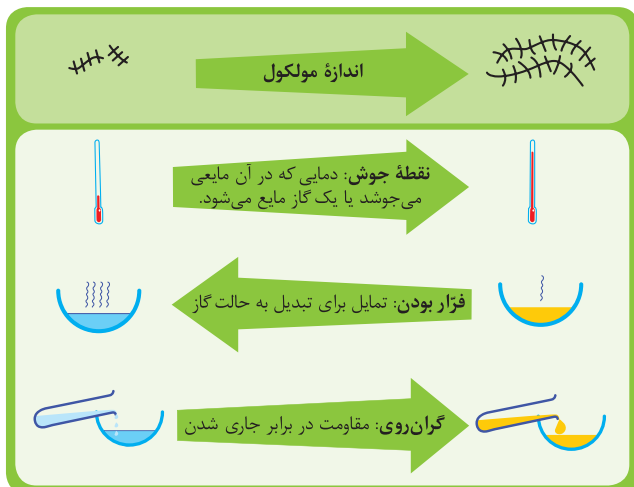
- با افزایش شمار کربن‌ها در آلکان‌های راست‌زنجیر، فرّایت آلکان‌ها کاهش می‌یابد. برای مثال فرّایت بنزین بیش‌تر از وازلین است.



- با افزایش شمار کربن‌ها در آلکان‌های راست‌زنجیر، گران‌روی (مقاومت در برابر جاری شدن) آلکان‌ها افزایش یافته و چسبنده‌تر می‌شوند. برای مثال گران‌روی وازلین بیش‌تر از بنزین است.



• نیروی بین مولکولی در آلکان‌ها از نوع واندروالسی است؛ با افزایش شمار کربن‌ها در آلکان‌های راست‌زنجیر، نیروی بین مولکولی در آلکان‌ها افزایش می‌یابد.

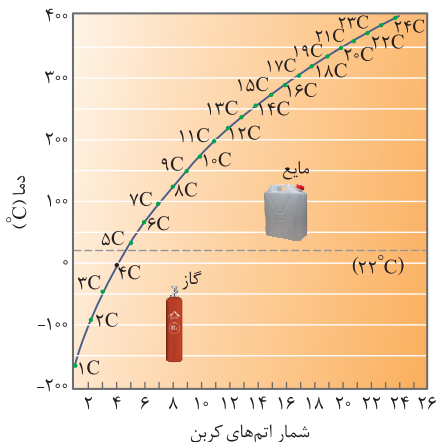


نقطه جوش و فراریت آلکان‌ها

نقطه جوش مواد بستگی به نیروی بین مولکولی آن‌ها دارد که در آلکان‌ها، نیروی واندروالسی می‌باشد.

در آلکان‌ها هر چه این نیرو بیشتر باشد، نقطه جوش بیشتر خواهد بود بنابراین با افزایش شمار کربن‌ها در آلکان‌های راست‌زنجیر یعنی با افزایش جرم و حجم و در نتیجه افزایش نیروی واندروالسی، نقطه جوش افزایش می‌یابد و فراریت آن‌ها کاهش می‌یابد.

دقت داشته باشید که فرار بودن یک مایع تمایل آن مایع برای تبدیل شدن به حالت گاز را نشان می‌دهد که با نقطه جوش رابطه عکس دارد.



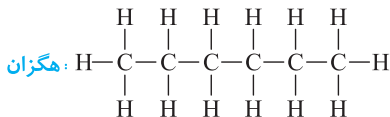
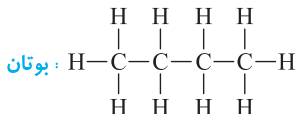
آلکان‌های راست‌زنجیر تا چهار اتم کربن، در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد به شکل گاز هستند.

آلکان‌هایی با پنج تا هفت کربن، دارای نقطه جوش بین صفر تا صد درجه سانتی‌گراد هستند که بازه دمایی ذوب تا تبخیر آب است.

روش‌های مختلف نمایش فرمول ساختاری آلکان‌های راست‌زنجیر

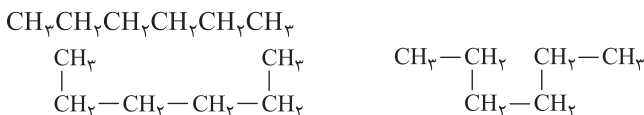
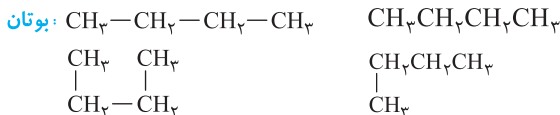
1 نمایش همه پیوندها (ساختار لوویس)

در این ساختار تمام پیوندهای کربن - کربن و کربن - هیدروژن نمایش داده می‌شود. مثلاً به ساختار بوتان و هگزان دقت کنید.



۲ فشرده کردن پیوند C—H

مثلاً برای بوتان و هگزان به صورت زیر خواهد بود.



همان‌طور که می‌بینید انحراف از خط راست، هیچ تأثیری بر تعداد کربن‌های یک زنجیر ندارد و چون در همه آن‌ها هر اتم کربن به یک یا دو اتم کربن متصل است، آلکان راست‌زنجیر به حساب می‌آیند.

۳ فشرده‌سازی به کمک پراتنز

در این روش CH_2 های پشت سر هم را فشرده کرده و تعداد آن‌ها را با زیروند مشخص می‌کنیم. برای مثال برای بوتان و هگزان به صورت زیر خواهد بود.



۴ ساختار پیوند - خط

در این روش اتم‌های کربن را به صورت نقطه و پیوند بین آن‌ها را به صورت خط نمایش می‌دهند و اتم‌های هیدروژن را نمایش نمی‌دهند. به طور مثال برای بوتان و هگزان به صورت زیر خواهد بود:



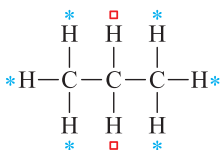
گروه آلکیل

اگر از آلکان یک هیدروژن جدا کنیم، بنیان آلکیل به دست می‌آید که فرمول عمومی آن به صورت $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ می‌باشد.



