

به نام خدا

شیمی آلی

جزوه شیمی یازدهم فصل اول بخش سوم

جملات حفظی:

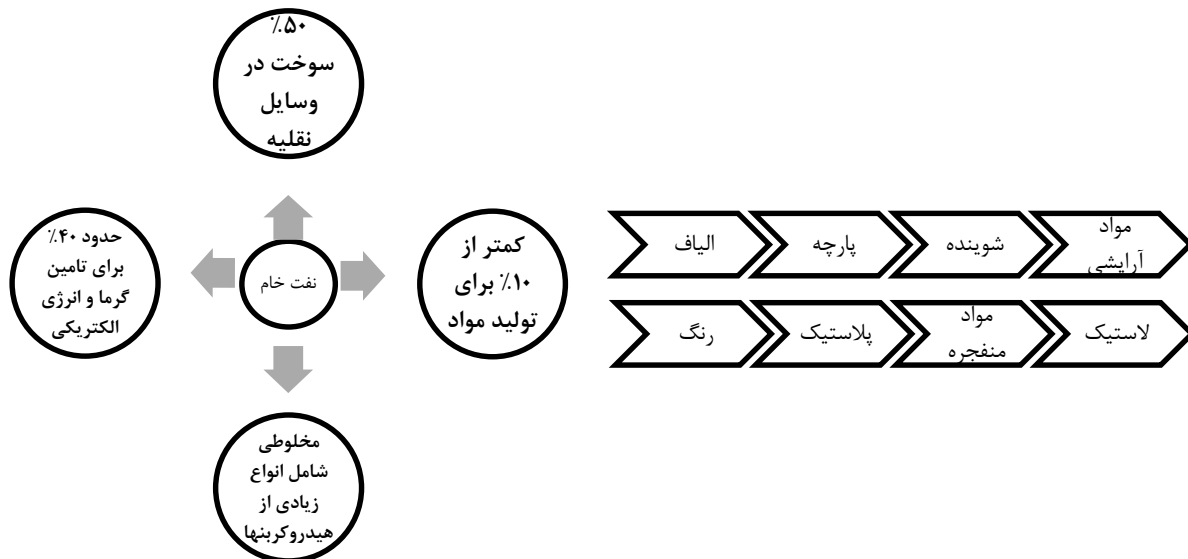
- نفت خام یکی از سوخت‌های فسیلی است که به شکل مایع غلیظ سیاه رنگ یا قهوه‌ای متمایل به سبز از دل زمین بیرون کشیده می‌شود.

- ۲ نقش اساسی نفت خام در دنیای کنونی:

۱- منبع تامین انرژی

۲- ماده اولیه برای تهیه بسیاری از مواد و کالاهای صنایع گوناگون

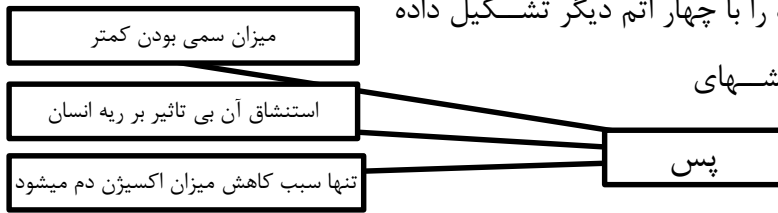
- کاربردهای نفت خام



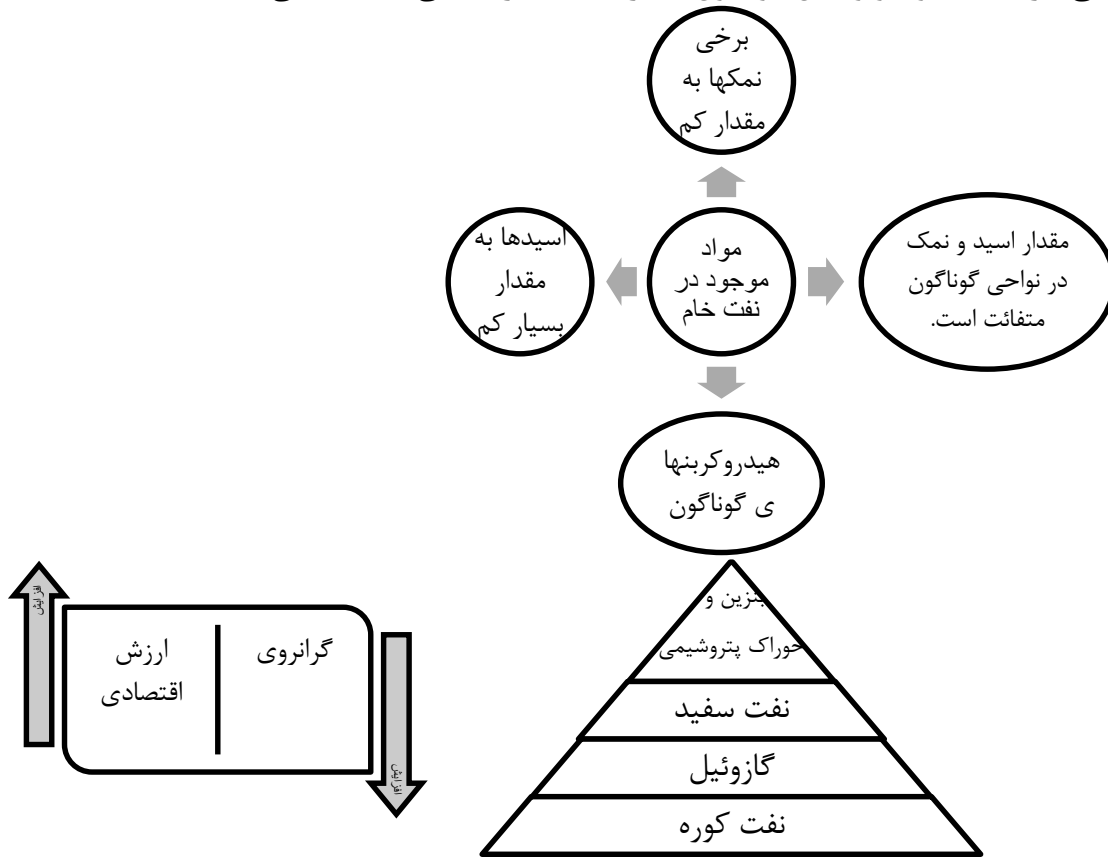
- تفاوت در رفتار هیدروکربن‌ها به علت تفاوت در ساختار آنها است. همچنین شمار اتم‌های کربن نقش مهمی در رفتار هیدروکربن‌ها دارد. با تغییر تعداد اتم‌های کربن، اندازه و جرم مولکول‌های تغییر می‌یابد و در پی آن نیروی بین مولکولی، نقطه جوش، گرانشی، و ... تغییر می‌یابد.