آلکان (C_nH_{2n+2})	آلکیل (C_nH_{2n+1})
متان (CH_4)	متیل ($\cdot CH_3$)
اتان (C_2H_6)	اتیل ($\cdot CH_2CH_3$)
پروپان (C_3H_8)	پروپیل ($\cdot CH_2CH_2CH_3$)
	ایزوپروپیل ($CH_3\dot{C}HCH_3$)

در متان و اتان به علت یکسان بودن تمام هیدروژن‌ها تنها یک نوع آلکیل داریم اما در پروپان به علت وجود دو نوع هیدروژن در ساختار، دو نوع آلکیل خواهیم داشت. در شکل زیر دو نوع هیدروژن موجود در پروپان با علامت‌های * و □ مشخص شده‌اند.



اگر هیدروژن * جدا شود، پروپیل و اگر هیدروژن □ جدا شود، ایزوپروپیل به دست خواهد آمد.

نام‌گذاری آلکان‌های راست زنجیر

فرمول مولکولی و نام ده آلکان اول به صورت زیر می‌باشد.

فرمول مولکولی	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}
نام	متان	اتان	پروپان	بوتان	پنتان
فرمول مولکولی	C_6H_{14}	C_7H_{16}	C_8H_{18}	C_9H_{20}	$C_{10}H_{22}$
نام	هگزان	هپتان	اکتان	نونان	دکان

اعداد ۱ تا ۱۰ یونانی به ترتیب به صورت زیر می‌باشند:

عدد	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
نام به زبان یونانی	مونو	دی	تری	تترا	پنتا	هگزا	هپتا	اکتا	نونان	دکان

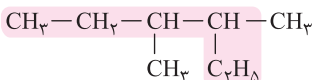
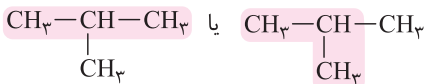
همان‌طور که مشاهده می‌کنید تعداد کربن چهار آلکان اول با پیشوندهای «مت، ات، پروپ، بوت» نام‌گذاری می‌شوند و ربطی به اعداد یونانی ندارد اما آلکان‌های پنج کربنه به بعد با پیشوند اعداد یونانی و سپس پسوند «ان» نام‌گذاری شده‌اند.

نام‌گذاری آلکان‌های شاخه‌دار

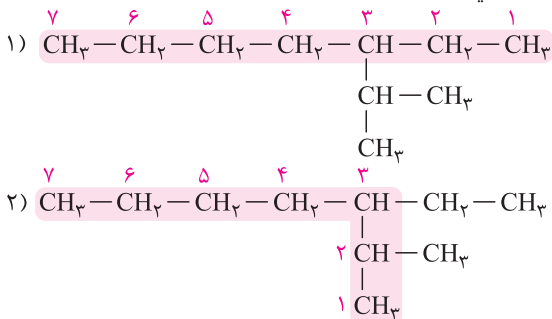
در روش آیوپاک برای نام‌گذاری آلکان‌های شاخه‌دار باید قواعد زیر را رعایت کنید:

1 انتخاب زنجیر اصلی

زنجیر اصلی زنجیری است که بیش‌ترین تعداد کربن را دارد. به طور مثال به زنجیر اصلی ترکیب‌های زیر دقت کنید:



اگر از دو سمت بیش‌ترین تعداد کربن موجود بود، زنجیری را به‌عنوان زنجیر اصلی انتخاب می‌کنیم که دارای شاخه‌های فرعی بیش‌تری باشد. به مثال زیر دقت کنید.

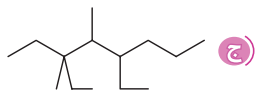
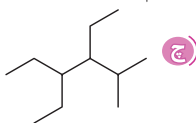
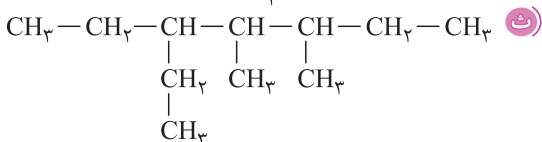
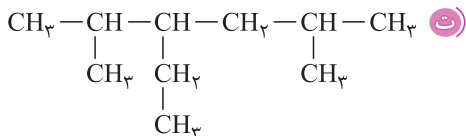
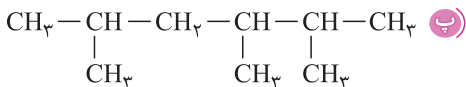
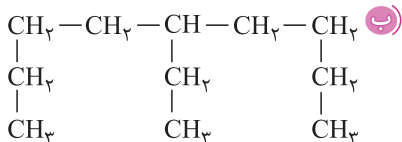
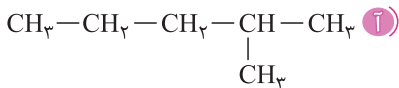


در این ترکیب زنجیر اصلی دارای ۷ کربن است. در شکل شماره (۱) یک شاخه فرعی (یک شاخه ایزوپروپیل) و در شکل شماره (۲) دو شاخه فرعی (یک شاخه متیل و یک شاخه اتیل) داریم؛ بنابراین زنجیر اصلی موجود در شکل شماره (۲) درست است.

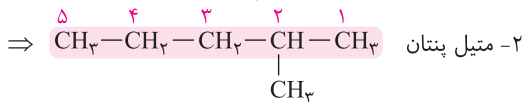
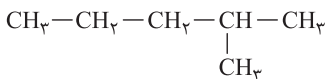


مثال

ترکیب‌های زیر را نام‌گذاری کنید.



پاسخ





مسائل آلکان‌ها

تعداد پیوندهای کووالانسی آلکان‌ها

در مولکول‌های آلی تعداد پیوندهای کووالانسی یا به عبارتی جفت الکترون‌های پیوندی از فرمول زیر به دست می‌آید.

$$\text{مجموع ظرفیت همه اتم‌ها} \\ \text{تعداد جفت الکترون‌های پیوندی} = \frac{\quad}{2}$$

آلکان‌ها دارای n کربن و $2n+2$ هیدروژن هستند. (ظرفیت کربن برابر با ۴ و ظرفیت هیدروژن برابر با ۱ است)

$$\text{تعداد جفت الکترون‌های پیوندی در آلکان‌ها} = \frac{n(4) + (2n+2)(1)}{2} = 3n+1$$

پس تعداد پیوندهای کووالانسی در آلکان‌ها برابر $3n+1$ است.

به طور مثال، هگزان با فرمول C_6H_{14} دارای ۱۹ پیوند کووالانسی (جفت الکترون پیوندی) است.

$$3n+1 = 19 \Rightarrow 3(6)+1=19 \Rightarrow \text{هگزان}$$

و یا مثلاً گلوکز با فرمول $C_6H_{12}O_6$ دارای ۲۴ پیوند کووالانسی (جفت الکترون پیوندی) است.

$$\text{ظرفیت اکسیژن} + 6 + \text{ظرفیت هیدروژن} + 12 + \text{ظرفیت کربن} \\ \Rightarrow \text{گلوکز} = \frac{6(2) + 12(1) + 6(4)}{2}$$

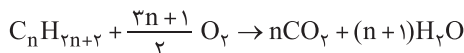
$$= \frac{6(2) + 12(1) + 6(4)}{2} = 24$$

مروری بر نکات آلکان‌ها

۱) آلکان‌ها با فرمول عمومی C_nH_{2n+2} دارای جرم مولی $14n+2$ هستند.

۲) آلکان‌ها دارای $3n+1$ پیوند کووالانسی (جفت الکترون پیوندی) هستند.

۳) فرمول عمومی سوختن کامل آلکان‌ها به صورت زیر است:



- ❖ سوختن کامل یک مول آلکان، n مول گاز CO_2 آزاد می‌کند، یعنی $4n$ گرم و در شرایط STP، $22/4n$ لیتر گاز کربن دی‌اکسید خواهیم داشت.
- ❖ سوختن کامل یک مول آلکان، $(n+1)$ مول آب تشکیل می‌دهد، یعنی $18n+18$ گرم آب.

↓ تست

نسبت شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی ششمین آلکان به سومین آلکان کدام است؟

۲/۱ (۱)
 ۱/۸ (۲)
 ۲ (۳)
 ۱/۹ (۴)

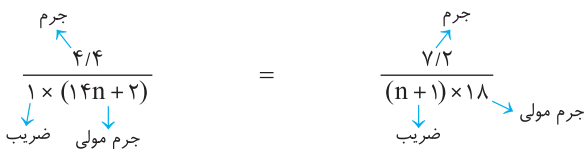
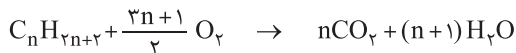
✓ پاسخ در آلکان‌ها، شمار جفت‌الکترون‌های پیوندی از رابطه $3n+1$ به دست می‌آید. بنابراین ششمین آلکان، $1+(6)3$ یعنی ۱۹ جفت‌الکترون پیوندی داشته و سومین آلکان، $1+(3)3$ یعنی ۱۰ جفت‌الکترون پیوندی خواهد داشت. نسبت این دو به هم برابر با $1/9$ می‌باشد، پس گزینه (۴) صحیح است.

↓ تست

اگر $4/4$ گرم از آلکانی بسوزد و $7/2$ گرم آب تولید شود، این آلکان دارای چند هیدروژن است؟

۶ (۱)
 ۸ (۲)
 ۱۰ (۳)
 ۱۲ (۴)

✓ پاسخ فرمول عمومی سوختن آلکان‌ها به صورت زیر است:



$$\Rightarrow n = 3$$

بنابراین آلکان مورد نظر پروپان با سه کربن بوده که دارای فرمول C_3H_8 است و ۸ هیدروژن دارد و گزینه (۲) درست است.

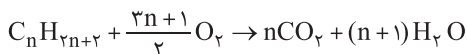


تست

اگر ۲/۹ گرم از آلکانی به طور کامل بسوزد و ۴/۴۸ لیتر گاز کربن دی‌اکسید در شرایط STP آزاد شود، این آلکان دارای چند پیوند کووالانسی است؟
($C = ۱۲, H = ۱: g.mol^{-1}$)

۱۰ (۱) ۱۳ (۲) ۱۶ (۳) ۱۹ (۴)

پاسخ فرمول عمومی سوختن آلکان‌ها به صورت زیر است:



$$\frac{\text{جرم}}{1 \times (14n + 2)} = \frac{\text{حجم}}{n \times 22.4} \Rightarrow n = 4$$

۲/۹
۴/۴۸
حجم
حجم مولی

جرم مولی ضرب
ضرب
STP در شرایط

بنابراین با توجه به فرمول عمومی آلکان‌ها، ترکیب مورد نظر بوتان (C_4H_{10}) بوده و از رابطه $3n+1$ برای تعداد پیوند کووالانسی آلکان‌ها می‌توان گفت که این ترکیب دارای $3(4)+1=13$ پیوند کووالانسی است و گزینه (۲) صحیح می‌باشد.