- اتم کربن می‌تواند با اتم عنصرهای هیدروژن، اکسیژن (گروه‌های عاملی صفحه ۱۵) و نیتروژن (آمین و آمید) و ... به شیوه‌های گوناگون متصل شده و مولکول شمار زیادی از مواد مانند کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها، آمینواسیدها، آنزیم‌ها، پروتئین‌ها و ... را بسازد.

- از آنجایی که اتم کربن در آلکانها چهار پیوند خود را با چهار اتم دیگر تشکیل داده است، بنابراین آلکانها تمایل چندانی به انجام واکنشهای شیمیایی ندارند.

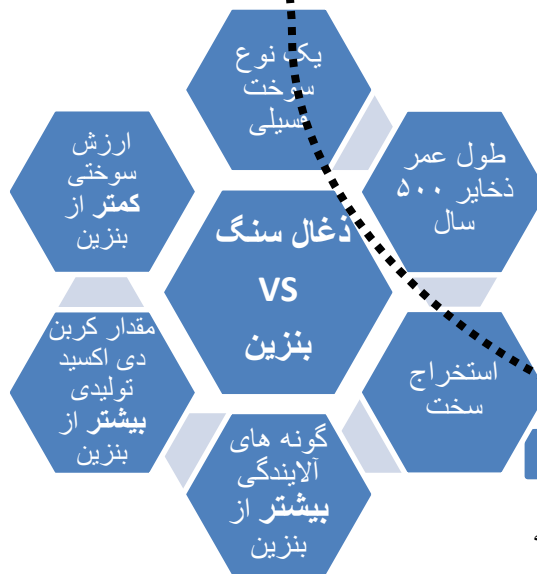
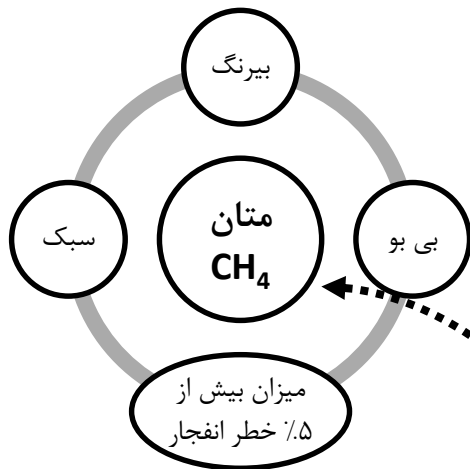


- فرآورده پتروشیمیایی: ترکیبات، مواد و وسایل گوناگون که از نفت یا گاز طبیعی به دست می آیند.



- پس از جدا کردن نمکها و اسیدها نفت خام را پالایش می کنند. در واقع با استفاده از روش تقطیر جز به جز هیدروکربنها را به صورت مخلوطهایی با نقطه جوش نزدیک به هم جدا کرده.





۱ انفجار

• انفجار معدن به اغلب علت تجمع متان بیش از مقدار ۵٪ در هوای معدن. راه مقابله استفاده از تهویه مناسب و قوی است.

۲ ریزش

• فرو ریختن معدن

۳ مرگ

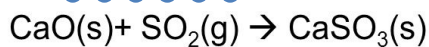
• در ۱۰۰ سال اخیر بیش از پانصد هزار نفر در معادن ذغال سنگ جان باخته اند