تست

چگالی یک مول آلکان در شرایط STP تقریباً برابر با ۱/۳۴ گرم بر لیتر است. این آلکان دارای چند هیدروژن است و با چند مول گاز اکسیژن به طور کامل می‌سوزد؟ (از راست به چپ)
($C = ۱۲, H = ۱: g.mol^{-1}$)

۱۳ - ۸ (۴) ۳/۵ - ۶ (۳) ۶/۵ - ۸ (۲) ۷ - ۶ (۱)

پاسخ حجم مولی گازها در شرایط STP برابر با ۲۲/۴ لیتر است و چگالی برابر با نسبت جرم به حجم می‌باشد.

$$\rho = \frac{m}{V} \xrightarrow{V=22.4} 1/34 = \frac{m}{22.4} \Rightarrow m \approx 3.0g$$

جرم مولی آلکان‌ها از رابطه $14n+2$ پیروی می‌کند بنابراین داریم:
 $14n+2=3.0 \Rightarrow n=2$

فرمول عمومی آلکان‌ها به صورت C_nH_{2n+2} است که در این جا $n = 2$ می‌باشد بنابراین آلکان مورد نظر C_7H_{16} بوده که دارای ۶ هیدروژن می‌باشد و واکنش سوختن آن به صورت زیر خواهد بود:

$$2C_7H_{16} + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6H_2O$$

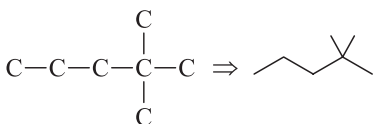
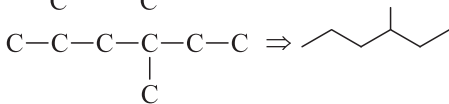
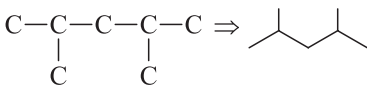
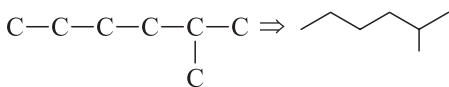
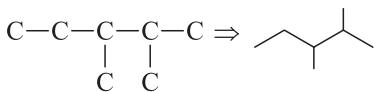
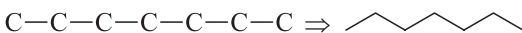
توجه داشته باشید که در سؤال گفته شده هر مول از آن با چند مول اکسیژن می‌سوزد بنابراین جواب این بخش ۳/۵ خواهد بود؛ زیرا با توجه به معادله، هر ۲ مول از آن با ۷ مول اکسیژن به طور کامل می‌سوزد. پس گزینه (۳) صحیح است.

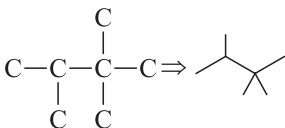
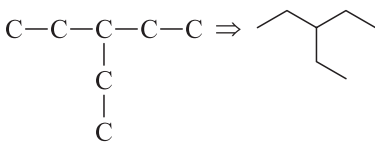
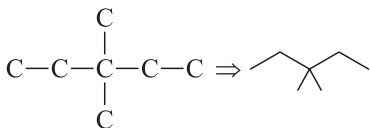
تست

آلکانی با ۲۲ پیوند کووالانسی دارای چند ایزومر است؟

۹ (۱) ۱۱ (۲) ۱۰ (۳) ۱۲ (۴)

پاسخ آلکان‌ها دارای $3n + 1$ پیوند کووالانسی هستند. پس آلکان مورد نظر دارای ۷ کربن است. ($3n + 1 = 22 \Rightarrow n = 7$) ایزومرهای آلکان با ۷ کربن را رسم می‌کنیم.





گزینه (۱) درست است.

تست

اگر نسبت جرم کربن دی اکسید تولیدشده به جرم آب تولیدشده در واکنش سوختن کامل یک آلکان $\frac{20}{9}$ باشد، این آلکان دارای چند پیوند کربن-کربن است؟
($\text{C} = 12, \text{H} = 1, \text{O} = 16 : \text{g.mol}^{-1}$)

۷ (۴) ۱۰ (۳) ۸ (۲) ۹ (۱)

پاسخ ✓ در سوختن کامل آلکانها $44n$ گرم کربن دی اکسید و $18n + 18$ گرم آب تولید می شود. نسبت داده شده را می نویسیم و n را به دست می آوریم.

$$\frac{44n}{18n + 18} = \frac{20}{9} \Rightarrow n = 10$$

بنابراین آلکان مورد نظر دارای ۱۰ کربن خواهد بود. تعداد پیوندهای کربن-کربن در آلکانها یکی کم تر از تعداد کل کربنها می باشد بنابراین این ترکیب ۹ پیوند کربن-کربن دارد. پس گزینه (۱) صحیح است.



سؤالات ایزومری

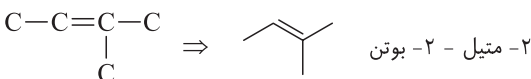
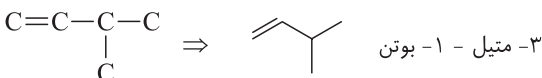
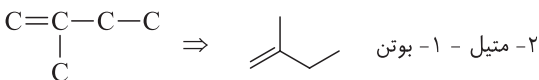
تست

برای C_5H_{10} چند ساختار آلکنی با شاخه فرعی متیل می توان در نظر گرفت؟

۱) ۴ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۱

پاسخ ساختارهای آلکنی با شاخه متیل برای ترکیب C_5H_{10} به صورت زیر

است:



پس گزینه (۴) صحیح است.

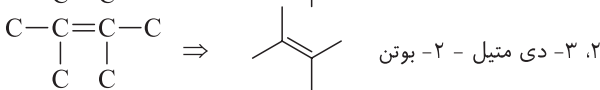
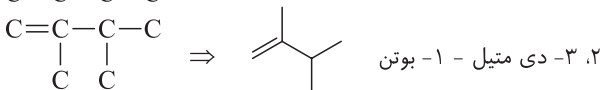
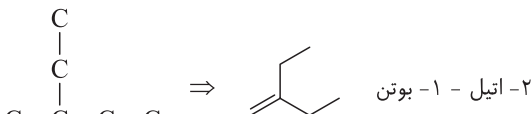
تست

برای C_6H_{12} چند ساختار آلکنی با زنجیر اصلی ۴ کربنه می توان رسم کرد؟

۱) ۵ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۲

پاسخ باید آلکن‌هایی با ۴ کربن در زنجیر اصلی و ۲ کربن به عنوان شاخه(ها)

رسم کرد.



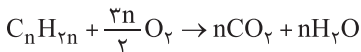
بنابراین گزینه (۲) صحیح است.

واکنش پذیری آلکن‌ها

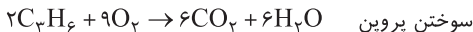
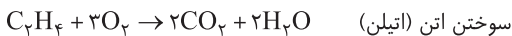
آلکن‌ها به دلیل داشتن پیوند دوگانه کربن - کربن در ساختار خود، سیر نشده‌اند و در واکنش‌های مختلف شرکت می‌کنند. به واکنش‌های آلکن‌ها توجه کنید:

۱ واکنش سوختن آلکن‌ها

اگر آلکن‌ها در اکسیژن کافی بسوزند، محصول واکنش آن‌ها آب و کربن دی‌اکسید است. معادله کلی واکنش سوختن آلکن‌ها به صورت زیر است:

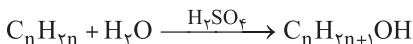


برای مثال به سوختن اتن (اتیلن) و پروپن دقت کنید:

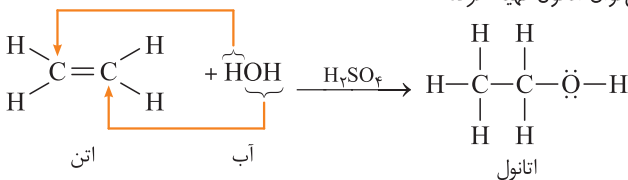


۲ واکنش آب با آلکن‌ها

آب در حضور کاتالیزگر (H_2SO_4) با آلکن‌ها واکنش می‌دهد و الکل سیرشده تولید می‌کند.



برای مثال با وارد کردن گاز اتن در مخلوط آب و اسید، در شرایط مناسب، می‌توان اتانول تهیه کرد.



• در این واکنش پیوند دوگانه کربن - کربن شکسته می‌شود و به یکی از کربن‌های آن، یک هیدروژن مولکول آب و به کربن دیگر، گروه OH مولکول آب متصل می‌شود و یک الکل سیرشده به دست می‌آید.

• نکات زیر را در رابطه با اتانول حفظ باشید:

۱ در صنایع پتروشیمی، اتانول را در مقیاس صنعتی با اضافه کردن اتن به آب در محیط اسیدی تولید می‌کنند.



۲) الکلی بی‌رنگ و فرّار است که به هر نسبتی در آب حل می‌شود.

۳) یکی از مهم‌ترین حلال‌های صنعتی است.

۴) در تهیه مواد دارویی، بهداشتی و آرایشی کاربرد دارد.

۵) در بیمارستان‌ها به عنوان ضدعفونی‌کننده کاربرد دارد.

۶) یکی دیگر از راه‌های تولید اتانول، تخمیر بی‌هوازی گلوکز می‌باشد.



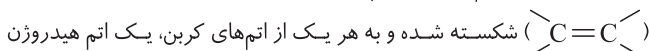
واکنش هیدروژن با آلکن‌ها

معادله کلی واکنش هیدروژن‌دار کردن آلکن‌ها به صورت زیر است:



واکنش هیدروژن‌دار کردن آلکن‌ها در حضور کاتالیزگرهایی مانند نیکل (Ni)،

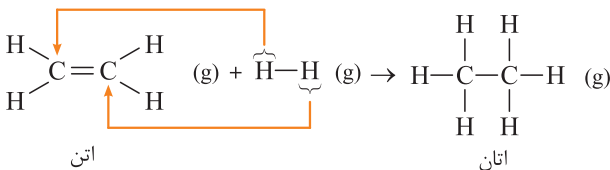
پلاتین (Pt) یا پالادیم (Pd) انجام می‌شود که طی آن پیوند دوگانه کربن - کربن



متصل می‌شود. بدین ترتیب از آلکن شرکت‌کننده در این واکنش، آلکان هم‌کربن

آن به دست می‌آید.

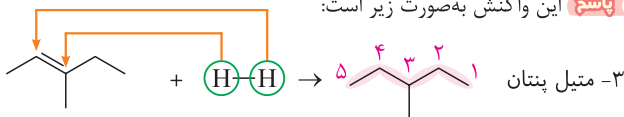
برای مثال هیدروژن‌دار کردن اتن به صورت زیر است:

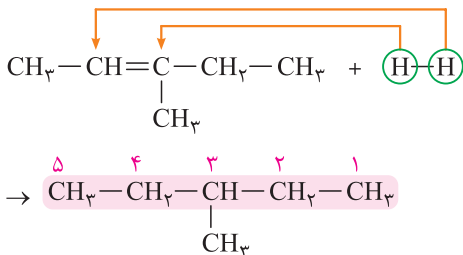


مثال

محصول واکنش ۳- متیل - ۲- پنتن با گاز هیدروژن چه نام دارد؟

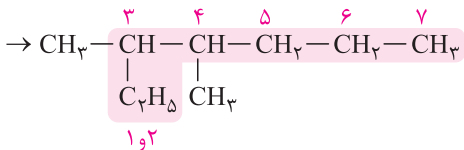
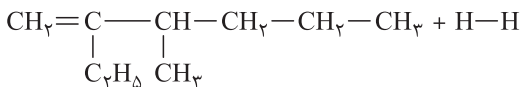
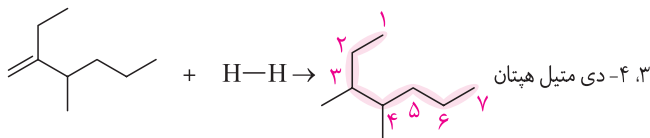
این واکنش به صورت زیر است:





مثال

محصول واکنش ۲-اتیل - ۳-متیل - ۱-هگزن با گاز هیدروژن چه نام دارد؟
 پاسخ: این واکنش به صورت زیر است.