۱- شستشو ذغال سنگ به جهت حذف گوگرد و دیگر ناخالصیها

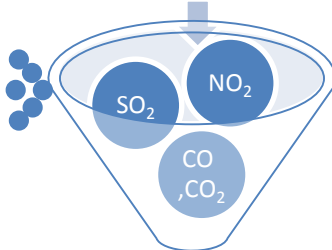
۲- به دام انداختن گاز گوگرد

دی اکسید طبق واکنش زیر

واکنش



دو روش بهبود کارایی ذغال سنگ



H₂O فرآورده دیگر حاصل از سوختن

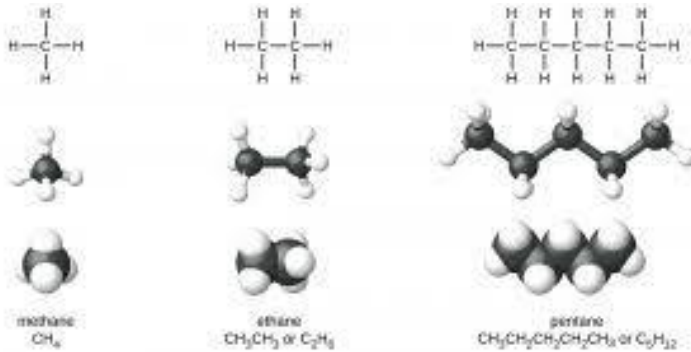
هیدروکربن ها:

اتم کربن، به علت وجود چهار الکترون تک در ساختار الکترون نقطه خود، توانایی برقرار کردن چهار پیوند را دارد. همچنین اتم های کربن، تمایل شدیدی به برقراری پیوند (یگانه و دوگانه و سه گانه) با هم، و تشکیل زنجیره ها و حلقه های کربنی را دارند. به همین دلیل می تواند میلیون ها ترکیب متفاوت را تشکیل دهد. به دسته از مواد شیمیایی که فقط از کربن و

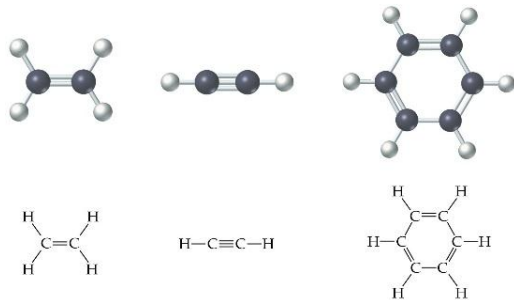
هیدروژن تشکیل شده اند، هیدروکربن میگویند.

هیدروکربن ها بخش عمده نفت و گاز طبیعی را

تشکیل می دهند.



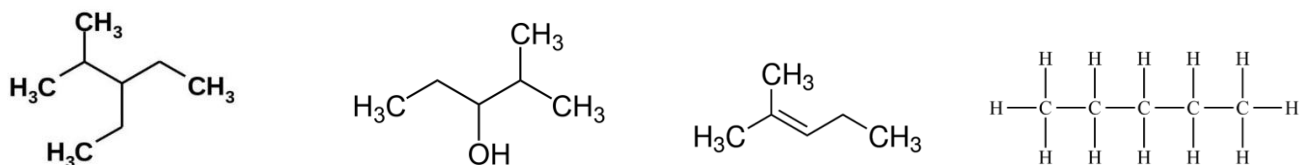
هیدروکربن های حلقوی گونه ای از هیدروکربن ها هستند که زنجیره آنها ابتدا و انتها نداشته و کربن ها به صورت حلقه به هم وصل شده باشند.



آلکان ها:

دسته ای از هیدروکربن ها که در ساختار آن تمام کربن ها به کربن، یا هیدروژن متصل شده اند، و کربن ها فقط با پیوندهای یگانه به یکدیگر متصل شده باشند. فرمول عمومی آلکان ها به صورت است. n میتواند هر عدد طبیعی باشد.

چند مورد از موارد زیر از خانواده آلکان ها است؟

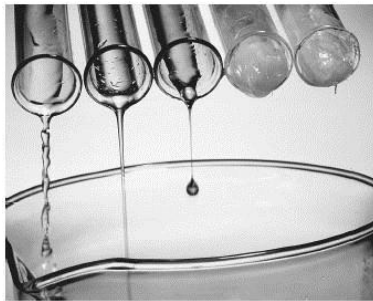


تغییر خواص آلکان ها با افزایش تعداد کربن:

با تغییر تعداد اتم‌های کربن، اندازه و جرم مولکول‌های تغییر می‌یابد و در پی آن نیروی بین مولکولی، نقطه جوش، گرانی، و ... تغییر می‌یابد. به عبارت دیگر با افزایش تعداد کربن در آلکان ها، مولکول ها سنگین تر شده، در نتیجه نیروی بین مولکولی آنها افزایش می‌یابد. این افزایش نیروی بین مولکولی سبب :

- ۱- افزایش نقطه جوش
- ۲- کاهش میزان فرار بودن
- ۳- افزایش گرانی می‌شود.

خاصیت فرار بودن: به میزان تمایل تبخیر یک مایع، در دماهای پایین تر از نقطه جوش، میزان فرار بودن می‌گویند.



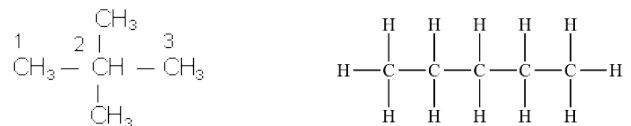
گرانی: به میزان عدم تمایل یک مایع برای جاری شدن، گرانی یا ویسکوزیته می‌گویند.



تذکر:

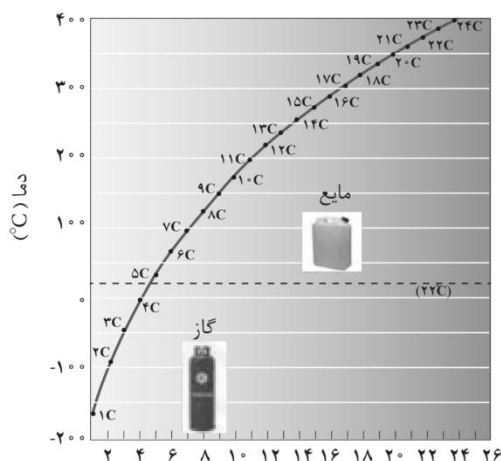
نکته ۱: در صورت ثابت ماندن تعداد کربن، با افزایش شاخه‌های فرعی، نقطه جوش آلکان ها کاهش می‌یابد.