در نتیجه با توجه به سؤال بالا می‌توان نتیجه گرفت که با تغییر پسوند «-ن» به «ان» به نام درست محصول نمی‌رسیم و لازم است در محصول دوباره زنجیر اصلی انتخاب شود و نام‌گذاری مجدد صورت بگیرد.

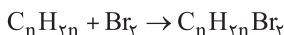


واکنش برم با آلکن‌ها

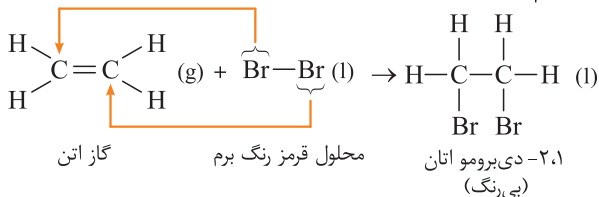
برم (Br_2) در دمای اتاق مایع و به رنگ قرمز است. هنگامی که مقداری آلکن را وارد محلول قرمز رنگ برم می‌کنیم، پیوند دوگانه کربن - کربن ($\text{C}=\text{C}$) در آلکن می‌شکند و به هر یک از اتم‌های کربن، یک اتم برم متصل می‌شود. محصول حاصل بی‌رنگ بوده و دارای ۶ جفت الکترون ناپیوندی از طرف برم‌ها (هر برم ۳ جفت الکترون ناپیوندی) است.

به علت بی‌رنگ بودن محصول واکنش برم با آلکن‌ها، از این واکنش برای شناسایی آلکن‌ها از هیدروکربن‌های سیرشده مانند آلکن‌ها استفاده می‌شود؛ زیرا آلکن‌ها در مجاورت Br_2 هیچ واکنشی با آن نمی‌دهند.

معادله کلی واکنش برم‌دار کردن آلکن‌ها به صورت زیر است:



برای مثال برم‌دار کردن اتن به صورت زیر است:



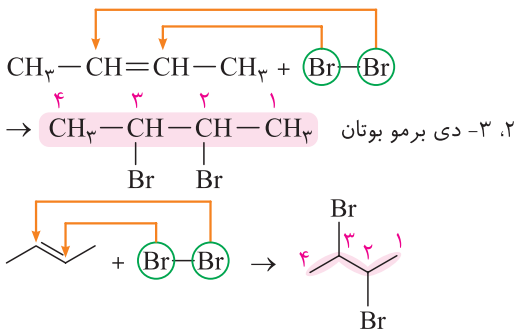
توجه داشته باشید که حتی اگر آلکن، گازی شکل باشد (مانند اتن که بررسی کردیم)، محصول واکنش آن با برم (Br_2) به شکل مایع خواهد بود. شکل زیر واکنش چربی گوشت را با بخار برم نشان می‌دهد. با توجه به از بین رفتن رنگ قرمز بخار برم، می‌توان نتیجه گرفت که چربی موجود در گوشت، سیرنشده است.



مثال

محصول واکنش ۲- بوتن با برم چه نام دارد؟

پاسخ این واکنش به صورت زیر است:

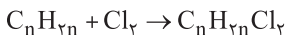


واکنش کلر با آلکن‌ها

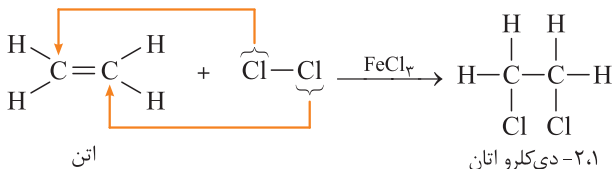
این واکنش همانند واکنش برم با آلکن‌ها است. پیوند دوگانه کربن - کربن ($\text{C}=\text{C}$) در آلکن شکسته می‌شود و به هر یک از اتم‌های کربن، یک اتم

کلر اضافه می‌کنیم. محصول این واکنش نیز دارای ۶ جفت الکترون ناپیوندی از طرف کلرها (هر کلر سه جفت الکترون ناپیوندی) است. برای افزایش سرعت واکنش کلر با آلکن‌ها از کاتالیزگر آهن (III) کلرید استفاده می‌شود.

معادله کلی واکنش کلردار کردن آلکن‌ها به صورت زیر است:



برای مثال کلردار کردن اتن به صورت زیر است:

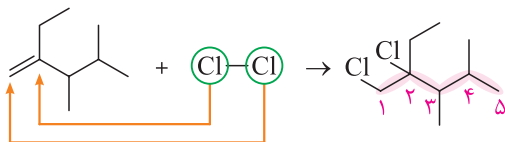




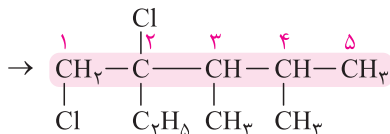
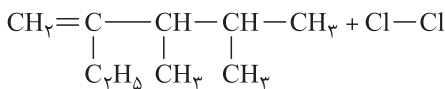
مثال

محصول واکنش ۲- اتیل - ۳، ۴- دی متیل - ۱- پنتن با گاز کلر چه نام دارد؟

پاسخ



۱، ۲- دی کلرو - ۲- اتیل - ۳، ۴- دی متیل پنتان

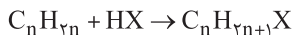


واکنش هیدروژن هالیدها (HX) با آلکن‌ها

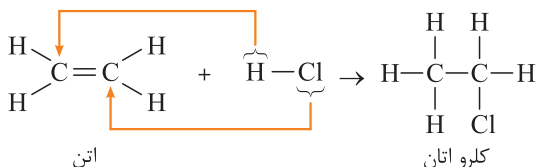
همانند سایر واکنش‌های آلکن‌ها، پیوند دوگانه کربن-کربن ($\text{C}=\text{C}$) در آلکن

شکسته می‌شود و اتم H به یک کربن و اتم هالوژن به کربن دیگر متصل می‌شود.

معادله کلی واکنش هیدروژن هالیدها با آلکن‌ها به صورت زیر است:

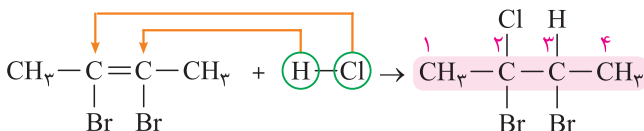
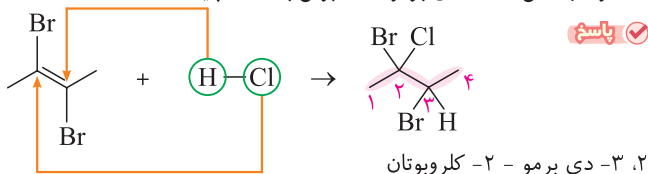


برای مثال واکنش HCl با اتن به صورت زیر است:



مثال

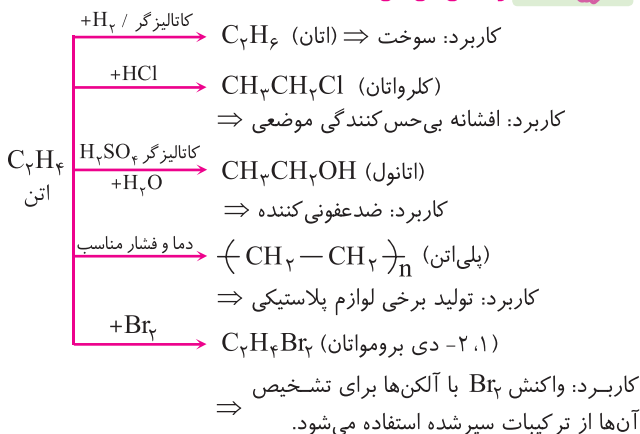
محصول واکنش ۲، ۳- دی برم - ۲- بوتن با HCl چیست؟



واکنش پلیمری شدن

یکی دیگر از واکنش‌هایی است که آلکن‌ها در آن شرکت می‌کنند و طی آن انواع لاستیک‌ها، پلاستیک‌ها، الیاف و ... تهیه می‌شود که در فصل پلیمرها بررسی خواهیم کرد.

دریکنگاه ✓ واکنش‌های اتن





مسائل آلکن‌ها

تعداد پیوند کووالانسی آلکن‌ها

می‌دانیم که در مولکول‌های آلی تعداد پیوندهای کووالانسی یا به عبارتی جفت الکترون‌های پیوندی از فرمول زیر به دست می‌آید:

$$\text{مجموع ظرفیت همه اتم‌ها} = \frac{\text{تعداد جفت الکترون‌های پیوندی}}{2}$$

آلکن‌ها دارای n کربن و $2n$ هیدروژن هستند. (ظرفیت کربن برابر با ۴ و ظرفیت هیدروژن برابر با ۱ است.)

$$\text{تعداد جفت الکترون‌های پیوندی در آلکن‌ها} = \frac{n(4) + (2n)(1)}{2} = 3n$$

پس تعداد پیوندهای کووالانسی در آلکن‌ها برابر $3n$ است.

به طور مثال هگزن با فرمول C_6H_{12} دارای ۱۸ پیوند کووالانسی (جفت الکترون پیوندی) است.

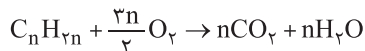
$$18 \text{ هگزن} \Rightarrow 3n \Rightarrow 3(6) = 18$$

مروری بر نکات آلکن‌ها

۱ آلکن‌ها با فرمول عمومی C_nH_{2n} دارای جرم مولی $14n$ می‌باشند.

۲ آلکن‌ها دارای $3n$ پیوند کووالانسی (جفت الکترون پیوندی) هستند.

۳ فرمول عمومی سوختن کامل آلکن‌ها به صورت زیر است:



۴ با سوختن کامل ۱ مول آلکن، n مول یا به عبارتی $44n$ گرم گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌شود و در شرایط STP، $22/4n$ لیتر گاز کربن دی‌اکسید خواهیم داشت.

۵ با سوختن کامل ۱ مول آلکن، n مول یا به عبارتی $18n$ گرم آب تولید می‌شود.

به تست‌هایی که در ادامه آمده‌اند، توجه کنید:

تست

یک مول از آلکنی با ۱۵ جفت الکترون پیوندی با اکسیژن کافی می‌سوزد. نسبت جرم آب تولیدشده به تعداد هیدروژن‌های این آلکن چند است؟
($C = 12, H = 1, O = 16 : g.mol^{-1}$)

- ۸ (۱) ۹ (۲) ۱۰ (۳) ۱۱ (۴)

پاسخ در آلکن‌ها شمار جفت الکترون‌های پیوندی از رابطه $3n$ به دست می‌آید. بنابراین آلکن مورد نظر دارای ۵ کربن ($n = 5 \Rightarrow 3n = 15$) است. آلکنی با ۵ کربن به طور کامل می‌سوزد و (18×5) گرم آب تولید می‌کند.

فرمول عمومی آلکن‌ها C_nH_{2n} می‌باشد بنابراین آلکن مورد نظر با فرمول C_5H_{10} دارای ۱۰ هیدروژن است. نسبت خواسته شده در سؤال برابر با $\frac{18 \times 5}{10}$ یا همان ۹ می‌باشد.