مثال: نقطه جوش دو ترکیب زیر را باهم مقایسه کنید:



نکته ۲: چهار آلکان اول (متان، اتان، پروپان و بوتان) در دمای اتاق به حالت گاز هستند.

مثال: فرمول آلکانهایی که در دمای اتاق به صورت گاز هستند را بنویسید:



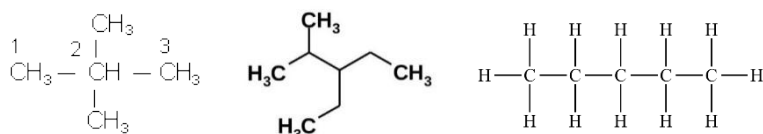


توجه: از گاز بوتان پر شده تحت فشار به عنوان گاز فندک استفاده می‌شود

توجه: آلکان‌ها به علت قطبی بودن در آب نامحلولند. پس می‌توان از آنها برای محافظت از فلزات استفاده کرد. چطوری؟ با قرار دادن فلزات در آلکان‌های مایع یا اندود کردن سطح فلزات و وسایل فلزی با آنها، می‌توان مانع از رسیدن آب به سطح فلز شد، و در نتیجه از خوردگی فلز جلوگیری می‌شود.

آلکان‌ها به دو دسته ۱- بدون شاخه و ۲- شاخه دار تقسیم میشوند.

به نظر شما کدام آلکان شاخه‌دار و کدام بدون شاخه است؟



آلکان‌های بدون شاخه فرعی:

آلکان‌هایی هستند که در زنجیره آنها، هر کربن حداکثر به یک یا دو کربن دیگر متصل باشد.

مثال:

نامگذاری آلکان‌های بدون شاخه:

اصول نامگذاری آلکان‌های بدون شاخه، بر پایه تعداد کربن آنها و اعداد رومی پایه گذاری شده است.

نام	نماد	عدد
منو	I	۱
دی	II	۲
تری	III	۳
تترا	IV	۴
پنتا	V	۵
هگزا	VI	۶
هپتا	VII	۷
اوکتا	IIIX	۸
نونا	IX	۹
دکا	X	۱۰

به جز ۴ آلکان اول که نام‌های خاص دارند، بقیه آلکان‌ها با اضافه کردن

پسوند " آن " به آخر عدد رومی مربوط به تعداد کربن آنها نامگذاری می‌شوند.

آلکان های شاخه دار:

دسته ای از آلکان ها که در زنجیره کربنی آنها حداقل یک کربن را بتوان یافت که به سه یا چهار کربن دیگر وصل باشد.

مثال:

نامگذاری آلکان های شاخه دار:

گام نخست: انتخاب زنجیره اصلی: بلندترین زنجیره کربنی ممکن، که اگر با خودکار از روی کربن های آن عبور کنیم، از روی هیچ کربنی ۲ بار نگذریم.

انتخاب اشتباه:

انتخاب صحیح:

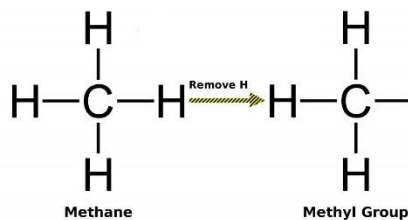
گام دوم: مشخص کردن شاخه های فرعی: هرآنچه که داخل زنجیره اصلی قرار نداشته باشد، شاخه فرعی یا گروه آلکیل نام دارد.

مثال: گروه آلکیل را در آلکان های شاخه دار زیر مشخص کنید:

تبصره: برای نامگذاری شاخه های فرعی، مانند آلکان های راست زنجیر عمل می کنیم، فقط پسوند (آن) را حذف کرده

و به جای آن از پسوند (ایل) استفاده می کنیم. فرمول عمومی آلکیل ها به

صورت است.



اتیل و پروپیل را به صورتهای زیر نیز نمایش می دهند:

گام سوم: شماره گذاری زنجیره اصلی: از هر دو طرف، زنجیره اصلی را شماره گذاری میکنیم. شماره گذاری مورد قبول است که با کوچکترین عدد به شاخه فرعی برسد. (اگر در عدد اول هر دو شماره گذاری برابر شدند، دومین عدد رو مقایسه میکنیم و ...)

مثال: زنجیره اصلی ترکیبات زیر را به روش صحیح شماره گذاری کنید.

گام چهارم: نوشتن نام آلکان شاخه دار: به مثالهای زیر دقت کنید

مثال:

نکته: زمانی که از یک شاخه فرعی بیش از یکی داشته باشیم، علاوه بر شماره کربنهای مربوط به شاخه فرعی، تعداد آنها نیز با استفاده از اعداد رومی باید ذکر شود.

مثال:

نکته: زمانی که روی یک کربن از زنجیره اصلی دو شاخه فرعی مشابه وجود داشته باشد به صورت زیر عمل می کنیم.

مثال:

پس شماره کربن که شاخه فرعی روی آن قرار گرفته را دو بار تکرار کرده و تعداد شاخه فرعی را با عدد رومی مشخص می کنیم.

مثال:

نکته: در صورتی که چند شاخه فرعی متفاوت در آلکان شاخه دار وجود داشته باشد، برای رعایت تقدم و تاخر ذکر شاخه های فرعی باید به نام لاتین آنها توجه کرد. Ethyl و Methyl در الکان فوق به علت تقدم حرف E در زبان انگلیسی نسبت به M به صورت زیر نامگذاری می شود.

مثال:

هلو برو تو گلو: اگر برای مقایسه تقدم و تاخر (کی اول بیاد کی دوم) شاخه های فرعی مشکل دارید، برای کنکور حفظ ترتیب زیر میتونه کار رو براتون راحت کنه!

اول برومو (Br) دوم کلرو (Cl) سوم اتیل چهارم متیل پنجم پروپیل

نکته: در صورت قرار گرفتن هالوژن ها به عنوان شاخه فرعی، با اضافه کردن پسوند "و" در انتهای آن نامگذاری می شود.

مثال:

نکته: در صورتی که ۲ زنجیر را میتوانستیم به عنوان زنجیره اصلی انتخاب کنیم، انتخابی صحیح است که منجر به تولید شاخه های فرعی بیشتری شود.

مثال:

نکته: در شماره گذاری زنجیره اصلی در صورت برابر شدن عدد تولید شده (در صورت شماره گذاری از هر دو طرف) ، سعی می شود عدد کوچکتر به گروهی آلکیلی تعلق گیرد که نام آن زودتر ذکر می شود.

مثال:

هشدار!

هرگاه در نامگذاری آلکان ها به موارد زیر برخورد کردید، قطعا در یکی از مراحل نامگذاری اشتباه کرده اید.

الف) ۱-اتیل (ب) ۱-متیل (ج) ۲-اتیل

در واقع در آلکان ها هیچ گروه آلکیلی روی کربن اول (یا کربن آخر) قرار نمیگیرد. اگر در حین نامگذاری به این مشکل برخوردید، قطعا شاخه مذکور جز زنجیره اصلی بوده است.

اگر گروه اتیل روی کربن دوم باشد، باز هم در انتخاب زنجیره اصلی اشتباه رخ داده است.

مثال:

توجه: بدیهی است که گروه های کلرو و برومو می توانند روی کربن شماره ۱ قرار بگیرند.

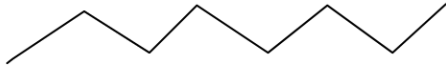
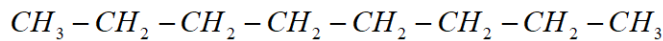
مثال:

نکته: یادمان باشد به گونه ای زنجیره اصلی را انتخاب کنیم که گروه کلرو و برومو روی زنجیره اصلی قرار بگیرد.

مثال:

تمرین:

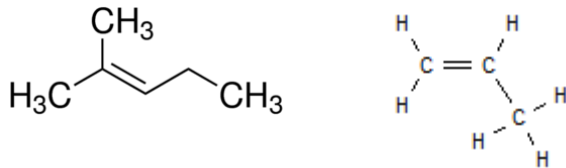
انواع نمایش آلکان ها:



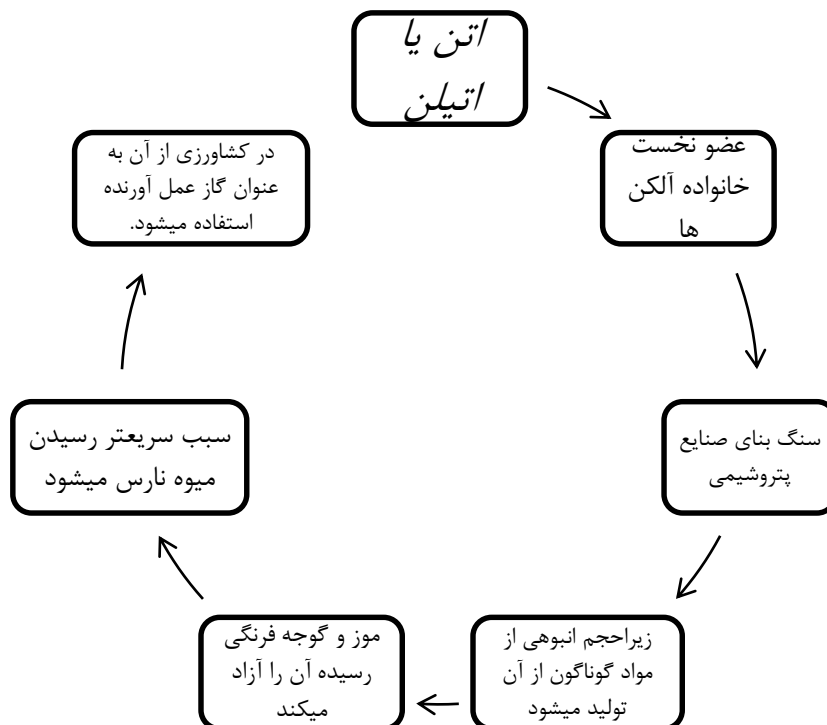
مثال مهم: ترکیب زیر را نامگذاری کرده و فرمول مولکولی آن را بنویسید.