توجه داشته باشید نسبت جرم آب تولیدشده به تعداد هیدروژن‌ها در سوختن کامل آلکن‌ها همیشه برابر با ۹ است. زیرا نسبت خواسته شده به صورت $\frac{18n}{2n}$ می‌باشد. پس گزینه (۲) صحیح است.

تست

مخلوطی به حجم ۱/۱۲ لیتر در شرایط STP حاوی اتان و اتن داریم. اگر این مخلوط با گاز هیدروژن واکنش دهد و ۰/۲ مول گاز هیدروژن را جذب کند، چند گرم اتان در مخلوط اولیه وجود داشته است؟

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

- ۰/۳ (۱) ۰/۶ (۲) ۰/۹ (۳) ۱/۲ (۴)

پاسخ ۱/۱۲ لیتر گاز در شرایط STP معادل ۰/۰۵ مول گاز می‌باشد.

$$\left(\frac{1/12}{22/4} = 0/05\right)$$



گاز اتان با گاز هیدروژن واکنش نمی‌دهد. پس هیدروژن توسط اتن طبق واکنش زیر، جذب شده است:



$$\frac{x \text{ mol}}{1} = \frac{0.02 \text{ mol}}{1} \Rightarrow x = 0.02 \text{ mol } C_2H_4$$

↑ مول
↑ مول
↓ ضرب
↓ ضرب

بنابراین از ۰/۵ مول گاز مخلوط اولیه، ۰/۲ مول آن اتن بوده و مابقی (۰/۳ مول) اتان بوده است.



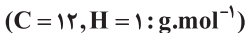
$$\frac{0.03 \text{ mol}}{1} = \frac{x \text{ g}}{1 \times 30} \Rightarrow x = 0.9 \text{ g اتان}$$

↑ مول
↑ جرم
↓ ضرب
↓ ضرب
↓ جرم مولی

پس گزینه (۳) درست است.

تست

جرم مولی یک آلکان تقریباً ۳/۵۷ درصد از جرم مولی آلکن نظیر خود (هم‌کربن) بیش‌تر است. اگر یکی از هیدروژن‌های آن را با برم جایگزین کنیم، چند ساختار پدید می‌آید؟

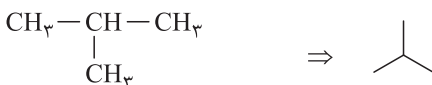
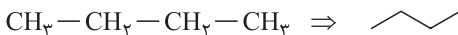


- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

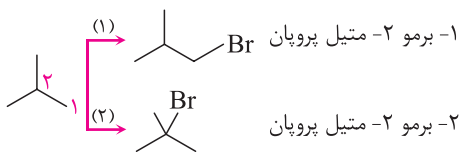
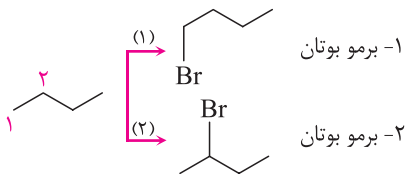
پاسخ: تفاوت جرم مولی آلکان و آلکن هم‌کربن در ۲ هیدروژن است. بنابراین تناسب را می‌نویسیم:

$$\frac{\text{جرم هیدروژن‌های اضافی آلکان}}{\text{جرم آلکن}} = 0.357 \Rightarrow \frac{2}{14n} = \frac{3.57}{100} \Rightarrow n = 4$$

آلکان مورد نظر C_4H_{10} است که خود دارای ۲ ساختار زیر است:



محل‌های جایگزین برم به‌صورت زیر است:



بنابراین گزینه (۴) صحیح است.

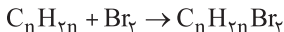
تست

۸/۴ گرم از یک آلکن با ۳۲ گرم برم واکنش کامل می‌دهد. این آلکن دارای چند

هیدروژن است؟ (C = ۱۲, H = ۱, Br = ۸۰ : g.mol⁻¹)

۱۲ (۱) ۱۰ (۲) ۸ (۳) ۶ (۴)

واکنش کلی آلکن‌ها با برم به‌صورت زیر است:



$$\frac{\text{جرم}}{1 \times 14n} = \frac{\text{جرم}}{1 \times 160} \Rightarrow n = 3$$

جرم مولی ضرب
جرم مولی ضرب

بنابراین آلکن مورد نظر C₃H₆ با ۳ کربن و ۶ هیدروژن است و گزینه (۴) صحیح است.

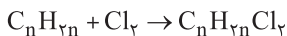


تست

اگر یک آلکن با گاز کلر واکنش داده و جرم محصول تقریباً $3/53$ برابر جرم آلکن اولیه باشد، $1/4$ گرم از این آلکن با چند گرم گاز هیدروژن به طور کامل واکنش می دهد؟ ($C = 12, H = 1, Cl = 35/5 : g.mol^{-1}$)

$0/1$ $0/2$ $0/5$ $0/25$

پاسخ واکنش کلی آلکن ها با کلر به صورت زیر است:



تناسب ها را می نویسیم:

$$\frac{\text{جرم محصول}}{\text{جرم آلکن اولیه}} = \frac{\text{جرم } C_n H_{2n} Cl_2}{\text{جرم } C_n H_{2n}} \Rightarrow 3/53 = \frac{14n + 71}{14n} \Rightarrow n = 2$$

بنابراین آلکن مورد نظر $C_2 H_4$ است. واکنش اتن را با گاز هیدروژن می نویسیم.



$$\frac{\text{جرم } 1/4}{1 \times 28} = \frac{\text{جرم } x}{1 \times 2} \Rightarrow x = 0/1 g H_2$$

جرم مولی ضرب جرم مولی ضرب

بنابراین گزینه (۱) صحیح است.