آلکن ها:

گروهی از هیدروکربن ها، که تنها تفاوت آنها با آلکان ها، وجود یک پیوند دوگانه کربن-کربن در زنجیره اصلی آنهاست. به علت وجود این پیوند دوگانه کربن-کربن، به آنها هیدروکربن سیر نشده می گویند. وجود این پیوند دوگانه سبب شده تا آلکن ها به جای چهار اتم به سه اتم دیگر متصل شده باشند و ناپایدارتر از آلکان ها باشند و میل بیشتری به انجام واکنش داشته باشند. فرمول عمومی آلکن ها به صورت..... می باشد.



نکته: اولین عضو خانواده آلکن ها دو کربن داشته و اتن نام دارد. که در گذشته به آن اتیلن هم گفته می شد.



نامگذاری آلکن ها:

از این بخش طبق کادر حاشیه صفحه ۳۸ کتاب درسی نباید در ارزش یابی ها سوال طرح شود. اما چون صفحه ۳۹ کتاب چند آلکن راست زنجیر را با نام ذکر کرده، مجبور به توضیح این مطلب هستیم.

نامگذاری آلکن های بدون شاخه:

گام اول: مانند آلکان ها ابتدا تعداد کربن را شمرده و آن را با عدد رومی مربوط و پسوند (- ن) نامگذاری می کنیم.

گام دوم: شماره کربنی که پیوند دوگانه دارد، باید ذکر شود. برای این کار زنجیر کربنی از سمتی شماره گذاری میشود که کربن دارای پیوند دوگانه عدد کمتری را به خود اختصاص دهد.

مثال:

نکته: اگر موقعیت پیوند دوگانه روی کربن، تفاوتی در نامگذاری آلکن ایجاد نکند، شماره آن نوشته نمی شود.

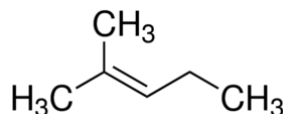
مثال:

تولید الکل از آلکن ها:

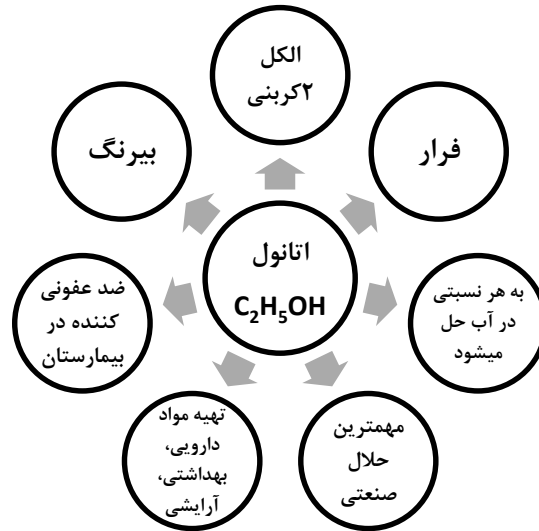
همانطور که گفته شد، مرتبه دوم پیوند کربن-کربن، در آلکن ها پایدار نبوده و تمایل زیادی به شکسته شدن، و برقراری پیوند جدید با اتم های دیگر دارد. آلکن ها در واکنش با آب، در مجاورت اسید سولفوریک (اسید سولفوریک کاتالیزگره) به صورت زیر واکنش می دهند:

در این واکنش، مرتبه دوم پیوند کربن-کربن در آلکن می شکند، و پیوند یکی از هیدروژن های آب نیز شکسته شده و H و OH جذب آلکن میشوند، و الکل را به وجود می آورند. الکل ها هیدروکربن هایی با یک یا چند گروه عاملی هیدروکسیل (OH) هستند.

مثال: ساختار الکل بدست آمده از آلکن زیر را رسم کنید:



اتانول در مقیاس صنعتی به همین روش تولید می‌شود.



نامگذاری الکل‌ها راست بدون شاخه:

همانند آلکن‌های بدون شاخه نامگذاری میشوند، با این تفاوت که در انتها از پسوند $^{\text{u}}$ ل قرار می‌گیرد. و اگر عامل هیدروکسیل روی کربنی جز کربن اول قرار بگیرد ذکر شماره آن کربن الزامیست. فرمول عمومی الکل‌های تک عاملی به صورت است.

مثال:

نکته: اگر موقعیت گروه عاملی هیدروکسیل روی کربن، تفاوتی در نامگذاری الکل ایجاد نکند، شماره آن نوشته نمی‌شود

مثال:

هالوژن دار کردن آلکن‌ها:

آلکن‌ها با هالوژن‌ها مخصوصاً کلر و برم و ید واکنش داده و آلکان دی‌هالوژن دار تولید میکنند.

کاربرد: این واکنش جهت شناسایی وجود آلکن‌ها در یک مخلوط استفاده میشود. به این صورت که ماده مجهول را وارد ظرفی حاوی گاز برم کرده، در صورت کمرنگ شدن برم، مشخص میشود ترکیب ما سیر نشده بوده است.

نکته: همواره در ماده ای که از این واکنش بدست می آید دو اتم هالوژن به دو کربن متوالی متصل هستند.

تذکر: ممکن است آلکان هالوژن داری وجود داشته باشد که هالوژن هایش به دو کربن متوالی متصل نباشد.

مثال پانزدهم: کدامیک از مواد زیر را نمیتوان از واکنش هالوژن دار کردن آلکن ها بدست آورد؟

نکته: البته آلکن ها با هالیدهای هیدروژن هم واکنش داده و به صورت زیر آلکان تک هالوژن تولید می کنند.

هیدروژن دار کردن (سیر کردن) آلکن ها:

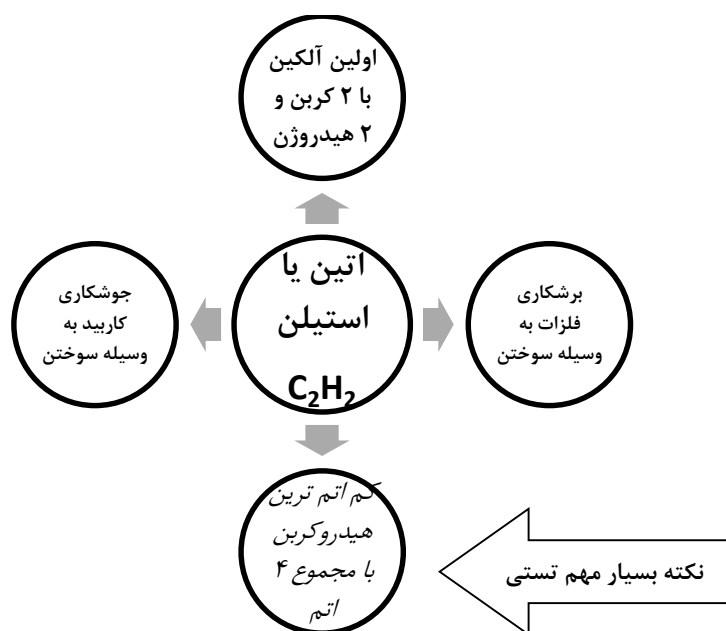
آلکن ها در واکنش با گاز هیدروژن در شرایط مناسب با شکستن مرتبه دوم پیوند کربن-کربن، هیدروژن را جذب کرده و به آلکان تبدیل می شوند.

مثال: نام آلکان سیر شده از آلکن را بنویسید:

آلکین ها:

دسته ای از هیدروکربن ها که در زنجیره کربن خود یک پیوند سه گانه کربن-کربن داشته باشند. از آنجایی که مرتبه سوم پیوند کربن-کربن، از مرتبه دوم پیوند کربن-کربن هم ضعیف تر است، پس آلکین ها به نسبت آلکان ها و آلکن ها واکنش پذیرتر و اصطلاحاً سیر نشده تر هستند. فرمول عمومی آلکین ها به صورت..... است. برای نامگذاری آلکین ها دقیقاً همانند آلکن ها عمل می کنیم، تنها به جای پسوند -ن از پسوند ین استفاده میکنیم.

مثال:



نکته: هیچ شاخه فرعی روی کربن هایی که در یک آلکین پیوند سه گانه دارند، قرار نمیگیرد. (چون هر کربن تنها می تواند چهار پیوند برقرار کند).

مثال:

همپار (ایزومر)

ایزومرها مولکول هایی با فرمول یکسان اما ساختار های متفاوت می باشند.

مثال: کدام یک از ترکیبات زیر باهم همپار هستند؟

نحوه رسم همپارهای مختلف یک آلکان:

- ۱- رسم زنجیره اصلی شامل کل کربن ها
- ۲- رسم زنجیره اصلی با یک کربن کمتر و قرار دادن یک شاخه متیل روی کربن های مختلف زنجیره اصلی
- ۳- رسم زنجیره اصلی با دو کربن کمتر و قرار دادن دو شاخه متیل روی کربن های مختلف زنجیره اصلی
- ۴-
- ۵- رسم زنجیره اصلی با دو کربن کمتر و قرار دادن یک شاخه اتیل روی کربن های مختلف زنجیره اصلی

۶- رسم زنجیره اصلی با سه کربن کمتر و قرار دادن یک شاخه متیل و یک شاخه اتیل روی کربن های مختلف زنجیره اصلی

۷-

نکته: توجه داشته باشید در زمان رسم همپارهای مختلف، آلکان های تکراری تولید نکنید!

نکته: متان و اتان و پروپان هرکدام تنها یک ایزومر دارند.

نکته: بد نیست تعداد ایزومترهای زیر را حفظ کنیم:

C_4H_{10} تا ۲

C_5H_{12} تا ۳

C_6H_{14} تا ۵

C_7H_{16} تا ۹

مثال: همپارهای دو آلکان با فرمول..... و..... را رسم کنید:

هیدروکربن های حلقوی:

زنجیره کربنی در این هیدروکربن ها به صورت حلقه بوده و به دو دسته معروف آنها سیکلو آلکان ها و سیکلو آلکن ها می باشند. نامگذاری سیکلو آلکان ها، شبیه آلکان ها است، و سیکلو آلکن ها نیز شبیه آلکن ها نامگذاری می شوند و تنها در پشت نام حلقه اصلی پیشوند سیکلو قرار می گیرد.

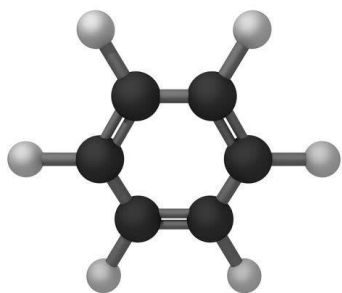
مثال:

فرمول عمومی سیکلو آلکان ها به صورت..... و سیکلو آلکن ها (که تنها یک پیوند دوگانه در حلقه خود دارند) به صورت..... می باشد.

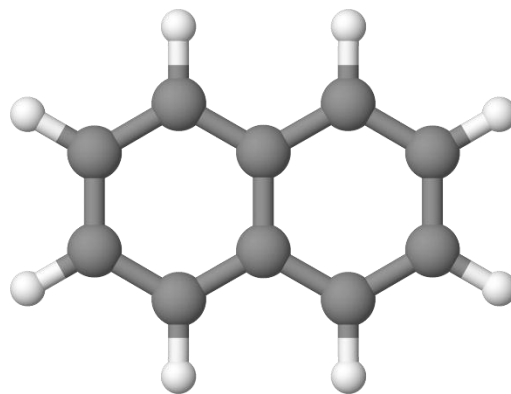
نکته: آلکن ها و سیکلو آلکان های هم کربن به علت یکسان بودن فرمول مولکولی ایزومر همدیگر هستند.

خانواده آروماتیک ها:

به گروهی از هیدروکربن ها که در ساختار خود حداقل یک حلقه بنزنی داشته باشند آروماتیک گفته می شود. بنزن با فرمول..... و نفتالن (ضد بیید برای نگهداری لباس و فرش در زمان های قدیم) با فرمول..... دو عضو معروف از این خانواده بزرگ هستند که شکل آنها به صورت زیر است.



BENZENE



نکته: توجه داشته باشید ۲ کربن میانی دارای پیوند دوگانه نمی باشد.

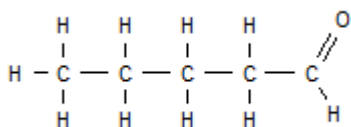
گروه های عاملی اکسیژن دار: این گروه ها نقش تعیین کننده ای در خواص ترکیبات آلی دارند. مهمترین گروه های

عاملی به شرح زیر میباشند:

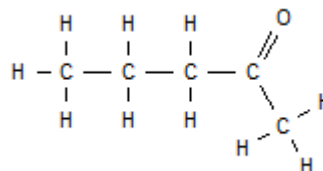
تعداد کربن اولین عضو خانواده	فرمول ساختاری	مثال	نام خانواده	فرمول ساختاری	نام گروه عاملی
.....	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{O}-\text{H} \end{array}$	اتانول	الکل	- O - H	هیدروکسیل
.....	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H}-\text{C}-\text{O}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$	دی متیل اتر متوکسی متان	اثر	- O -	اثر
.....	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \text{O} \\ \quad \quad // \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \backslash \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$	استالدهید اتانال	آلدهید	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ -\text{C} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}$	آلدهید
.....	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \text{O} \\ \quad \quad // \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \backslash \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$	استون پروپانون	کتون	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ -\text{C} \\ \backslash \end{array}$	کربونیل
.....	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \text{O} \\ \quad \quad // \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \backslash \\ \text{H} \quad \quad \text{O}-\text{H} \end{array}$	استیک اسید	کربوکسیلیک اسید	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ -\text{C} \\ \backslash \\ \text{O}-\text{H} \end{array}$	کربوکسیل
.....	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \quad \text{O} \\ \quad \quad // \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \backslash \\ \text{H} \quad \quad \text{O}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$	متیل استات	استر	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ -\text{C} \\ \backslash \\ \text{O}-\text{C}-\text{H} \\ \quad \quad \\ \text{H} \quad \quad \text{H} \end{array}$	استر

ترکیبات آلی با گروه های عاملی مشابه خواص مشابهی دارند و خود این گروه های عاملی باعث تغییر خواص ترکیبات آلی می شود.

مثال:



پنتالدهید



۲-پنتانون

در دو مثال صفحه قبل هر دو دارای فرمول مولکولی یکسان $C_5H_{10}O$ بوده اما ساختار و خواص متفاوتی دارند. این دو مولکول ایزومر (همپار) برای مولکول $C_5H_{10}O$ هستند.

مثال: فرمول عمومی تمامی خانواده های هیدروکربنی صفحه ۱۴ را بنویسید:

مثال بسیار مهم: در بین ترکیبات آلی که با آنها آشنا شده اید کدام خانواده ها ایزومر هم هستند؟

جمع بندی همه گروه های عاملی:

- (۱) آلکنی
- (۲) آلکینی
- (۳) سیکلو یا حلقه
- (۴) بنزنی
- (۵) هیدروکسیل
- (۶) اتری
- (۷) آلدهید
- (۸) کتون
- (۹) کربوکسیل
- (۱۰) استر
- (۱۱) آمین
- (۱۲) آمید

نکته: برای بدست آوردن تعداد هیدروژن در فرمول مولکولی ترکیبات آلی با گروه‌های عاملی متفاوت به صورت زیر عمل می‌کنیم.

۱- ابتدا تعداد کربن‌ها و اکسیژن‌ها را شمرده و فرمول را به صورت می‌نویسیم که n تعداد کربن و x تعداد اکسیژن است.

۲- سپس به ازای هر یک از گروه‌های عاملی آلدهیدی، کتونی، اسیدی، استری، آلکنی، حلقه سیکلو، به تعداد ۲ اتم هیدروژن از فرمول اصلی کم می‌کنیم.

۳- به ازای هر گروه آلکینی ۴ اتم هیدروژن کم می‌کنیم.

۴- گروه‌های اتری و هیدروکسیل در تعداد هیدروژن تاثیری ندارند.

۵- حضور نیتروژن، دقت بیشتری برای محاسبه را ایجاب می‌کند.

مثال: