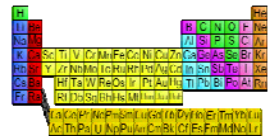
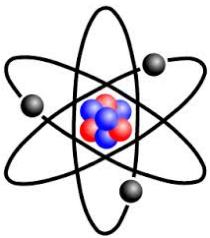
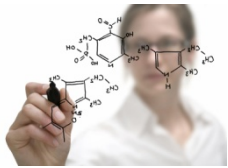
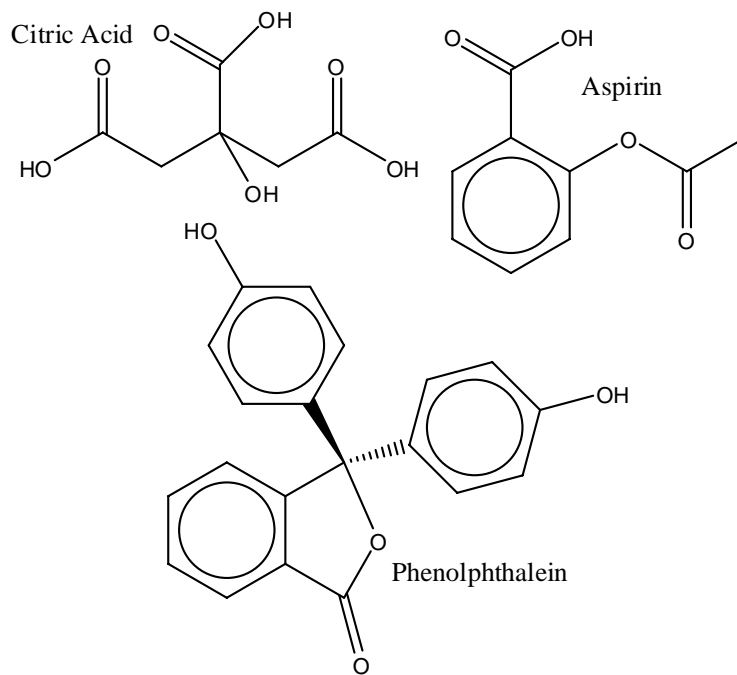
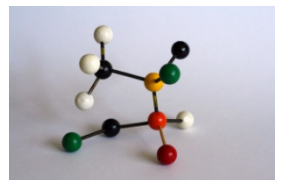


«شیمی آلی»



مؤلف: مهندس شاهی



پیش‌گفتار

کتاب دیجیتالی که در پیش‌رو دارید، بخشی از ابزارهای آموزشی مربوط به شیمی است. در این کتاب مفاهیم اولیه، انواع گروه‌های عاملی متداول و برای هر گروه عاملی ایزومری، نامگذاری، خواص فیزیکی و خواص شیمیایی من جمله مباحثی هستند که بحث و بررسی شده‌اند. همچنین در بخش انتهایی کتاب بیومولکولها مثل کربوهیدراتها، پروتئینها، لیپیدها و نوکلئیک اسیدها بصورت مقدماتی معرفی و بحث شده‌اند. کتاب حاوی مثالهای حل شده است تا به خواننده دید بهتری نسبت به قضیه بدهند و تسلط خواننده بر مطلب و قدرت حل مسئله او را افزایش دهند. لازم بذکر است این کتاب برای آشنایی مقدماتی با شیمی آلی مناسب است و به خوانندگان علاقه‌مند به مفاهیم و مطالب پیشرفته‌تر مطالعه منابع متناسب دیگر پیشنهاد می‌شود. امید است این کتاب دیجیتال و دیگر کتابها برای دانش‌آموزان و دانشجویان علاقه‌مند به شیمی مفید واقع شود و به پیشرفت آنان در زمینه یادگیری علم شیمی کمک شایانی بنماید.

مهندس شاهی

فهرست

شماره صفحه	عنوان
1	❖ مقدمه
1	❖ کربن، یک عنصر متمایز
2	❖ نمایش ترکیبات آلی
3	❖ گروههای عاملی و دسته بندی ترکیبات آلی
4	❖ آلکانها
13	❖ آلکنها
21	❖ آلکینها
24	❖ هیدروکربنهای آلیفاتیک حلقوی
29	❖ هیدروکربنهای آروماتیک
34	❖ هالوآلکانها
38	❖ الکلها
40	❖ اترها
42	❖ آلدهیدها و کتونها
44	❖ کربوکسیلیک اسیدها
47	❖ استرها
49	❖ فنولها
51	❖ آمینها
54	❖ آمیدها
56	❖ بیومولکولها
61	❖ درجه سیرنشده گی

مقدمه

شیمی آلی را می‌توان شیمی ترکیبات کربن در نظر گرفت. در واقع شیمی آلی شاخه‌ای از علم شیمی است که به مطالعه علمی ساختار، خواص و واکنش‌های ترکیبات آلی یا همان ترکیبات کربن‌دار می‌پردازد. ترکیبات آلی یا کربن‌دار در شیمی آلی و ترکیبات سایر عناصر بدون کربن در شاخه‌ای از شیمی به نام شیمی معدنی بحث و بررسی می‌شود. البته برخی از ترکیبات عنصر کربن مثل مونوکسید کربن (CO)، کربن دی‌اکسید (CO₂)، کربنات‌ها (محتوی یون کربنات یا CO₃²⁻) و سیانیدها (محتوی یون سیانید یا CN⁻) ترکیبات معدنی محسوب می‌شوند و بطور کلی مرزبندی بین شیمی آلی و شیمی معدنی در برخی موارد مبهم است.

دلیل اصلی اختصاصی شاخه‌ای از شیمی به ترکیبات عنصر کربن و بررسی جداگانه آنها می‌تواند به فراوانی ترکیبات کربن‌دار در مقایسه با ترکیبات بدون کربن نسبت داده شود. بعبارتی عنصر کربن متمایز از دیگر عناصر عمل می‌کند و در مقایسه با دیگر عناصر، ترکیبات بسیار فراوان‌تری تشکیل می‌دهد. از این‌رو قسمتی از شیمی به نام شیمی آلی به ترکیبات این عنصر اختصاص داده شده است.

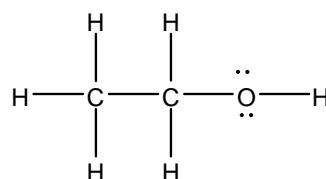
کربن، یک عنصر متمایز

دلیل اصلی این مطلب که کربن ترکیبات بسیار زیادی تشکیل می‌دهد و متفاوت از دیگر عناصر رفتار می‌کند، وجود خصلت زنجیری شدن در اتم‌های کربن است. وجود خصلت زنجیری شدن در اتم‌های یک عنصر را می‌توان به معنای وجود تمایل در اتم‌های آن عنصر برای اتصال پشت سرهم بصورت یک زنجیر و تشکیل زنجیرهای نسبتاً پایدار با طول‌های مختلف در نظر گرفت. درحالی‌که این خصلت در عنصر کربن وجود دارد و اتم‌های کربن زنجیرهای کربنی (ساخته شده از کربن) کوتاه و بلند نسبتاً پایدار می‌توانند بوجود آورند، این قابلیت در عناصر دیگر به مقدار بسیار کمتری دیده می‌شود یا اصلاً وجود ندارد. وجود خصلت زنجیری شدن در عنصر کربن و عدم وجود آن در عناصر دیگر در درجه اول به انرژی پیوندها برمی‌گردد. انرژی پیوندهای کربن-کربن (پیوندهای کربن با خودش) در حد انرژی پیوندهای کربن با دیگر عناصر است. از این رو شکسته شدن اتصالات کربنی در زنجیرهای کربنی و تشکیل پیوندها بین کربن‌های جدا شده از زنجیر با دیگر عناصر به معنای جایگزین شدن پیوندهای بسیار ضعیف با بسیار قوی نیست و زنجیرهای کربنی در مقابل شکسته شدن مقاومت خوبی دارند و نسبتاً پایدارند. این در حالیست که انرژی پیوندهای دیگر عناصر با خودشان معمولاً بسیار کمتر از انرژی پیوندهای آنها با عناصر بغیر از خود است و زنجیرهای اتم‌های دیگر عناصر مستعد شکسته شدن هستند. بنابراین اتم‌های دیگر عناصر زنجیرهای بلند مثل کربن نمی‌توانند تشکیل دهند.

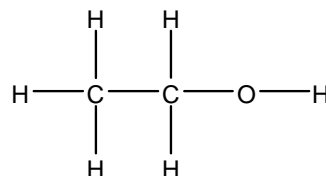
ظرفیت چهار کربن و قابلیت تشکیل پیوند دوگانه و سه‌گانه با خودش (یعنی $C = C$ و $C \equiv C$) و سایر عناصر (مثل $C = O$ و $C \equiv N$) در کنار خصلت زنجیری شدن آن منجر به این می‌شود که کربن ترکیبات بسیار فراوان و متنوعی تشکیل دهد بطوریکه ما مجبور شویم شاخه‌ای از شیمی را به ترکیبات آن اختصاص دهیم.

نمایش ترکیبات آلی

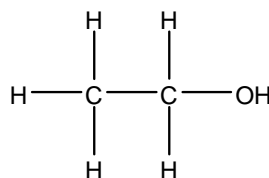
یک ترکیب آلی در درجه اول با فرمول تجربی و مولکولی اش مشخص می‌شود که فرمول تجربی نوع و ساده ترین نسبت عناصر در ترکیب و فرمول مولکول نوع و تعداد اتم‌های عناصر حاضر در مولکول را نشان می‌دهد. با در نظر گرفتن این نکته که در شیمی آلی اغلب برای یک فرمول چند ساختار امکان پذیر است یا عبارتی در شیمی آلی معمولاً ایزومری داریم، اغلب اوقات ذکر فرمول یک ترکیب آلی برای مشخص کردن آن بصورت یکتا کافی نیست و اطلاعات ضعیفی در مورد ساختار آن بدست می‌دهد. از این رو موقع نمایش ترکیبات آلی معمولاً ساختار آنها را نیز نمایش می‌دهیم یا حداقل به کمک نامگذاری همانطور که بعداً خواهیم دید، ساختار آن را بطور یکتا توصیف می‌کنیم. برای نمایش ساختار مواد آلی میتوانیم از روشهای مختلفی مثل ساختارهای لوویس، فشرده و... استفاده کنیم که در ادامه با آنها آشنا می‌شویم. این نمایش‌های مختلف در واقع بیانگر فرمول ساختاری ماده هستند که در آن اتم‌ها و پیوند های آنها با هم بصورت صریح یا غیرصریح نمایش داده می‌شوند. ساختارهای لوویس که پیوندهای اتمها با هم و جفت‌های غیر پیوندی روی اتمها را نمایش می‌دهند، میتوانند برای نمایش ساختار ترکیبات آلی نیز بکار گرفته شوند. بعنوان مثال ساختار لوویس اتانول (C_2H_5OH) بصورت زیر است:



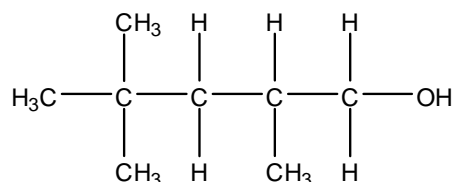
در نمایش ساختار مواد آلی ممکن است برای سادگی جفت‌های غیر پیوندی روی اتمها نمایش داده نشوند و تشخیص آنها بعداً بیننده ساختار باشد. بعنوان مثال اتانول ممکن است بصورت زیر نمایش داده شود:



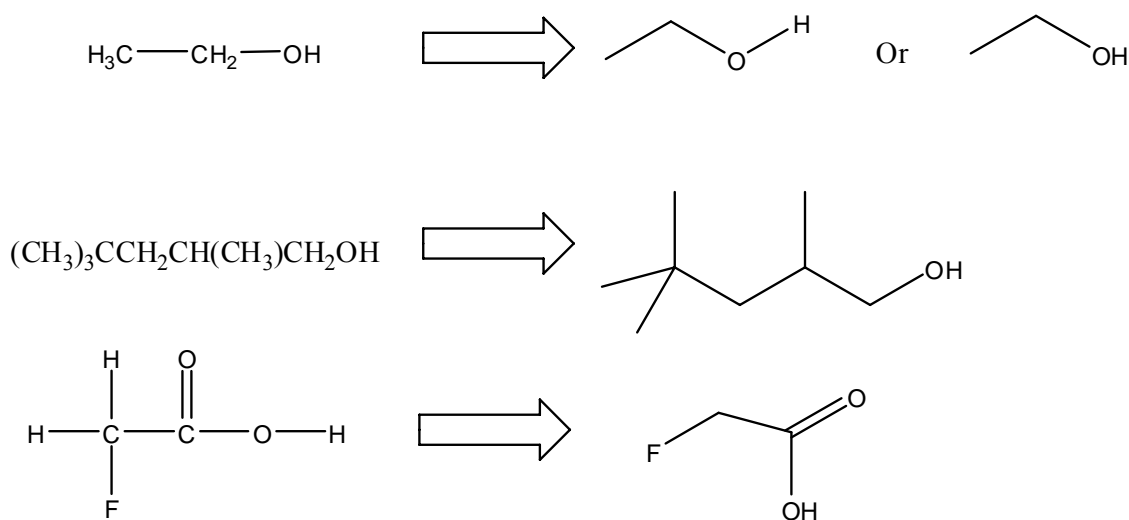
گاهی اوقات نیز برای سادگی ممکن است قسمتی از پیوندها که عدم نمایش آنها ابهام ایجاد نمی‌کند، نمایش داده نشوند. مثلاً برای اتانول داشته باشیم:



فرمولهای فشرده به زمانی برمی‌گردند که امکانات برای نمایش گرافیکی کم بود و سعی می‌شد ساختار یک ترکیب در یک خط در متن نمایش داده شود. بعنوان مثال فرمول فشرده اتانول بصورت CH_3CH_2OH است. برای اینکه بتوانیم ساختار و ترکیب را در یک خط نمایش دهیم. ممکن است مجبور باشیم بخشهایی از ساختار را در پرانتزها بیاوریم. اتمها یا گروه‌های داخل پرانتز در صورتی که در ابتدای فرمول فشرده نباشند، به اولین اتم غیر هیدروژن واقع در سمت چپ خود متصل هستند و اگر در ابتدای فرمول فشرده باشند، به اولین اتم غیر هیدروژن واقع در سمت راست خود متصل هستند. بعنوان مثال فرمول فشرده برای ساختار زیر بصورت $(CH_3)_3CCH_2CH(CH_3)CH_2OH$ است:



در ساختار اسکلتی یا خط-زاویه که از ساختار لوویس ماده اقتباس می شود، علامت اتمهای کربن () نوشته نمی شود و محل برخورد خطوط بعنوان محل حضور اتمهای کربن در نظر می شود. اتمهای هیدروژن متصل به اتمهای کربن ممکن است نمایش داده شوند و ممکن است نمایش داده نشوند که در صورت عدم نمایش، محل و تعداد آنها از روی ظرفیت چهار اتمهای کربن تعیین می شود. اتمهای هیدروژن متصل به دیگر اتمها بجز کربن و اتمهای غیر از H و C حتما نمایش داده می شوند. بعنوان مثال داریم:



گروههای عاملی و دسته بندی ترکیبات آلی

یک گروه عاملی یک یا چند اتم بخصوص با نحوه اتصال بهم بخصوص و مشخص است که حضور آن در یک ترکیب خواص ویژه‌ای به آن ترکیب می دهد. عبارتی ترکیبات دارای گروه عاملی یکسان، خواص کمابیش یکسانی از خود نشان می دهند و ترکیبات دارای گروه عاملی متفاوت، خواص کمابیش متفاوتی دارند. بعنوان مثال گروه عاملی الکلی بصورت OH - است و هر ترکیب دارای این گروه عاملی می تواند با فلزات فعالی مثل سدیم واکنش بدهد و گاز هیدروژن تولید کند (شبيه واکنش فلز سدیم با آب).

گروههای عاملی نقش مهم و تعیین کننده‌ای در تعیین خواص فیزیکی و شیمیایی مواد آلی دارند و از این مواد آلی براساس گروههای عاملی دسته بندی و بررسی می شوند. مواد آلی که نوع و تعداد گروههای عاملی موجود در آنها کاملا یکسان است، در فرمولهای خود باندازه یک یا چند CH_2 باهم متفاوت خواهند بود و ترکیبات همرده یا همولوگ در نظر گرفته خواهند شد که براساس نوع و تعداد گروههای عاملی موجود نامگذاری می شوند. بعنوان مثال ترکیبات $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, CH_3OH و..... ترکیبات همولوگی هستند که گروه عاملی الکلی OH - دارند و جز دسته الکلهای طبقه بندی می شوند و الکل محسوب می شوند. در ادامه با گروههای عاملی و خواص مربوطه آشنا خواهیم شد.

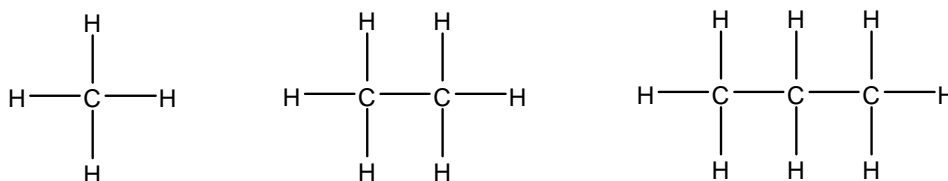
علاوه بر گروه‌های عاملی می‌توان ترکیبات آلی را براساس نوع اتم‌های موجود به هیدروکربن‌ها و غیرهیدروکربن‌ها طبقه بندی نمود. هیدروکربن‌ها ترکیبات آلی هستند که فقط از عناصر کربن و هیدروژن تشکیل شده اند، درحالی‌که در غیرهیدروکربن‌ها علاوه بر کربن و هیدروژن عناصر دیگری مثل اکسیژن، نیتروژن، گوگرد، فسفر و ... حضور دارند. غیر هیدروکربن‌ها را می‌توان براساس نوع عناصر موجود (بجز کربن و هیدروژن) به ترکیبات اکسیژن دار، ترکیبات نیتروژن دار، ترکیبات هالوژن دار و..... طبقه بندی نمود.

موقع مطالعه ترکیبات آلی هر دو دسته بندی یاد شده (دسته بندی بر اساس گروه‌های عاملی و دسته بندی براساس نوع اتم‌های موجود) معمولاً باهم بکار گرفته می‌شوند. در اینجا نیز ما بهمین صورت عمل خواهیم کرد. در ابتدا هیدروکربن‌ها و گروه‌های عاملی موجود و سپس غیر هیدروکربن‌ها مثل ترکیبات اکسیژن دار و گروه‌های عاملی مربوطه را بررسی خواهیم نمود.

هیدروکربن‌ها به دو دسته آلیفاتیک و آروماتیک طبقه بندی می‌شوند که آلیفاتیک‌ها شامل آلکانها، آلکنها، آلکینها، سیکلوآلکانها و..... و آروماتیک‌ها شامل بنزن، نفتالن، مشتقات آنها و ... می‌شوند که در ادامه بررسی خواهند شد. در مورد ترکیبات اکسیژن دار الکله، اترها، آلدهیدها، کتونها، اسیدهای کربوکسیلیک، استرها و فنل‌ها و در مورد ترکیبات نیتروژن دار آمین‌ها و آمیدها را بررسی خواهیم کرد. برای هر دسته با گروه عاملی مربوطه، فرمول مولکولی عمومی، ایزومری، نامگذاری، خواص فیزیکی و خواص شیمیایی یا واکنشهای مهم بصورت مقدماتی آشنا خواهیم شد.

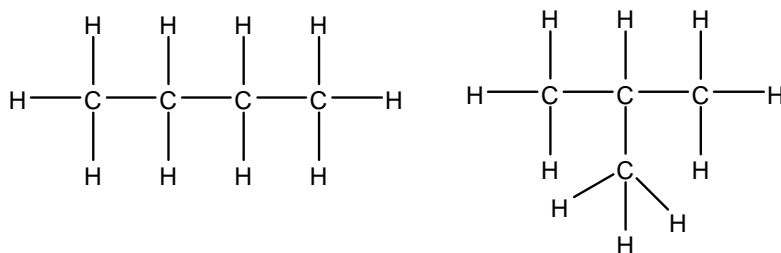
آلکانها

آلکانها دسته‌ای از هیدروکربن‌های آلیفاتیک هستند که در آنها فقط پیوندهای ساده یا یگانه بدون حلقه داریم. بعبارتی آلکانها هیدروکربن‌های غیر حلقوی هستند که پیوندهای کربن-کربن دوگانه ($C = C$) یا سه گانه ($C \equiv C$) ندارند. فرمول مولکولی عمومی آلکانها بصورت C_nH_{2n+2} است (بعبارتی در آلکانها تعداد اتم‌های هیدروژن دو برابر تعداد اتم‌های کربن بعلاوه دو است) که n هر عدد طبیعی می‌تواند باشد که بعنوان مثال می‌توان CH_4 ($n = 1$)، C_2H_6 ($n = 2$)، C_3H_8 ($n = 3$) و ... با ساختارهای زیر را در نظر گرفت:



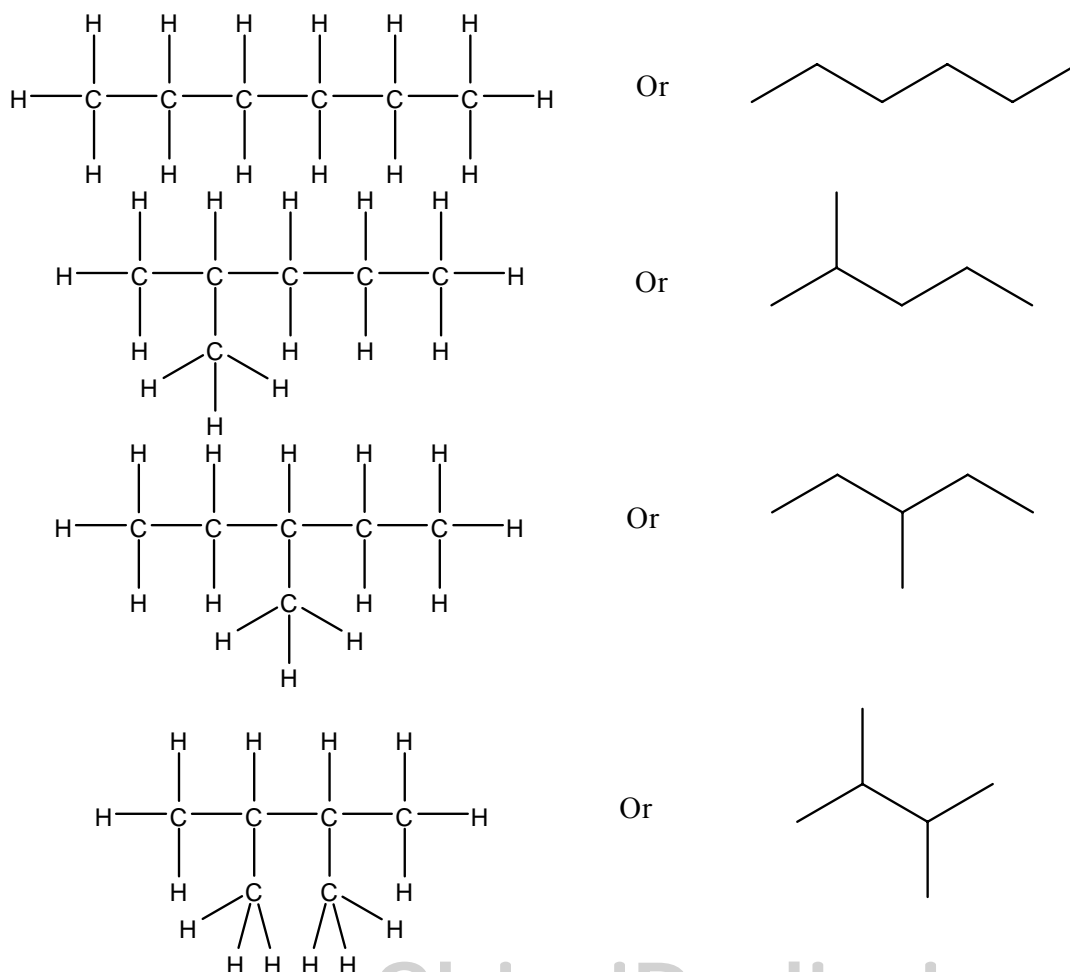
ایزومری در آلکانها

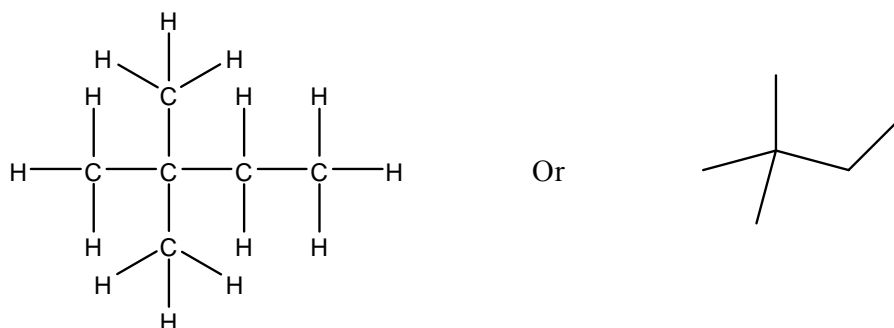
در آلکانها می‌توانیم ایزومری داشته باشیم که از تغییر نحوه اتصال اتم‌های کربن بهم یا به اصطلاح تغییر اسکلت کربنی مولکول ناشی می‌شود. بعنوان مثال برای آلکان به فرمول C_4H_{10} دو ایزومری ساختاری زیر را می‌توان در نظر گرفت:



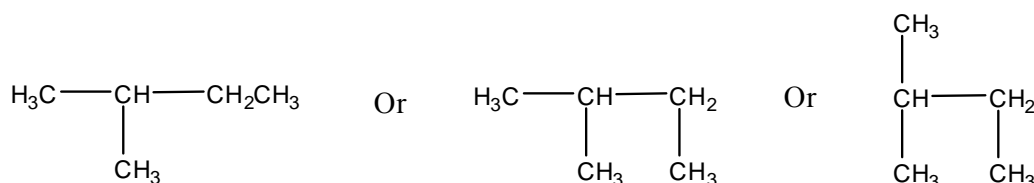
در این راستا، آلکانها را می‌توان به دو دسته راست زنجیر (نرمال) و شاخه دار طبقه بندی نمود. در آلکانهای راست زنجیر کلیه اتمهای کربن بصورت پشت سرهم بدون اتصالات جانبی کربنهای دیگر بر روی یک زنجیر قرار می‌گیرند. در حالیکه در آلکانهای شاخه دار نمی‌توان تمامی اتمهای کربن موجود را بر روی یک زنجیر در نظر گرفت و بایستی چند زنجیر متصل بهم برای آنها در نظر گرفته شود که در اینجا یک زنجیر با بیشترین تعداد اتم کربن بعنوان زنجیر اصلی انتخاب می‌شود و مابقی زنجیرها بعنوان زنجیرهای جانبی یا شاخه های متصل به آن در نظر گرفته می‌شود. به عنوان مثال برای ساختارهای رسم شده برای C_4H_{10} در شکل قبلی ایزومر سمت چپ یک آلکان راست زنجیر است، در حالیکه ایزومر سمت راست یک آلکان شاخه دار است و می‌توان آنرا به صورت مجموع یک زنجیر اصلی با سه اتم کربن و یک زنجیر جانبی با یک اتم کربن که از طریق کربن دوم زنجیر اصلی به زنجیر اصلی وصل می‌شود، در نظر گرفت.

بنابراین با تغییر اسکلت کربنی یا در واقع تغییر نوع، تعداد و محل اتصال شاخه‌ها در آلکانها ایزومری به وجود می‌آید. بعنوان مثال دیگر ایزومری‌های آلکان با فرمول C_6H_{14} را در نظر می‌گیریم:





دقت داشته باشید که شکل اصلی ساختار اسکلت کربنی مهم است و نمایشهای مختلف برای یک اسکلت کربنی یکسان به معنای ایزومری و مواد مختلف نیست. بعنوان مثال کلیه نمایشهای زیر برای یک ماده یا ایزومری هستند و نمایانگر مواد یا ایزومرهای مختلف نیستند:



با افزایش تعداد اتمهای کربن یک آلکان، تعداد ایزومرهای آن به سرعت افزایش می‌یابد. بعنوان مثال برای: C_6H_{12} , C_5H_{10} , C_4H_8 , C_3H_6 , C_2H_4 , CH_4 تعداد ایزومرها به ترتیب برابر 1, 1, 2, 3, 5, 355, 27711253769, 22158734535770411074184 هستند.

نامگذاری آلکانها

برای نامگذاری ترکیبات آلی هم از نامگذاری آیوپاک (IUPAC) و هم نامگذاری غیر آیوپاک استفاده می‌شود. نامگذاری آیوپاک یک نامگذاری سیستماتیک است که در آن نام ترکیب با طی یک سری مراحل براساس یک سری قواعد بدست می‌آید. نامگذاری غیر آیوپاک یا معمولی، نامگذاری است که براساس پیروی کامل از قواعد آیوپاک صورت نمی‌گیرد و نام ترکیب براساس مواردی مثل نام تجاری، محل کشف، نام کاشف و..... یا یک سری قواعد که قابل اعمال بر روی همه ترکیبات نیستند، بدست می‌آید.

در نامگذاری آیوپاک آلکانها، آلکانهای راست زنجیر از اول براساس تعداد اتمهای کربن نام معلومی دارند و آلکانهای شاخه‌دار بصورت مشتقات آلکانهای راست زنجیر نامگذاری می‌شوند. نام آلکانهای راست زنجیر بصورت مجموع پیشوند «آلک» مشخص کننده تعداد اتمهای کربن زنجیر و پسوند «ان» مشخص کننده آلکان بودن ترکیب است. جدول زیر تعدادی از پیشوندهای یاد شده را لیست کرده است:

20	15	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	تعداد اتمهای کربن
ایکوز	پنتادک	دک	نون	اکت	هپت	هگز	پنت	بوت	پروپ	ات	مت	پیشوند

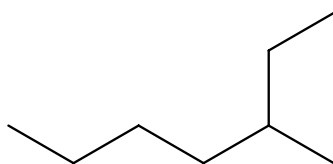
بعنوان مثال نام آلکانهای راست زنجیر با فرمول $C_{10}H_{22}$, C_4H_{10} , CH_4 به ترتیب متان، بوتان و دکان است. در مورد آلکانهای راست زنجیر ممکن است پیشوند $n-$ یا نرمال به معنای راست زنجیری بودن قبل از نام بکار رود. برای آلکانهای شاخه دار که چند زنجیر دارند، یک زنجیر بعنوان زنجیر اصلی انتخاب می‌شود و مابقی زنجیرها بعنوان شاخه‌های زنجیر اصلی در نظر گرفته می‌شوند. زنجیر اصلی زنجیری است که تعداد اتم‌های کربن بیشتری داشته باشد. در صورتیکه دو یا چند زنجیر بطور هم‌زمان بیشترین تعداد اتم‌های کربن را داشته باشند، زنجیر اصلی بین آنها زنجیری انتخاب می‌شود که شاخه‌ها یا استخلاف‌های بیشتری داشته باشد. نام زنجیر اصلی براساس تعداد اتم‌های کربن آن (ونه کل ترکیب) مشابه آلکانهای راست زنجیر انتخاب می‌شود.

بعد از انتخاب زنجیر اصلی، قسمت‌های باقیمانده مولکول که در زنجیر اصلی نیستند و بعنوان انشعابات یا شاخه‌ها بر روی آن قرار گرفته‌اند، مشخص و نامگذاری می‌شوند. زنجیرهای کربنی جانبی بصورت آلکیل نامگذاری می‌شوند که پیشوند «آلک» بیانگر تعداد اتم‌های کربن و پسوند «ایل» بیانگر شاخه جانبی یا استخلاف بودن است. بعنوان مثال نام استخلاف‌ها یا گروه‌ها یا شاخه‌های CH_3- , C_2H_5- بترتیب متیل و اتیل است. بعد از نامگذاری شاخه‌ها، زنجیر اصلی شماره گذاری می‌شود. برای شماره گذاری زنجیر اصلی دوجهت (مثلا از سر به ته و از ته به سر) می‌توان در نظر گرفت که جهتی انتخاب می‌شود که شماره‌های کمتری برای شاخه‌ها نتیجه دهد یا دقیقتر بگوئیم اولین شماره (کمترین شماره) در آن در مقایسه با جهت دیگر کمتر باشد و اگر اولین شماره‌ها یکسان بودند، دومین شماره‌ها برای دو جهت شماره گذاری ممکن بایستی مقایسه شوند و الی آخر.

در نهایت نام ماده با ترکیب محل شاخه‌ها (موقعیت قرار گیری شاخه روی زنجیر اصلی یا شماره اتم کربن زنجیره اصلی که شاخه بدان متصل است)، نام شاخه‌ها و نام زنجیر اصلی بدست می‌آید. محل شاخه و نام شاخه با یک هاپین «-» از هم جدا می‌شوند. عبارت دیگر مراحل زیر بایستی در نامگذاری آلکانهای شاخه دار طی شوند:

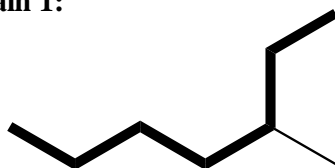
- 1- انتخاب و نامگذاری زنجیر اصلی
- 2- تشخیص و نامگذاری شاخه‌های جانبی
- 3- انتخاب جهت شماره گذاری زنجیر اصلی و شماره گذاری آن
- 4- ترکیب محل و نام شاخه‌ها با نام زنجیر اصلی

بعنوان مثال ترکیب زیر را در نظر بگیرید:

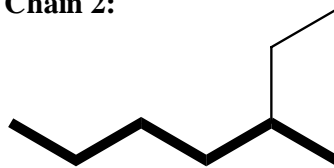


برای نامگذاری این ترکیب که یک آلکان شاخه دار است، در ابتدا زنجیر اصلی آن را تعیین می‌کنیم. برای این ترکیب سه زنجیر بعنوان کاندیدای زنجیر اصلی می‌توان در نظر گرفت که در شکل زیر نمایش داده شده و با شماره مشخص شده‌اند:

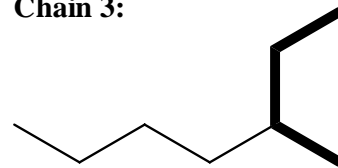
Chain 1:



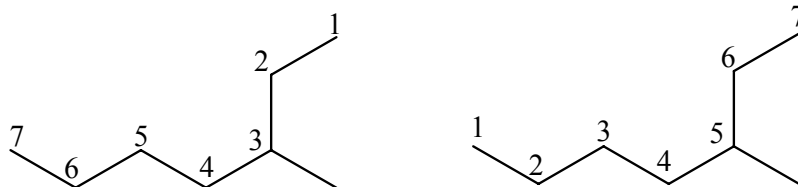
Chain 2:



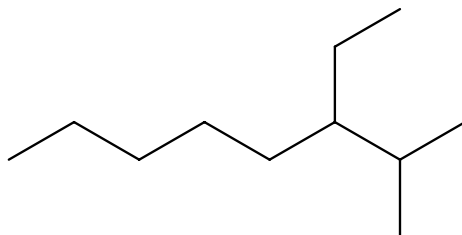
Chain 3:



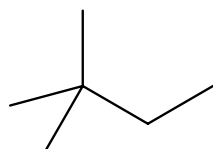
زنجیره‌های 1 و 2 و 3 مشخص شده به ترتیب دارای 7 و 6 و 4 اتم کربن هستند و بنابراین زنجیر 1 که بیشترین تعداد کربن را دارد، زنجیر اصلی است. با معلوم شدن زنجیر اصلی، شاخه‌های جانبی متصل به آن را شناسایی و نامگذاری می‌کنیم. با توجه به شکل قبلی بر روی زنجیر اصلی فقط یک شاخه آنهم با یک اتم کربن داریم، بنابراین یک شاخه متیل داریم. سپس زنجیر اصلی را شماره گذاری می‌کنیم که برای شماره گذاری آن دو جهت بصورت زیر می‌توان در نظر گرفت:



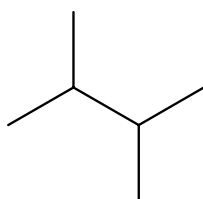
از بین این دو جهت شماره گذاری، شماره گذاری سمت راست که در آن به شاخه جانبی شماره کمتری می‌رسد، انتخاب می‌شود. پس گروه یا شاخه متیل در ماده یاد شده بر روی کربن شماره 3 زنجیره اصلی قرار دارد. این مطلب بصورت 3-متیل مشخص می‌شود. در نهایت نام ترکیب با ترکیب محل و نام شاخه‌ها با نام زنجیر اصلی بصورت 3-متیل هپتان بدست می‌آید. در صورتیکه دو یا چند شاخه مختلف بر روی زنجیر اصلی داشته باشیم، موقع ترکیب محل و نام شاخه‌ها با نام زنجیر اصلی شاخه‌ها را به ترتیب حروف الفبای لاتین مستقل از بزرگی یا کوچکی شماره محل شاخه ذکر می‌کنیم. یعنی شاخه‌ای که از نظر حروف الفبای لاتین مقدمتر است، زودتر ذکر می‌شود. بعنوان مثال بین دو شاخه یا گروه متیل و اتیل، اتیل (Ethyle) که با e شروع می‌شود، بر متیل (Methyle) که با m شروع می‌شود مقدمتر است، چون در حروف الفبای لاتین e بر m مقدم است. بنابراین نام ترکیب زیر 3-اتیل-2-متیل اکتان و نه 2-متیل-3-اتیل اکتان است:



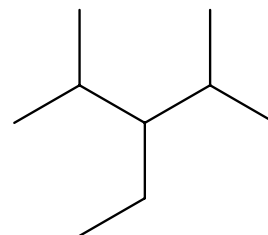
در صورتیکه دو یا چند شاخه یکسان بر روی زنجیر اصلی داشته باشیم، نام شاخه فقط یکبار ذکر می‌شود و تعداد آن شاخه‌ها با پیشوندهای دی (برای دو)، تری (برای سه)، تترا (برای چهار) و ... قبل از نام شاخه مشخص می‌شود. محل شاخه‌ها با اعدادی که توسط ویرگول از هم جدا می‌شوند، مشخص می‌شوند و اعداد بترتیب بزرگی آنها ذکر می‌شوند. دقت داشته باشید که حتی اگر محل شاخه‌ها یکسان هم باشد، برای محل هر شاخه یک عدد بکار می‌رود. پیشوندهای دی، تری، و ... در تعیین اولویت حروف الفبایی شاخه‌ها دخالت داده نمی‌شوند. بعنوان مثال داریم:



2,2-دی متیل بوتان

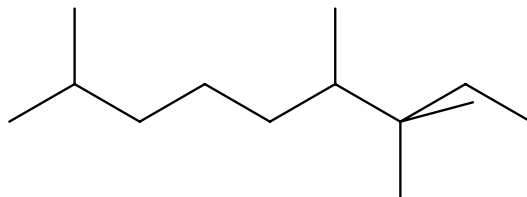


2,3-دی متیل بوتان



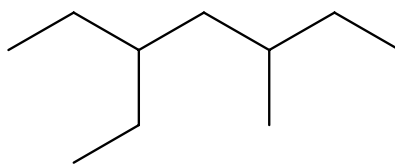
3-اتیل-2,4-دی متیل پنتان

دقت داشته باشید که در تعیین جهت شماره گذاری، به کوچکترین شماره اول (در صورت یکسان بودن، شماره دوم و الی آخر) توجه می‌کنیم و مجموع شماره‌ها برای ما مهم نیست. بعنوان مثال ترکیب زیر را در نظر بگیرید:



در صورتیکه از چپ برآست زنجیر اصلی را شماره گذاری کنیم، نام ترکیب 2,6,7-تترا متیل نونان خواهد بود، در حالیکه اگر از راست به چپ شماره گذاری کنیم، نام ترکیب 3,3,4-تترامتیل نونان خواهد بود. نام اول از نظر آیوپاک درست است، چرا که شماره اول آن یعنی 2 از شماره اول نام دوم یعنی 3 کمتر است، با وجود اینکه مجموع شماره‌ها در نام اول 22 و در نام دوم 18 است.

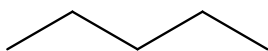
در صورتیکه شماره گذاری از دو جهت، کاملاً یکسان باشد، ملاک انتخاب جهت شماره گذاری تقدم حروف الفبایی شاخه‌ها خواهد بود. عبارتی شماره گذاری از جهتی انجام خواهد شد که شماره اول آن (کوچکترین) به شاخه مقدمتر در حروف الفبایی می‌رسد و اگر از دو جهت شاخه‌های شماره‌های اول یکسان باشند، تقدم حروف الفبایی شاخه‌های شماره‌های دوم را در نظر می‌گیریم و الی آخر. بعنوان مثال نام ترکیب زیر 3-اتیل-5-متیل هپتان و نه 5-اتیل-3-متیل هپتان است:



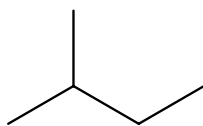
مثال: تمام ایزومرهای ساختاری آلکانها با پنج اتم کربن (C_5H_{12}) و هفت اتم کربن (C_7H_{16}) را رسم و نامگذاری کنید.

حل:

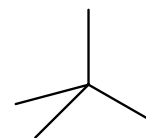
برای C_5H_{12} داریم:



پنتان (n-پنتان)

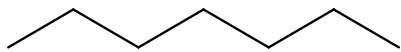


2-متیل بوتان

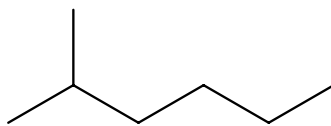


2,2-دی متیل پروپان

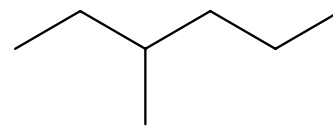
برای C_7H_{16} داریم:



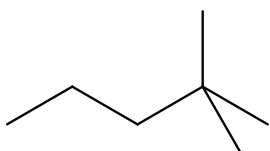
هپتان (n-هپتان)



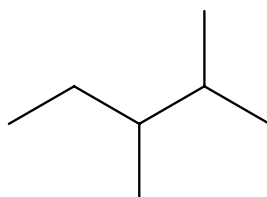
2-متیل هگزان



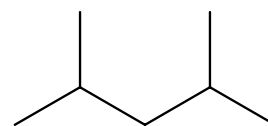
3-متیل هگزان



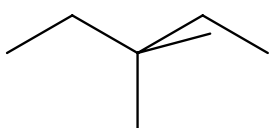
2,2-دی متیل پنتان



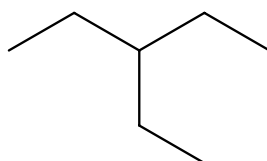
3,2-دی متیل پنتان



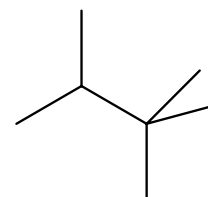
4,2-دی متیل پنتان



3,3-دی متیل پنتان



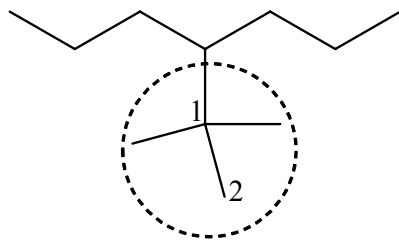
3-اتیل پنتان



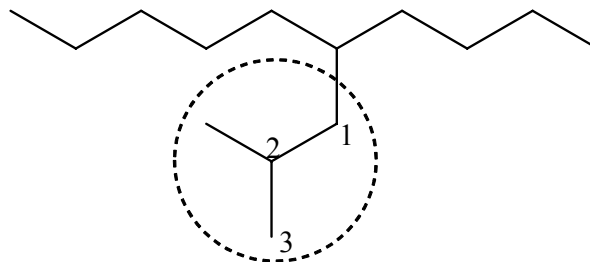
3,2,2-تری متیل بوتان

در صورتیکه شاخه‌های جانبی زنجیر اصلی ماده آلی خود متشکل از چند زنجیر باشند، نام شاخه جانبی بصورت ترکیب محل و نام شاخه‌های جانبی‌اش با نام زنجیر اصلی‌اش نوشته خواهد شد. زنجیر اصلی شاخه جانبی حتما باید از کربن متصل به زنجیر اصلی ماده آلی شروع شود و جهت شماره گذاری نیز حتما از کربن متصل به زنجیر اصلی ماده آلی به سمت کربن‌های دورتر است. عبارتی به کربن متصل به زنجیر اصلی حتما شماره یک می‌رسد. مابقی اصول نامگذاری در اینجا نیز همان اصول نامگذاری بحث شده قبلی هستند.

برای چنین شاخه‌های جانبی که خود شاخه دارند (و ممکن است به اصطلاح شاخه‌های جانبی پیچیده خوانده شوند) کل نام درون پرانتز قرار می‌گیرد و بعنوان مثال داریم (در شکل‌های زیر شاخه جانبی پیچیده با یک دایره بدورش نمایش داده شده و شماره گذاری آن نیز مشخص شده است):



4- (1,1-دی متیل اتیل) هپتان

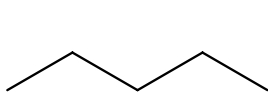


5- (2-متیل پروپیل) دکان

خواص فیزیکی آلکانها

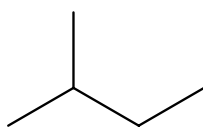
آلکانها ترکیباتی بیرنگ و بی بو هستند. بعلت قطبیت پایین پیوندهای کربن-هیدروژن (که از اختلاف الکترونگاتیویته کم آنها ناشی می‌شود) و جهت گیری‌های مختلف تعداد زیادی از آنها در یک آلکان، آلکانها ترکیباتی غیر قطبی هستند و نیروهای بین مولکولی آنها از جنس لاندن هستند. بنابراین با افزایش اندازه (یا جرم) آلکان و افزایش سطح تماس مولکولها با هم (با دور شدن شکل مولکول از حالت کروی و میل کردن به حالت زنجیر راست) نیروهای بین مولکولی قویتر می‌شوند و دمای ذوب و جوش افزایش می‌یابد. بعنوان یک قاعده سرانگشتی گفته می‌شود که با افزایش هر کربن (هر CH_2) دمای ذوب و جوش باندازه 20 تا 30 درجه سانتی گراد افزایش می‌یابد. قاعده یاد شده کمابیش در دیگر ترکیبات همولوگ نیز صادق است. در دما و فشار اتاق (25°C و 1atm) CH_4 تا C_4H_{10} گاز، C_5H_{12} تا $\text{C}_{17}\text{H}_{36}$ مایع و $\text{C}_{18}\text{H}_{38}$ به بعد جامد هستند..

در مقایسه دمای ذوب و جوش آلکانهای ایزومر (هم کربن یا با تعداد کربن برابر)، شاخه‌ای شدن بعلت کاهش سطح تماس مولکولها با هم منجر به کاهش دمای ذوب و جوش می‌شود و آلکان راست زنجیر در مقایسه با ایزومرهای خود معمولاً دمای ذوب و جوش بیشتری دارد. البته گاهی اوقات که شاخه دار شدن منجر به تقارن بالا در مولکول می‌شود، استثناء ممکن است دمای ذوب (و نه دمای جوش) آلکان شاخه دار متقارن از آلکان راست زنجیر بیشتر باشد. بعنوان مثال دمای ذوب و جوش ایزومرهای C_5H_{12} را در نظر بگیرید:



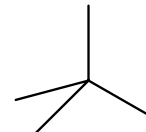
پنتان (n-پنتان)

melting point = -129.7°C
boiling point = 36.1°C



2-متیل بوتان

melting point = -159.8°C
boiling point = 27.9°C



2,2-دی متیل پروپان

melting point = -16.4°C
boiling point = 9.5°C

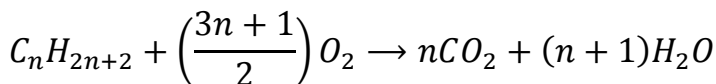
از آنجائیکه آلکانها ترکیباتی غیر قطبی هستند، در حلالهای غیر قطبی مثل بنزن (C_6H_6)، کربن تترا کلرید (CCl_4) و ... حل می‌شوند و در حلالهای قطبی مثل آب حل نمی‌شوند. آلکانها لیئوفیل یا چربی دوست و هیدروفوب یا آبگریز محسوب می‌شوند.

چگالی آلکانها با افزایش تعداد اتمهای کربن آنها افزایش می‌یابد. چگالی آلکانها از آب کمتر است، بنابراین بر روی آب قرار می‌گیرند.

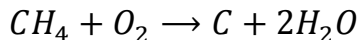
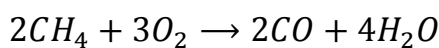
خواص شیمیائی آلکانها

آلکانها با یونها و مواد قطبی به سختی واکنش می‌دهند و از این جهت پارافین (بی‌اثر) نامیده می‌شوند. بهرحال آلکانها در برخی واکنشهای دیگر مثل سوختن بخوبی شرکت می‌کنند و در کل به هیچ وجه نمیتوان آنها را واکنش‌ناپذیر یا بی‌اثر مثل گازهای نجیب در نظر گرفت.

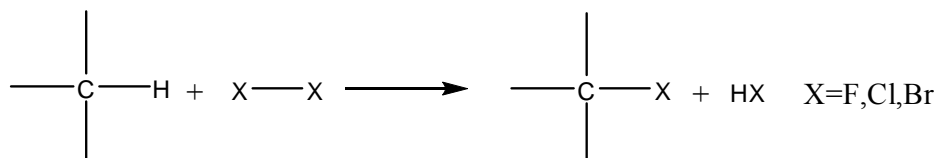
آلکانها در واکنش سوختن با اکسیژن ترکیب می‌شوند و در صورتیکه اکسیژن به مقدار کافی (استوکیومتری) موجود باشد، H_2O و CO_2 را بعنوان محصولات حاصل از سوختن کامل خود تولید می‌کنند. واکنش سوختن عمومی آنها را تحت این شرایط می‌توان بصورت زیر در نظر گرفت:



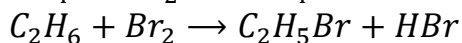
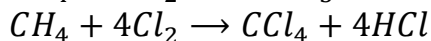
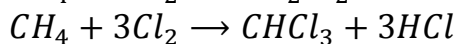
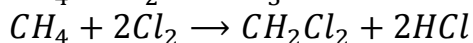
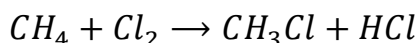
در صورتیکه مقدار اکسیژن در واکنش سوختن آلکانها کافی نباشد، سوختن ناقص آلکانها را خواهیم داشت که بجای CO_2 ، CO یا حتی دوده (شکل نامنظمی از کربن) تولید می‌شود. بعنوان مثال می‌توان سوختن ناقص متان را در نظر گرفت:



همچنین آلکانها می‌توانند بطور مستقیم با هالوژنهای فلوئور، کلر و برم ترکیب شوند، واکنش هالوژن‌دار شدن جانشینی (واکنشی که در آن برخی یا همه اتمهای هیدروژن آلکان با اتمهای هالوژن جانشین می‌شود) را انجام دهند و هالوآلکانها (ترکیبات هالوژن‌دار) را تولید کنند. یک نمایش کلی برای این واکنش می‌تواند بصورت زیر باشد:

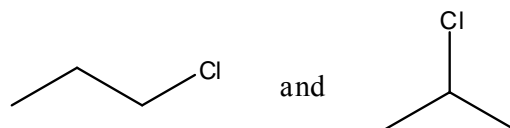


بعنوان مثال داریم:



جابجایی یک اتم هیدروژن با یک اتم هالوژن مونوهالوژن‌دار شدن، جابجایی دو اتم هیدروژن با دو اتم هالوژن دی‌هالوژن‌دار شدن و نیز نامیده می‌شود. موقع هالوژن‌دار شدن آلکان محصولات مونوهالوژنه، دی‌هالوژنه و ... متنوعی می‌تواند تشکیل شود، تنها در صورتیکه مقدار آلکان به مراتب بیشتر از مقدار هالوژن باشد، محصول عمده محصول مونوهالوژنه خواهد بود. حتی در صورت مونو هالوژن‌دار شدن، همواره امکان تشکیل محصولات یا ایزومرهای مختلف وجود خواهد داشت. بعنوان مثال

واکنش مونوکلردار شدن پروپان را در نظر بگیرید که دو محصول زیر را تولید می‌کند که محصول سمت چپ با جابجایی یکی از اتمهای هیدروژن کربنهای واقع در سر و ته زنجیر با کلر و محصول سمت راست با جابجایی یکی از اتمهای هیدروژن کربن واقع در وسط زنجیر پروپان با کلر بدست می‌آید:

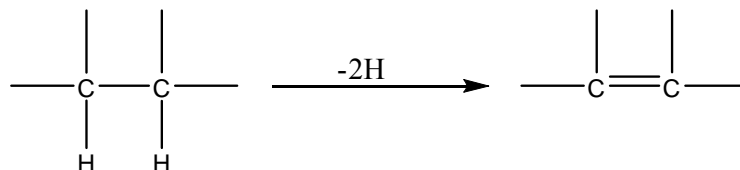


واکنش هالوژن‌دار شدن جانشینی آلکانها گرماده است و مقدار گرمای تولید شده در واکنش از برم به فلوئور افزایش می‌یابد، بطوریکه واکنش با فلوئور می‌تواند حالت انفجاری بخود بگیرد.

آلکانها واکنش‌های دیگری نیز مثل کراکینگ (شکسته شدن آلکان به مولکولهای کوچکتر)، ایزومراسیون (تبدیل ایزومرهای یک آلکان بهم)، نوآرایی (تولید ترکیبات حلقوی و آروماتیک از آلکان به اضافه هیدروژن بعنوان محصول جانبی) و واکنش با بخار آب و تولید هیدروژن و CO و ... نیز انجام می‌دهند که انجام آنها معمولاً نیازمند حرارت و کاتالیزور و تنظیم شرایط است.

آلکنها

آلکنها هیدروکربنهایی هستند که پیوند دوگانه کربن-کربن دارند. همانطور که از نامشان پیداست، آنها با پسوند in مشخص می‌شوند. ممکن است بیش از یک پیوند دوگانه کربن-کربن در ترکیب حضور داشته باشد که در اینصورت تعداد آنها قبل از پسوند in مشخص می‌شود. بعبارتی هیدروکربنهایی که دو، سه و ... پیوند دوگانه کربن-کربن دارند، به ترتیب آلکادی in ، آلکاتری in و ... نامیده می‌شود. بازای هر پیوند دوگانه کربن-کربن، دو اتم هیدروژن از فرمول ترکیب کم می‌شود. می‌توان نمایش کلی زیر را برای این مطلب در نظر گرفت:



بنابراین آلکنها (البته اگر دقیقتر بخواهیم بگوئیم، مونوانها) دو اتم هیدروژن از آلکنهای هم کربن کمتر دارند و فرمول عمومی آنها بصورت C_nH_{2n} است. بطور مشابه در مورد آلکادی in ها، آلکاتری in ها و ... فرمول عمومی به ترتیب بصورت $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ ، $\text{C}_n\text{H}_{2n-4}$ و ... خواهد بود.

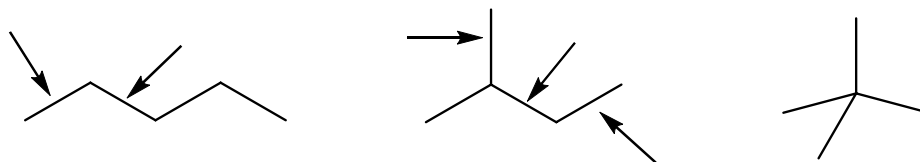
ایزومری آلکنها

ایزومری ساختاری در آلکنها می‌تواند هم بخاطر تغییر اسکلت کربنی و هم بخاطر تغییر موقعیت پیوند دوگانه بر روی یک اسکلت کربنی مشخص باشد. در واقع برای رسم ایزومرهای ساختاری مختلف یک آلکن، در ابتدا اسکلت‌های کربنی ممکن برای آلکان هم کربن را در نظر می‌گیریم و سپس برای هر اسکلت کربنی تمامی حالت‌های ممکن غیر تکراری برای پیوند دوگانه را پیدا می‌کنیم. منظور از حالت‌های ممکن اینست که دقت داشته باشیم که کربن پیوند دوگانه نمی‌تواند به چهار کربن دیگر متصل باشد و حداکثر به سه کربن دیگر متصل است، این مطلب بخاطر اینست که بیش از 8 الکترون (معادل 4 پیوند سیگما و پای) دور یک اتم کربن نمی‌توانیم داشته باشیم.

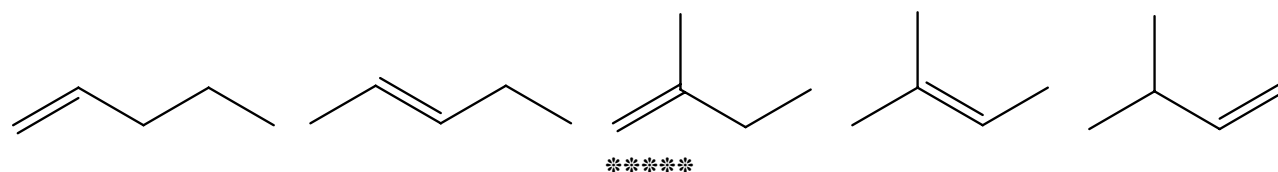
مثال: ایزومرهای ساختاری امکان‌پذیر برای آلکن به فرمول C_5H_{10} را رسم نمائید.

حل:

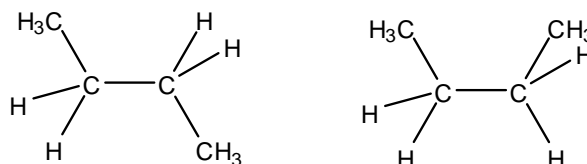
برای آلکن هم کربن اسکلت‌های کربنی زیر را می‌توانیم در نظر بگیریم که برای هر اسکلت کربنی، حالت‌های ممکن غیر تکراری برای موقعیت پیوند دوگانه با فلش نمایش داده شده است:



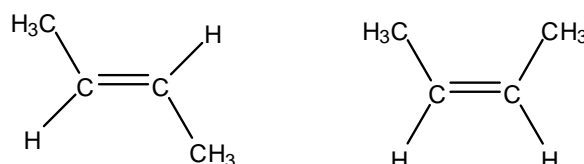
دقت داشته باشید که بر روی اسکلت سمت راست نمی‌توان پیوند دوگانه در نظر گرفت. بنابراین ایزومرهای ساختاری آلکن به فرمول C_5H_{10} به صورت زیر خواهند بود:



علاوه بر ایزومری ساختاری، برای آلکنها ممکن است بتوان ایزومری هندسی در نظر گرفت. در اینجا ایزومری هندسی از ممانعت چرخش حول پیوند دوگانه نشأت می‌گیرد. حول پیوندهای یگانه آزادی چرخش داریم و بهمین جهت بعنوان مثال این دو ساختار بظاهر متفاوت زیر برای C_4H_8 براحتی با چرخش حول پیوند کربن-کربن وسطی به‌همدیگر تبدیل می‌شوند:



در حالیکه در پیوندهای دوگانه بعلاوه حضور پیوند π ، حول پیوند آزادی چرخش نداریم (چرخش حول پیوند دو گانه نیازمند شکسته شدن پیوند π است که انرژی نسبتاً زیادی می‌خواهد و براحتی صورت نمی‌گیرد) و بهمین جهت بعنوان مثال این دو ساختار برای C_4H_8 براحتی به‌هم تبدیل نمی‌شوند و بعنوان مواد مختلف قابل جداسازی و نگهداری هستند:

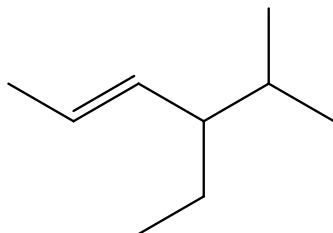


در ایزومری هندسی، به ایزومری که در آن دو گروه یکسان در یک سمت هستند. ایزومری سیس و به ایزومری که در آن دو گروه یکسان در سمت‌های مخالف هم هستند، ایزومری ترانس گفته می‌شود. بعنوان مثال در شکل قبلی به ایزومر سمت چپ که در آن گروه‌های متیل متصل به پیوند دوگانه در سمت‌های مخالف هم هستند، ایزومر ترانس و به ایزومر سمت راست که در آن گروه‌های متصل به پیوند دوگانه در یک سمت هستند، ایزومر سیس گفته می‌شود. دقت داشته باشید که برای داشتن ایزومری هندسی در اینجا بایستی گروه‌های متصل به هر کربن پیوند دوگانه با همدیگر متفاوت باشند. بعنوان مثال برای آلکن سمت راست نمی‌توان ایزومری هندسی در نظر گرفت، در حالیکه برای آلکن سمت چپ می‌توان در نظر گرفت:

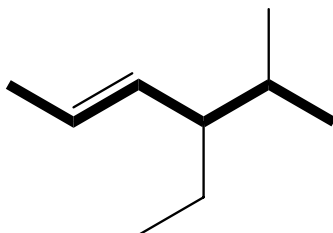


نامگذاری آلکنها

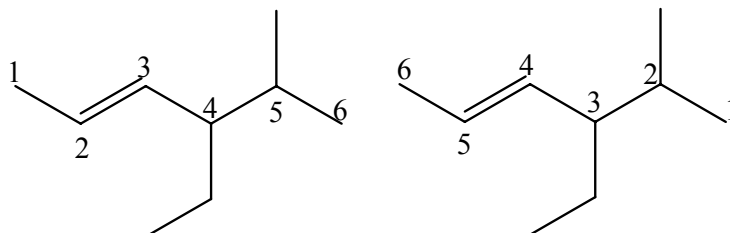
در نامگذاری آلکنها زنجیر اصلی حتماً بایستی پیوند دوگانه را در برمی‌گیرد و از جهتی شماره‌گذاری شود که به اتمهای کربن پیوند دوگانه کمترین شماره‌های ممکن برسد. مابقی اصول نامگذاری برای آلکنها مشابه آلکانهاست. نام آلکن بصورت ترکیب محل و نام شاخه‌ها با نام ریشه آلکان هم کربن با زنجیر اصلی و پسوند این به‌مراه شماره کمتر اتمهای کربن پیوند دوگانه برای مشخص ساختن موقعیت پیوند دوگانه است که شماره مربوط به پیوند دوگانه ممکن است قبل پسوند این یا قبل نام ریشه آلکان هم کربن با زنجیر اصلی ذکر شود. در واقع نام آلکن شاخه‌دار ترکیب محل و نام شاخه‌ها با نام آلکن راست زنجیر هم کربن با زنجیر اصلی است. بعنوان مثال آلکن زیر را در نظر بگیرید:



برای نامگذاری آن بایستی در ابتدا زنجیر اصلی ترکیب را پیدا کنیم و شماره‌گذاری کنیم. برای ترکیب بالا، زنجیر اصلی، زنجیر دربرگیرنده پیوند دوگانه که بیشترین تعداد اتم کربن را دارد (اگر دو یا چند زنجیر دربرگیرنده پیوند دوگانه همزمان بیشترین تعداد اتم کربن ممکن را داشتند، مشابه آلکانها از بین آنها زنجیر با بیشترین تعداد شاخه‌ها بعنوان زنجیر اصلی انتخاب می‌شود) بصورت زیر است:



از بین دو جهت شماره‌گذاری ممکن برای زنجیر اصلی مطابق شکل زیر، شماره‌گذاری شکل سمت چپ که در آن اتمهای کربن پیوند دوگانه شماره‌های کمتری دارند (2 و 3 در مقایسه با 4 و 5) انتخاب می‌شود:

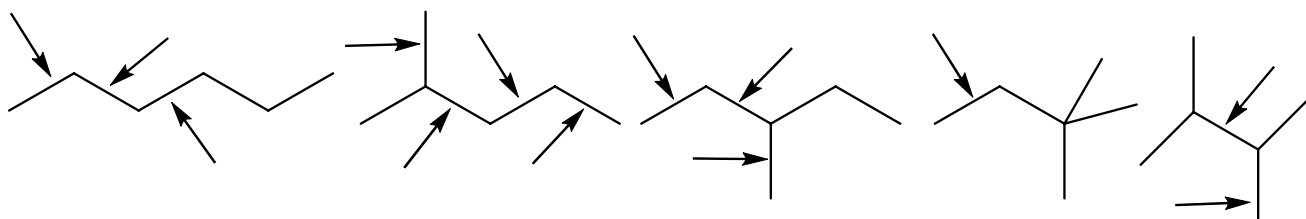


بعد از تشخیص و نامگذاری شاخه‌های جانبی موجود بر روی زنجیر اصلی، در نهایت نام آلکن با ترکیب محل و نام شاخه‌ها با نام آلکن راست زنجیر هم کربن با زنجیر اصلی بصورت 4-اتیل-5-متیل-2-هگزین یا 4-اتیل-5-متیل-هگز-2-ان بدست می‌آید.

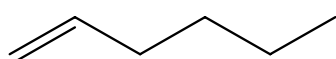
مثال: تمام ایزومرهای ساختاری آلکنها بفرمول C_6H_{12} را رسم و نامگذاری کنید.

حل:

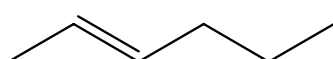
برای آلکان هم کربن اسکلت‌های کربنی زیر را می‌توانیم در نظر بگیریم که برای هر اسکلت کربنی، حالت‌های ممکن غیر تکراری برای موقعیت پیوند دوگانه با فلش نمایش داده شده است:



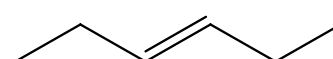
ساختار و نام ایزومرهای ساختاری ممکن بصورت زیر خواهند بود:



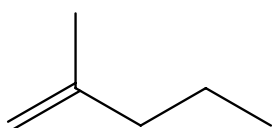
1-هگزن



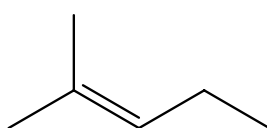
2-هگزن



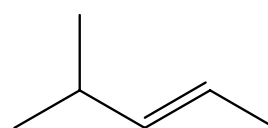
3-هگزن



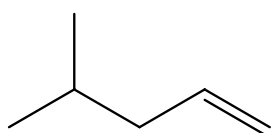
2-متیل-1-پنتن



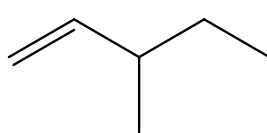
2-متیل-2-پنتن



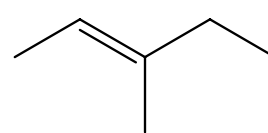
4-متیل-2-پنتن



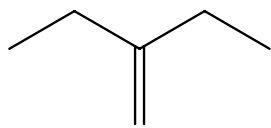
4-متیل-1-پنتن



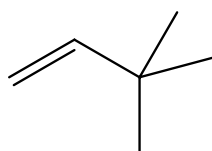
3-متیل-1-پنتن



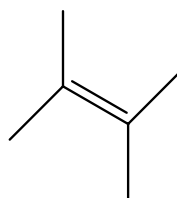
3-متیل-2-پنتن



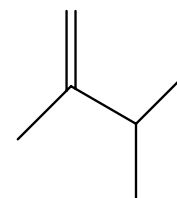
2-اتیل-1-بوتن



3,3-دی متیل-1-بوتن



3,2-دی متیل-2-بوتن



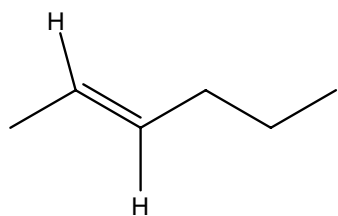
3,2-دی متیل-1-بوتن

در صورتیکه ساختار مربوطه ایزومری هندسی داشته باشد، سپس یا ترانس بودن آن با نوشتن نام سپس یا ترانس قبل از نام بدست آمده به روش بالا مشخص می‌شود.

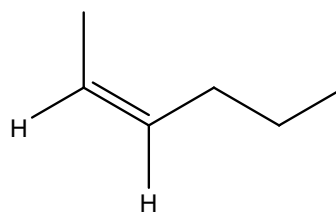
مثال: ایزومرهای هندسی ممکن برای آلکنها بفرمول C_6H_{12} را رسم و نامگذاری کنید.

حل:

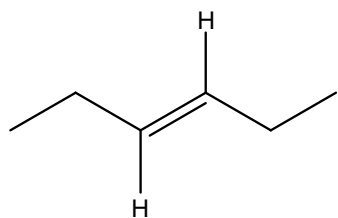
از بین ایزومرهای ساختاری ممکن برای آلکنها بفرمول C_6H_{12} که در مثال قبلی رسم شده‌اند، آنهایی که دارای ایزومری هندسی هستند، را در نظر می‌گیریم. خواهیم داشت:



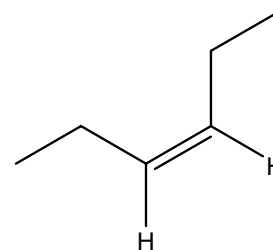
ترانس-2-هگزن



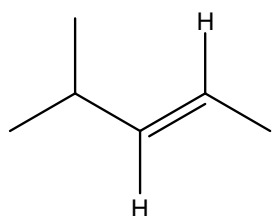
سیس-2-هگزن



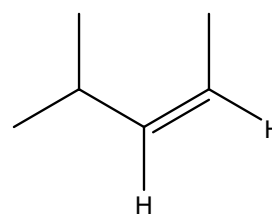
ترانس-3-هگزن



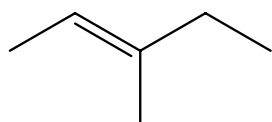
سیس-3-هگزن



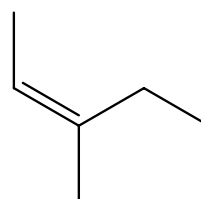
ترانس-4-متیل-2-پنتن



سیس-4-متیل-2-پنتن



سیس-3-متیل-2-پنتن



ترانس-3-متیل-2-پنتن

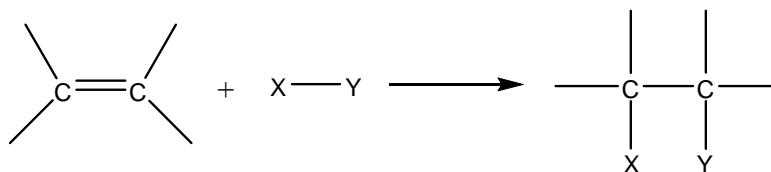
خواص فیزیکی آلکنها

خواص فیزیکی آلکنها مشابه آلکانهاست. آلکنها هم ترکیباتی غیر قطبی هستند که با افزایش تعداد اتمهای کربن آنها و افزایش سطح تماس مولکولهایشان با هم دمای ذوب و جوششان افزایش می‌یابد. دمای ذوب و جوش آلکنها و آلکانهای هم کربن (با تعداد اتمهای کربن برابر) در حدود هم است. آلکنها هم مشابه آلکانها در حلالهای غیر قطبی حل می‌شوند، اما در حلالهای قطبی مثل آب حل نمی‌شوند. چگالی آلکنها نیز از آب کمتر است.

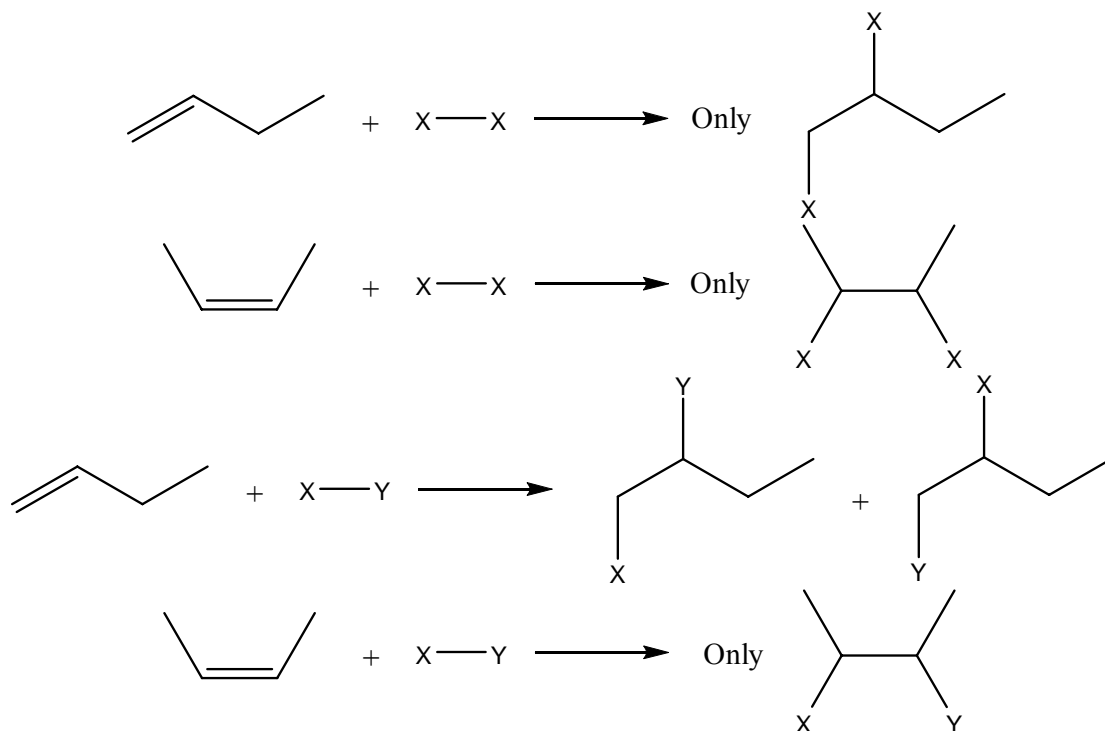
خواص شیمیایی آلکنها

آلکنها نیز مانند آلکانها می‌توانند در واکنش سوختن شرکت کنند و محصولات مشابهی تولید کنند. بخش آلکان مانند آلکنها مانند آلکانها می‌تواند در واکنشهای هالوژن‌دار شدن جانمایی شرکت کند. آلکنها مشابه آلکانها می‌توانند در واکنشهای کراکینگ، ایزومراسیون و ... نیز شرکت کنند.

ویژگی مهمی که آلکنها را از آلکانها در خواص شیمیایی بطور قابل توجهی متمایز می‌کند، قابلیت شرکت آلکنها در واکنشهای افزایشی بعلت حضور پیوند دوگانه (پیوند پای) است. یک نمایش کلی برای واکنش افزایشی آلکنها می‌تواند بصورت زیر باشد:



همانطور که نمایش بالا نشان می‌دهد، در واکنش افزایشی آلکنها پیوند پای آلکن (و پیوند موجود در دیگر واکنشگر) می‌شکند و با دو پیوند سیگما بین اتمهای کربن و اتمها یا گروههای اضافه شونده جایگزین می‌شود. در واکنش بالا، در صورتیکه اتمها یا گروههای X و Y یکسان باشند، یک افزایشگر (اضافه شونده) متقارن و در صورتیکه یکسان نباشند، یک افزایشگر نامتقارن خواهیم داشت. از اضافه شدن افزایشگرهای متقارن تنها یک محصول بدست خواهد آمد. در حالیکه اضافه شدن افزایشگرهای نامتقارن ممکن است دو محصول تولید کنند که یکی از آنها بنابر دلایلی ارجح‌تر باشد. بعنوان مثال داریم:

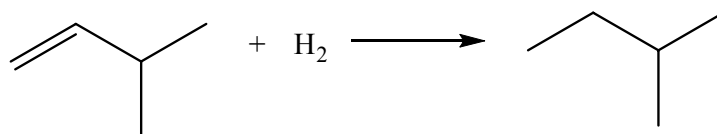
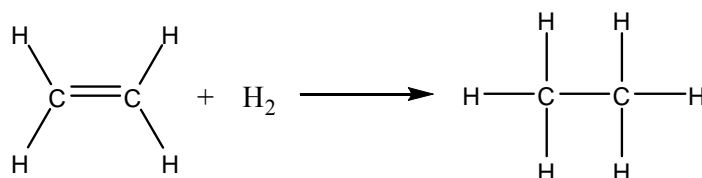


در این راستا می‌توان آلکنها را به دو دسته متقارن و نامتقارن طبقه بندی نمود. در آلکنهای متقارن ساختار نسبت به پیوند دوگانه متقارن است، در حالیکه در آلکنهای نامتقارن اینگونه نیست. موقع اضافه شدن افزایشگرهای نامتقارن به آلکنهای متقارن (مثل 2-بوتن در بالا) تنها یک محصول تولید می‌شود، در حالیکه موقع اضافه شدن افزایشگرهای نامتقارن به آلکنهای نامتقارن (مثل 1-بوتن در بالا) دو محصول تولید می‌شود.

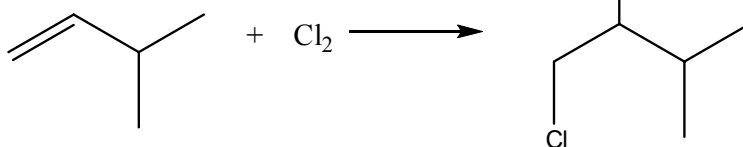
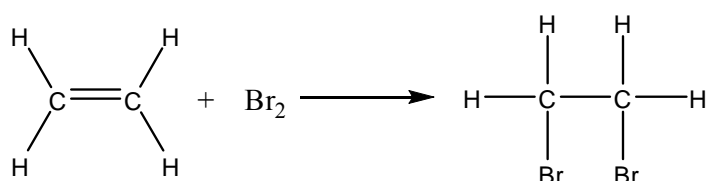
آلکنها از بابت شرکت در واکنشهای افزایشی ترکیباتی سیر نشده محسوب می‌شوند، در حالیکه ترکیباتی مثل آلکانها که در واکنشهای افزایشی شرکت نمی‌کنند، سیر شده محسوب می‌شوند.

انواع افزایشگر به آلکنها مثل هیدروژن ($H-H$)، هالوژن (مثل $Cl-Cl$)، آب ($H-OH$)، هیدروژن هالید ($H-X$) مثل $H-Cl$ و ... می‌توان در نظر گرفت که در ادامه با مثال به بررسی آنها می‌پردازیم.

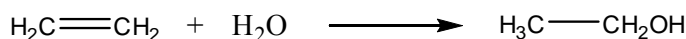
آلکنها در واکنش هیدروژناسیون، در یک واکنش افزایشی با هیدروژن شرکت می‌کنند و آلکانها را (بدون تغییر اسکلت کربنی) تولید می‌کنند. بعنوان مثال داریم:



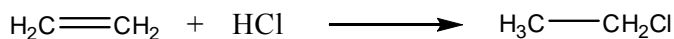
آلکنها در واکنش هالوژناسیون آلکنها، در یک واکنش افزایشی با هالوژنها شرکت می کنند و هالوآلکانها (ترکیبات هالوژن دار) را تولید می کنند. بعنوان مثال داریم:



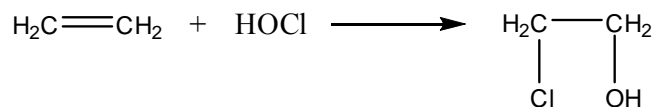
آلکنها در واکنش آبدهی به آلکنها، در یک واکنش افزایشی با آب شرکت می کنند و الکلهای (ترکیبات حاوی گروه -OH) را تولید می کنند. بعنوان مثال داریم:



آلکنها در واکنش هیدروهاالوژناسیون آلکنها، در یک واکنش افزایشی با هیدروژن هالید اسیدها (مثل اسید هیدروژن کلرید یا HCl) شرکت می کنند و هالوآلکانها را تولید می کنند. بعنوان مثال داریم:



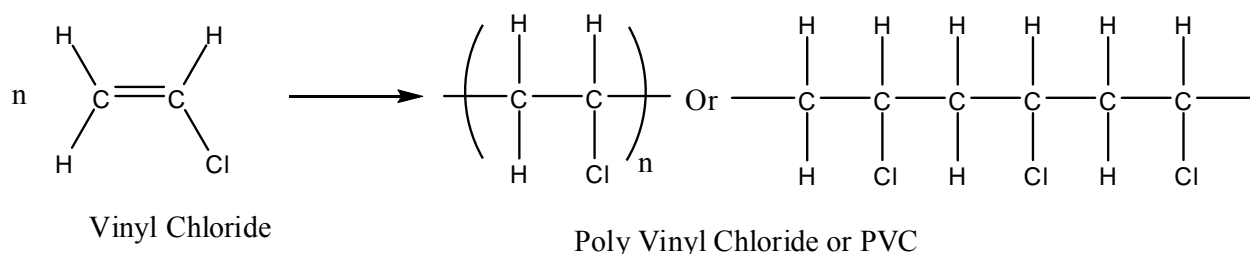
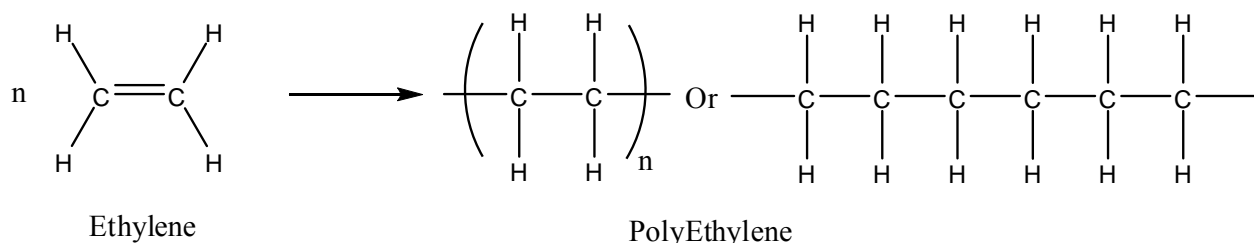
آلکنها در واکنش تشکیل هالوهیدرین، در یک واکنش افزایشی با اسیدهای هیپوهالو مثل HOCl (که معمولاً از مخلوط آب و هالوژن بدست می آید) شرکت می کنند و هالوهیدرینها (ترکیبات آلی حاوی گروه -OH و اتم هالوژن بطور همزمان معمولاً بر روی اتمهای کربن مجاور هم) را تولید می کنند. بعنوان مثال داریم:



در مورد افزایشگرهای نامتقارن، معمولاً سر مثبت افزایشگر به کربنی از پیوند دوگانه اضافه می شود که تعداد هیدروژن بیشتر یا بطور معادل تعداد گروه آلکیل کمتری دارد و سر منفی افزایشگر به کربن دیگر پیوند دوگانه با تعداد هیدروژن کمتر و تعداد گروه آلکیل بیشتر وصل می شود. این مطلب در مورد اضافه شدن HX ها به آلکنها قاعده مارکونیکوف نامیده می شود و بطور کلی به جهت گیری مارکونیکوف معروف است. بعنوان مثال موقع اضافه شدن H - Cl به پروپن (CH₂ = CH - CH₃)، هیدروژن که سر مثبت HCl است، به کربن شماره 1 در پیوند دوگانه که H بیشتری دارد، وصل می شود. در حالیکه کلر که

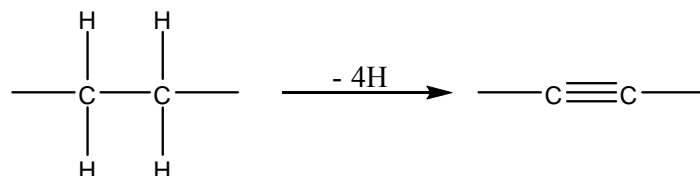
سر منفی HCl است به کربن شماره 2 در پیوند دوگانه که H کمتری دارد، وصل می‌شود و محصول اصلی $\text{CH}_3\text{CHClCH}_3$ و نه $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{CH}_3$ است.

از واکنشهای افزایشی مهم دیگر آلکنها که مقداری با واکنشهای قبلی یاد شده متفاوت است، واکنش پلیمریزاسیون آلکنهاست. مولکولهای آلکنها (از یک جنس یا از جنسهای متفاوت) می‌توانند بهم اضافه شوند و پلیمرها را بوجود آورند. بعنوان مثال داریم:



آلکینها

آلکینها هیدروکربنهایی هستند که پیوند سه گانه کربن-کربن دارند. همانطور که از نامشان نیز پیداست، آنها با پسوند «این» مشخص می‌شوند. ممکن است بیش از یک پیوند سه گانه کربن-کربن در ترکیب حضور داشته باشد که در اینصورت تعداد آنها قبل از پسوند «این» مشخص می‌شود. عبارتی هیدروکربنهایی که دو، سه و ... پیوند سه گانه کربن-کربن دارند، به ترتیب آلکادی این، آلکاتری این و ... نامیده می‌شوند. بازای هر پیوند سه گانه کربن-کربن، چهار اتم هیدروژن از فرمول ترکیب کم می‌شود. در واقع بازای هر پیوند پای دو اتم هیدروژن از فرمول ترکیب کم می‌شود. می‌توان نمایش کلی زیر را برای این مطلب در نظر گرفت:



بنابراین آلکینها (البته اگر دقیقتر بخواهیم بگوئیم مونواینها) چهار اتم هیدروژن از آلکانهای هم کربن کمتر دارند و فرمول عمومی آنها بصورت $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ است. بطور مشابه در مورد آلکادی اینها، آلکاتری اینها و ... فرمول عمومی به ترتیب $\text{C}_n\text{H}_{2n-6}$ ، $\text{C}_n\text{H}_{2n-10}$ و ... خواهد بود.

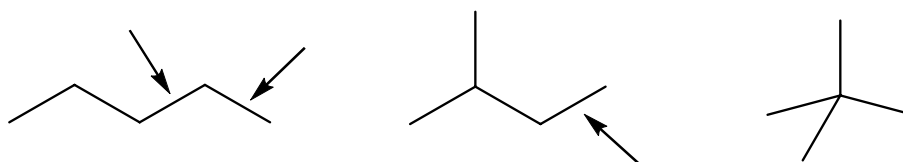
ایزومری آلکینها

ایزومری ساختاری در آلکینها می‌تواند هم بخاطر تغییر اسکلت کربنی و هم بخاطر تغییر موقعیت پیوند سه گانه بر روی یک اسکلت کربنی مشخص باشد. در واقع برای رسم ایزومرهای ساختاری مختلف یک آلکین، مشابه آلکنها عمل می‌کنیم. بدین منظور در ابتدا اسکلت‌های کربنی ممکن برای آلکان هم کربن را در نظر می‌گیریم و سپس برای هر اسکلت کربنی تمامی حالت‌های ممکن غیر تکراری برای پیوند سه گانه را پیدا می‌کنیم. در اینجا منظور از حالت‌های ممکن اینست که دقت داشته باشیم که کربن پیوند سه گانه نمی‌تواند به سه کربن دیگر یا بیشتر متصل باشد و حداکثر به دو کربن دیگر متصل است که مجدداً این مطلب بخاطر اینست که دور یک اتم کربن بیش از چهار پیوند نمی‌توانیم داشته باشیم. برخلاف آلکنها، آلکینها ایزومری هندسی ندارند.

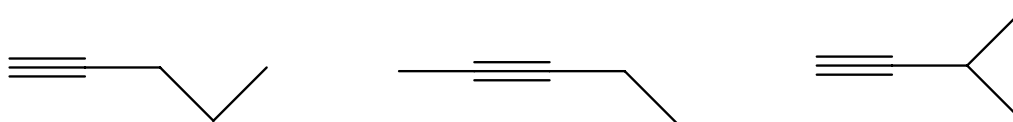
مثال: ایزومرهای ساختاری امکان‌پذیر برای آلکین بفرمول C_5H_8 را رسم نمائید.

حل:

برای آلکان هم کربن اسکلت‌های کربنی زیر را می‌توانیم در نظر بگیریم که برای هر اسکلت کربنی، حالت‌های ممکن غیر تکراری برای موقعیت پیوند سه گانه با فلش نمایش داده شده است:



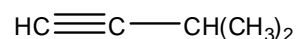
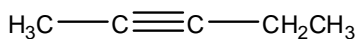
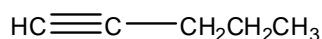
بنابراین ایزومرهای ساختاری آلکین بفرمول C_5H_8 بصورت زیر خواهند بود:



Or

Or

Or



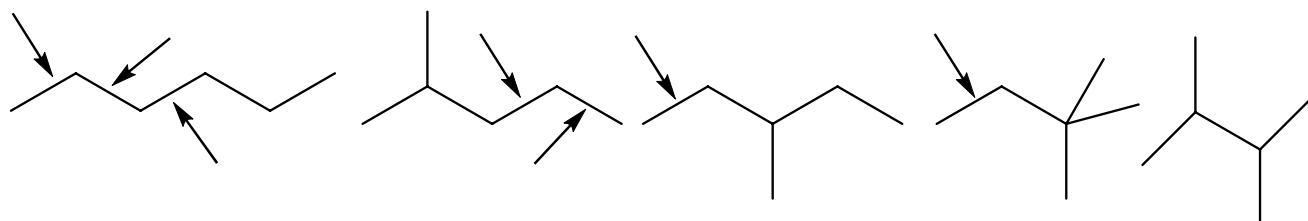
نامگذاری آلکینها

در نامگذاری آلکینها زنجیر اصلی حتماً بایستی پیوند سه گانه را دربرگیرد و از جهتی شماره‌گذاری شود که به اتم‌های کربن پیوند سه گانه کمترین شماره‌های ممکن برسد. مابقی اصول نامگذاری برای آلکینها مشابه آلکنهاست. در واقع نامگذاری آلکینها کاملاً شبیه نامگذاری آلکنهاست، فقط با این تفاوت که در اینجا بجای پسوند ان برای آلکنها، پسوند این برای آلکینها بکار می‌رود.

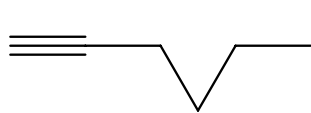
مثال: تمام ایزومرهای ساختاری آلکینها بفرم C_6H_{10} را رسم و نامگذاری کنید.

حل:

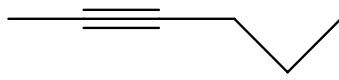
برای آلکان هم کربن اسکلت‌های کربنی زیر را می‌توانیم در نظر بگیریم که برای هر اسکلت کربنی، حالت‌های ممکن غیر تکراری برای موقعیت پیوند سه گانه با فلش نمایش داده شده است:



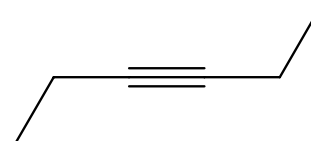
ساختار و نام ایزومرهای ساختاری ممکن بصورت زیر خواهند بود:



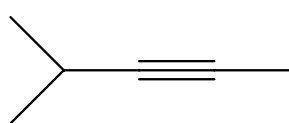
1-هگزین



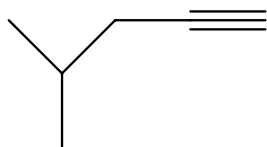
2-هگزین



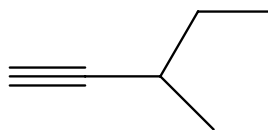
3-هگزین



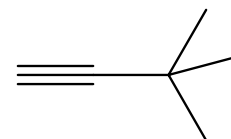
4-متیل-2-پنتین



4-متیل-1-پنتین



3-متیل-1-پنتین



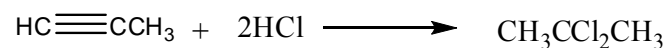
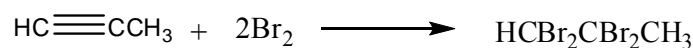
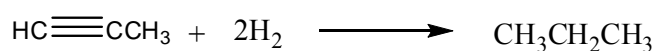
3,3-دی متیل-1-بوتین

خواص فیزیکی آلکینها

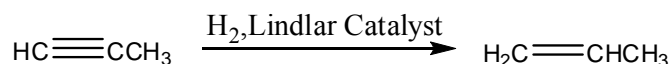
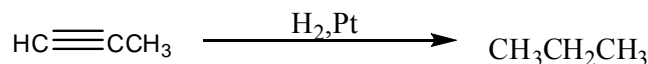
خواص فیزیکی آلکینها مشابه آلکانها و آلکنهاست.

خواص شیمیایی آلکینها

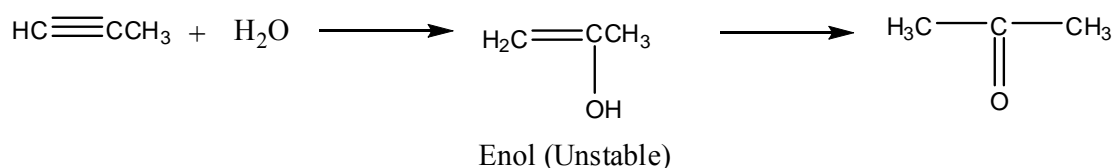
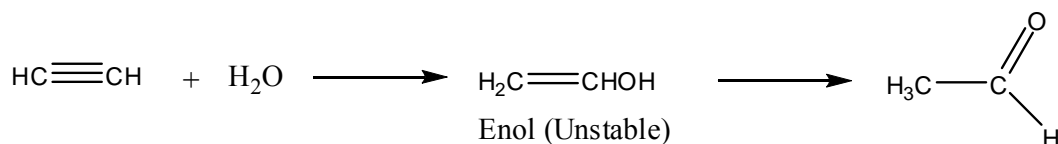
بطور کلی خواص شیمیایی آلکینها شبیه آلکنهاست و مشابه آنها ترکیباتی سیرنشده محسوب می‌شوند و در واکنش‌های افزایشی شرکت می‌کنند. آلکینها در واکنش‌های افزایشی بازای هر مول آلکن یک مول افزایشگر مصرف می‌کردند، در حالیکه آلکینها می‌توانند در واکنش‌های افزایشی بازای هر مول آلکین تا دو مول (یک یا دو مول) افزایشگر مصرف کنند. بعنوان مثال داریم:



آلکینها در واکنش هیدروژناسیون، آلکانها را تولید می کنند، اما در صورتیکه از کاتالیزگر لیندلار (مخلوطی از پالادیم، کلسیم کربنات، کینولین و ترکیبات سرب و گوگرد) استفاده شود، هیدروژناسیون آلکینها، آلکنها را نتیجه خواهد داد. بعنوان مثال داریم:



آلکینها موقع اضافه شدن اولین مولکول آب، ترکیبات ناپایدار انولها (ترکیبات محتوی یک پیوند دوگانه و یک گروه OH - بر روی آن) را تولید می کنند که به ترکیبات محتوی گروه کربونیل (گروه C=O که ترکیبات محتوی آن آلدئید و کتون نامیده می شوند) تبدیل می شوند و افزایش آب متوقف می شود. بعنوان مثال داریم:



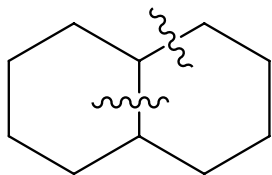
هیدروکربنهای آلیفاتیک حلقوی

هیدروکربنهای آلیفاتیک ممکن است دارای حلقه باشند یا عبارتی بصورت ترکیبات حلقه دار یا حلقوی باشند. حضور حلقه در آنها با پیشوند سیکلو به معنای حلقه مشخص می شود. ممکن است ترکیب بیش از یک حلقه داشته باشد که در اینصورت تعداد حلقه ها قبل از سیکلو مشخص می شود. عبارتی ترکیبات با دو حلقه، سه حلقه و ... به ترتیب با پیشوند بیسیکلو، تری سیکلو و ... مشخص می شوند.

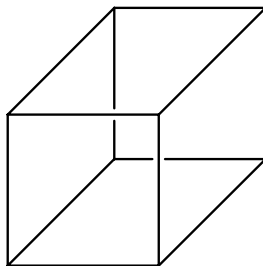
در اینجا معمولاً نام دسته ها با ترکیب پیشوندهای تعداد حلقه ها و سیکلو با «آلک» و پسوند مناسب (بعنوان مثال ان برای ترکیبات بدون پیوند پای، ان برای ترکیبات با پیوند دوگانه کربن-کربن و ...) بدست می آید. بعنوان مثال هیدروکربنهای آلیفاتیکی که دو حلقه و سه پیوند دوگانه دارند، می توانند بیسیکلو آلکاتری ان نامیده شوند.

بازای هر حلقه دو هیدروژن از فرمول ترکیب کم می شود. بعنوان مثال بیسیکلو آلکانها چهار اتم هیدروژن از آلکانهای هم کربن کمتر دارند و فرمول عمومی آنها بصورت $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ است.

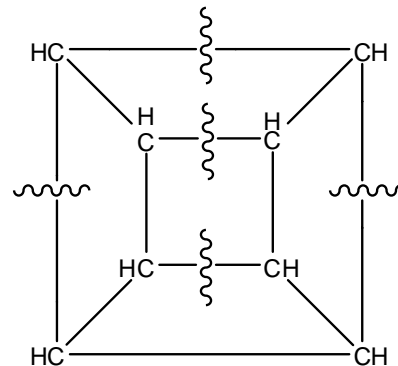
دقت داشته باشید که تعداد حلقه‌های یک ترکیب برابر حداقل تعداد پیوندهایی است که باید شکسته شوند تا ترکیب از حالت حلقوی بطور کامل خارج شود. بعنوان مثال داریم:



Decalin($C_{10}H_8$)
A Bicyclic Compound



Or



Cubane(C_8H_8)

A PentaCyclic Compound

در ترکیبات بالا بعنوان نمونه پیوندهایی که بایستی شکسته شوند تا ترکیب از حالت حلقوی خارج شود، با \sim مشخص شده‌اند.

سیکلو آلکانها

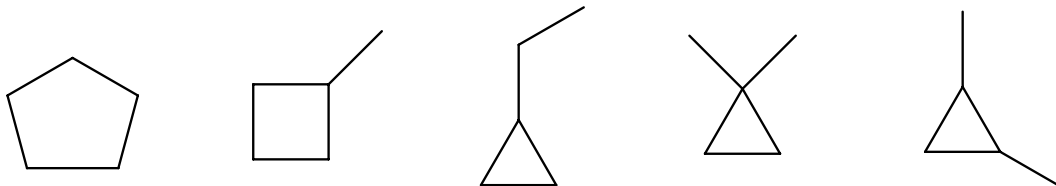
سیکلو آلکانها را می‌توان ساده‌ترین هیدروکربنهای آلیفاتیک حلقه دار در نظر گرفت. سیکلو آلکانها هیدروکربنهای حلقوی هستند که فقط پیوندهای یگانه دارند (بعبارتی پیوندهای دوگانه یا سه گانه کربن-کربن در آنها نداریم). سیکلو آلکانها (البته اگر دقیقتر بخواهیم بگوئیم مونوسیکلو آلکانها) دو اتم هیدروژن از آلکانهای هم کربن کمتر دارند و فرمول عمومی آنها بصورت C_nH_{2n} (مشابه آلکنها) است و ایزومرهای ساختاری آلکنها محسوب می‌شوند. واضح است که در اینجا بایستی $n \geq 3$ باشد.

ایزومری سیکلو آلکانها

ایزومری ساختاری در سیکلو آلکانها بخاطر تغییر اسکلت کربنی بوجود می‌آید که تغییر اسکلت کربنی می‌تواند هم از تغییر اندازه حلقه (تعداد اتمهای کربن سازنده حلقه) و هم از تغییر اسکلت کربنی شاخه‌های موجود بر روی حلقه ناشی شود. مثال بعدی را در نظر بگیرید.

مثال: ایزومرهای ساختاری سیکلو آلکانها بفرمول C_5H_{10} را رسم نمائید.

حل:

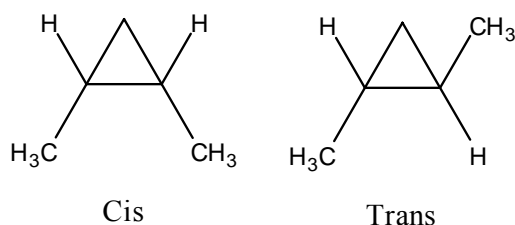


در اینجا نیز مشابه آلکنها می‌توانیم ایزومری هندسی داشته باشیم. ایزومری هندسی در سیکلو آلکنها از ممانعت چرخش حول پیوند بعلت وجود حلقه ناشی می‌شود. در اینجا نیز اگر دو گروه یکسان در یک طرف حلقه باشند، ایزومر سیس و در غیر اینصورت ترانس نامیده می‌شود.

مثال: ایزومرهای هندسی ممکن برای سیکلو آلکنها بفرمول C_5H_{10} را رسم کنید و سیس یا ترانس بودن آنها را مشخص کنید.

حل:

از بین ایزومرهای ساختاری ممکن برای سیکلو آلکنها بفرمول C_5H_{10} که در مثال قبلی رسم شده‌اند، آنهایی که دارای ایزومری هندسی هستند، را در نظر می‌گیریم. خواهیم داشت:

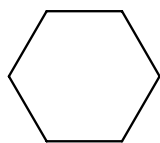


نامگذاری سیکلو آلکنها

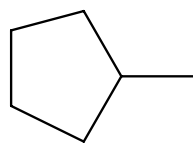
در اغلب اوقات که بخشهای زنجیری سیکلو آلکنها از بخش حلقوی آنها کوچکتر است، بخشهای زنجیری بعنوان استخلاف یا شاخه حلقه اصلی در نظر گرفته می‌شوند و نام سیکلو آلکن با ترکیب محل و نام شاخه‌ها با نام سیکلو آلکن بدون شاخه بدست می‌آید. برای سیکلو آلکنهای بدون شاخه نام بصورت همان سیکلو آلکن است که آلک به تعداد اتمهای کربن سازنده حلقه مربوط می‌شود. شماره‌گذاری حلقه بایستی از کربنی در حلقه شروع شود و در جهتی ادامه پیدا کند که به شاخه‌ها در حد امکان شماره‌های کوچکتری برسد. در اینجا نیز سیس یا ترانس بودن با پیشوند سیس یا ترانس قبل از نام ترکیب معلوم می‌شود.

مثال: تمام ایزومرهای ساختاری سیکلو آلکنها بفرمول C_6H_{12} را رسم و نامگذاری کنید.

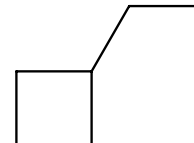
حل:



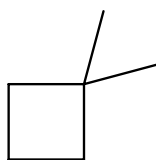
سیکلو هگزان



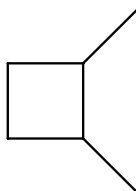
متیل سیکلو پنتان



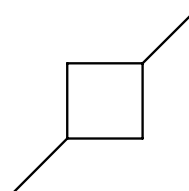
اتیل سیکلو بوتان



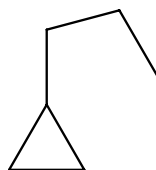
1,1-دی متیل سیکلو بوتان



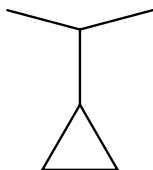
1,2-دی متیل سیکلو بوتان



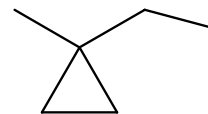
1,3-دی متیل سیکلو بوتان



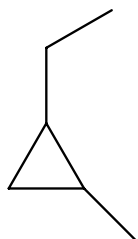
پروپیل سیکلو پروپان



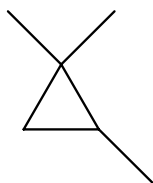
1-متیل اتیل (سیکلو پروپان)



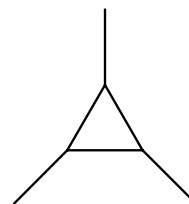
1-اتیل-1-متیل سیکلو پروپان



1-اتیل-2-متیل سیکلو پروپان



1,1,2-تری متیل سیکلو پروپان



1,2,3-تری متیل سیکلو پروپان

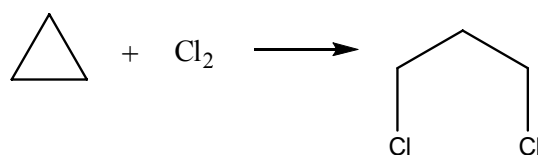
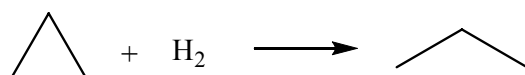
خواص فیزیکی سیکلوآلکانها

خواص فیزیکی سیکلو آلکانها مشابه آلکانهاست. بعلت وجود حلقه در سیکلو آلکانها، دمای ذوب و جوش آنها معمولاً از آلکانهای هم کربن قدری بیشتر است. در آلکانها آزادی حرکت بیشتری وجود دارد و یک سر زنجیر نسبت به سر دیگر آن می تواند تغییر موقعیت بدهد و قرار گرفتن مولکولها در کنار یکدیگر را سخت تر کند، در حالیکه در سیکلوآلکانها بعلت اتصال اتمهای کربن ابتدایی و انتهایی زنجیر بهم و تشکیل حلقه آزادی حرکت کمتری وجود دارد و مولکولهای سیکلو آلکانها برای برقراری تماس و نیروهای بین مولکولی وضعیت مناسب تری دارند و از این رو دمای ذوب و جوش سیکلو آلکانها بالاتر است.

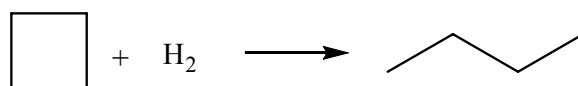
خواص شیمیایی سیکلوآلکانها

در بررسی خواص شیمیایی سیکلو آلکانها بایستی به ناپایداری موجود در حلقه‌های کوچک سه عضوی و چهار عضوی توجه داشته باشیم. در حلقه‌های کوچک سه و چهار عضوی، زاویه اتمهای کربن با هم درون حلقه ($\angle CCC$) از زاویه ایده‌آل برای آنها (زاویه چهار وجهی یا $109^{\circ}28'$) انحراف قابل توجهی دارد و این به اصطلاح کشش حلقه منجر به ناپایداری و افزایش واکنش پذیری این حلقه‌ها می‌شود.

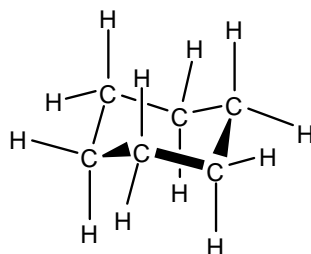
در سیکلو پروپان زاویه اتمهای کربن با هم برابر 60° است که از زاویه ایده‌آل 109.5° انحراف خیلی زیادی نشان می‌دهد و از این رو سیکلو پروپان یا بطور کلی حلقه‌های سه عضوی بسیار ناپایدار و واکنش پذیرند. سیکلو پروپان براحتی در واکنشهای افزایشی شرکت می‌کند تا حلقه ناپایدار از بین برود و ترکیب زنجیری پایدار تشکیل شود:



در سیکلو بوتان در صورت هم صفحه بودن اتمهای کربن، زاویه اتمهای کربن با هم برابر 90° خواهد بود. در عمل بعلت هم صفحه نبودن اتمهای کربن، این زاویه قدری بیشتر از 90° می‌شود. اما بهر حال همچنان انحراف قابل توجهی از زاویه ایده‌آل (البته نه باندازه حلقه‌های سه عضوی) نشان می‌دهد. از این رو سیکلو بوتان یا بطور کلی حلقه‌های چهار عضوی هم ناپایدار و بسیار واکنش پذیر محسوب می‌شوند، البته شرایط لازم برای انجام واکنشهای افزایشی آنها از حلقه‌های سه عضوی بعلت ناپایداری کمترشان سخت‌تر است. بعنوان مثال داریم:



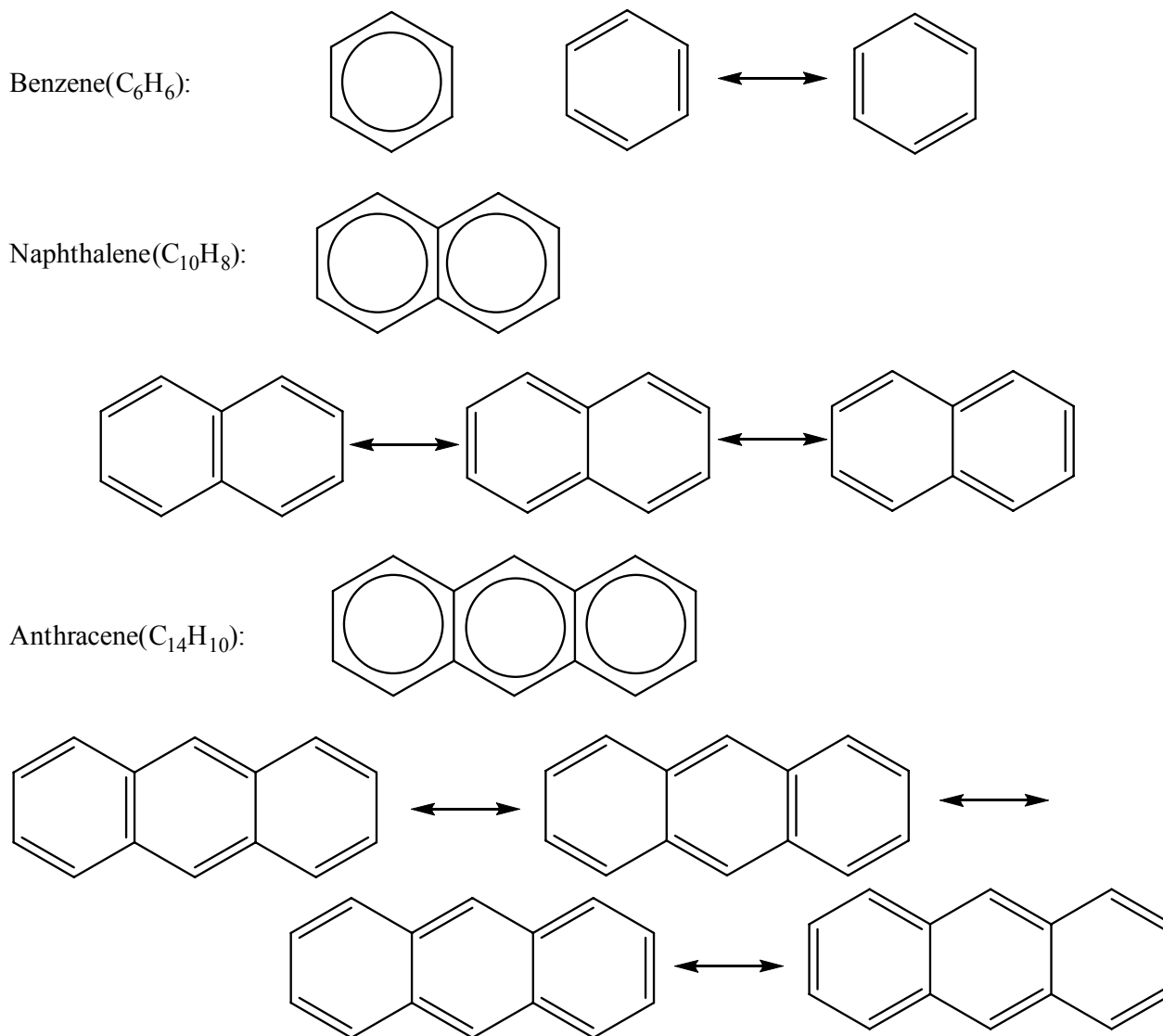
در حلقه‌های پنج عضوی و بالاتر، ترکیب حلقوی با خارج شدن از حالت هم صفحه می‌تواند زوایای نزدیک یا برابر با زوایای ایده‌آل بخود بگیرد. بعنوان مثال سیکلو هگزان (C_6H_{12}) می‌تواند مطابق شکل زیر فرم صندلی بخود بگیرد که در آن زوایای حالت ایده‌آل خود را دارند:



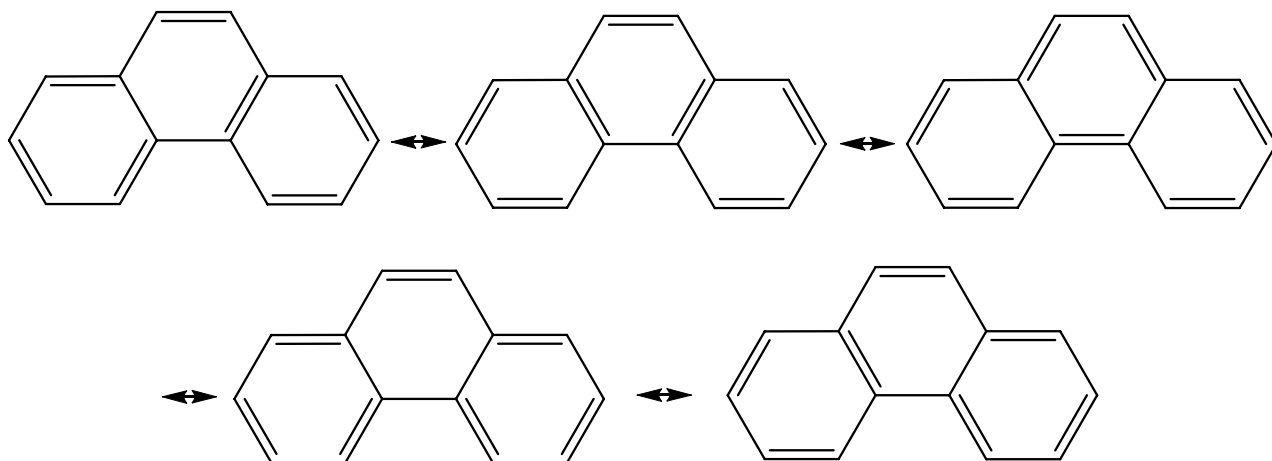
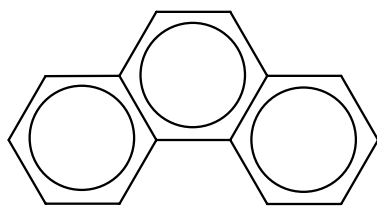
در نتیجه حلقه‌های پنج عضوی و بالاتر کشش حلقه ندارند و پایدارند و در واکنشهای افزایشی که منجر به شکستن حلقه می‌شوند، شرکت نمی‌کنند. سیکلو آلکانها با حلقه‌های پنج عضوی و بالاتر از نظر خواص شیمیایی کاملاً مشابه آلکانها هستند.

هیدروکربنهای آروماتیک

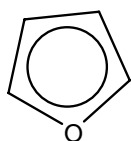
وجود خصلت آروماتیک در یک ترکیب بدین معنی است که تمام یا بخشی از آن ترکیب مسطح، حلقه‌ای و دارای رزونانس بین الکترونهای پیوندهای π در کل حلقه است که تعداد الکترونهای شرکت کننده در رزونانس برابر $4n + 2$ (قاعده $4n + 2$ یا قاعده هوکل) که n یک عدد غیر منفی است، می‌باشد. ترکیبات با چنین خصوصیتی، ترکیبات آروماتیک نامیده می‌شوند که بطور ویژه‌ای پایدار هستند و واکنش‌های بخصوص خود را انجام می‌دهند. بعنوان مثال برای ترکیبات آروماتیک می‌توان بنزن، نفتالن، آنتراسن، فنانترن، فوران و پیریدین را در نظر گرفت که نمایش ساده و شکل‌های رزونانسی آنها در زیر نمایش داده شده‌اند و تعداد الکترونهای شرکت کننده در رزونانس برای آنها به ترتیب برابر 6، 10، 14، 14، 6 و 6 هستند که از اعداد قابل قبول برای آروماتیک بودن بنابر قاعده هوکل هستند:



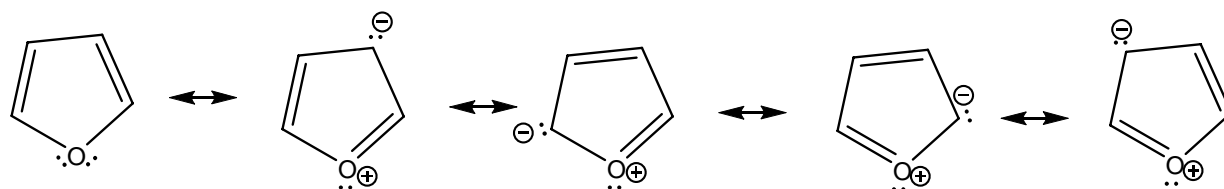
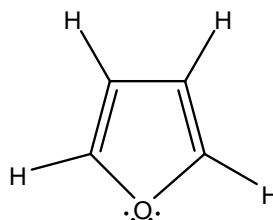
Phenanthrene(C₁₄H₁₀):



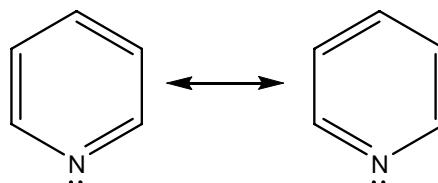
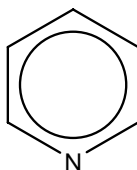
Furan(C₄H₄O):



Or



Pyridine(C₅H₅N):



دقت داشته باشید که در فوران دو الکترون از الکترون‌های رزونانس π در واقع جفت غیر پیوندی اکسیژن است که در سیستم پای حلقه مشارکت داده شده‌اند.

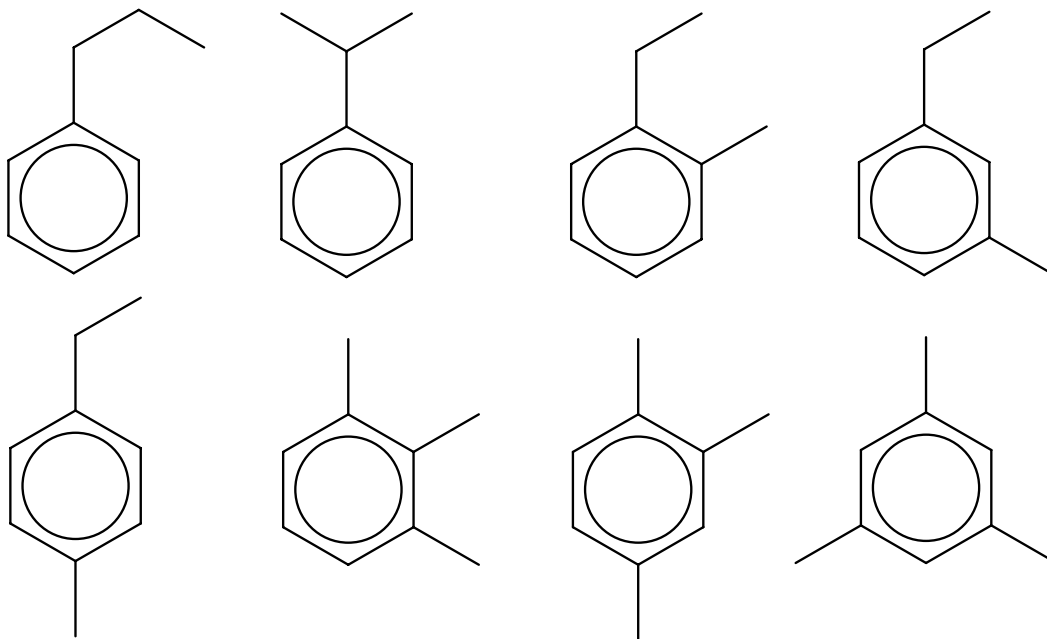
هیدروکربنهای آروماتیک هیدروکربنهایی هستند که خصلت آروماتیک دارند. یکی از ساده‌ترین و متداولترین آنها بنزن و مشتقاتش است. از موارد دیگر می‌توان به نفتالن، آنتراسن، فنانترن و ... اشاره کرد که با ساختارهای مربوطه آشنا شدیم.

ایزومری آروماتیک ها

ایزومری ساختاری در هیدروکربن‌های آروماتیک با فرض ثابت ماندن بخش آروماتیک با تغییر جنس شاخه‌ها (اسکلت کربنی شاخه‌ها) یا با تغییر موقعیت‌های اتصال شاخه‌ها به حلقه آروماتیک نسبت بهم بدست می‌آید.

مثال: ایزومرهای ساختاری C_9H_{12} دارای یک حلقه بنزنی را رسم نمائید.

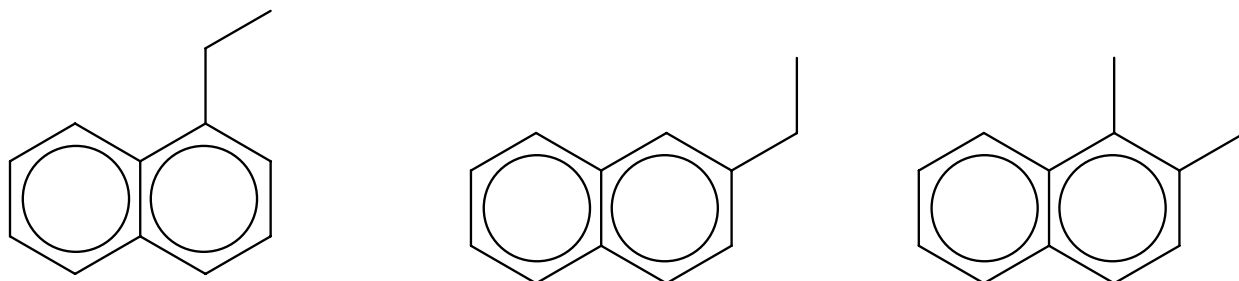
حل:

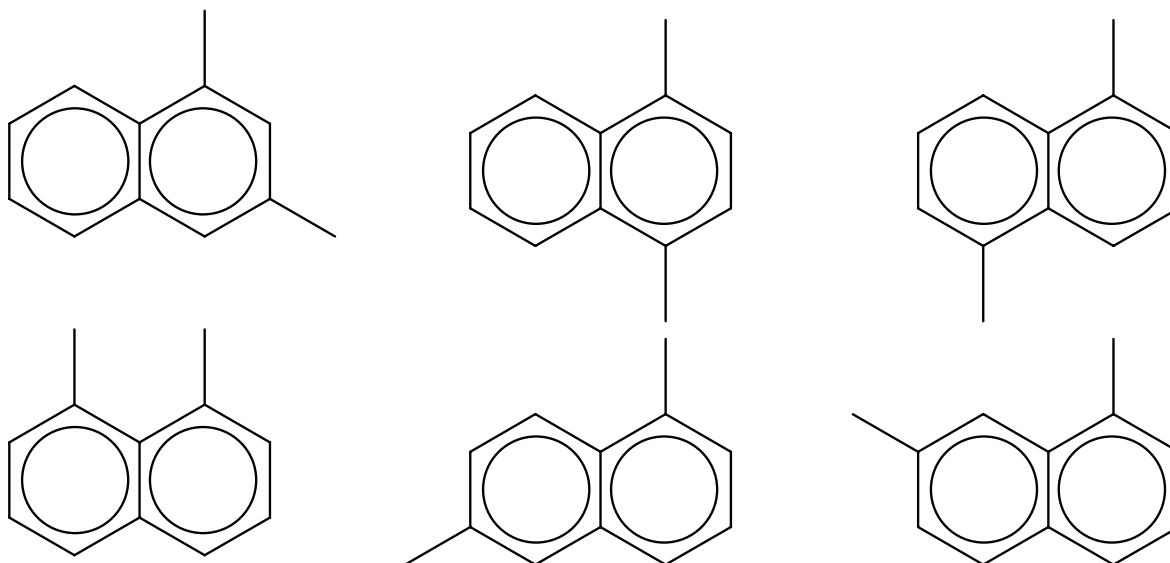


مثال: ایزومرهای ساختاری $C_{12}H_{12}$ مشتق شده از نفتالن را رسم نمائید.

حل:

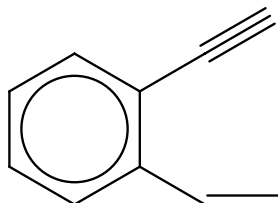
دقت داشته باشید که منظور از مشتق شده از نفتالن اینست که ترکیب با جایگزین شدن هیدروژن‌های نفتالن با گروه‌های دیگر بدست آمده است. برای $C_{12}H_{12}$ مشتق شده از نفتالن ایزومرهای ساختاری زیر را می‌توان در نظر گرفت:





بایستی توجه کنیم که نفتالن را می‌توان دو حلقه بنزن بهم جوش خورده در نظر گرفت که بر روی اتمهای کربن در محل جوش هیدروژن قرار ندارد و نمی‌توان گروههای دیگری را نیز روی آنها قرار داد.

در صورتیکه موقع رسم ایزومرها، قید ثابت ماندن بخش آروماتیک را نداشته باشیم، ایزومرهای ساختاری بسیار بیشتری می‌توان در نظر گرفت. بعنوان مثال برای نفتالن می‌توان ایزومر ساختاری زیر را در کنار ایزومرهای ساختاری بسیار دیگری نیز در نظر گرفت:



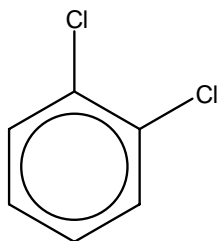
نامگذاری آروماتیک ها

در اغلب اوقات که بخشهای غیرآروماتیک ترکیبات آروماتیک از بخش آروماتیک آنها کوچکتر است، بخشهای غیرآروماتیک بعنوان استخلاف یا شاخه‌های بخش آروماتیک در نظر گرفته می‌شوند و نام ترکیب آروماتیک با ترکیب محل و نام شاخه‌ها با نام بخش آروماتیک بدون استخلاف بدست می‌آید. در اینجا نیز شماره‌گذاری حلقه آروماتیک برای تک حلقه‌ای‌ها مشابه سیکلو آلکانها به شکلی انجام می‌شود که در حد امکان به شاخه‌ها شماره‌های کمتری برسد.

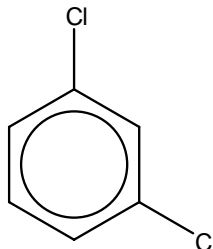
در مورد مشتقات بنزن در صورتیکه تک استخلافه باشند، نیازی به ذکر شماره نیست. بعنوان مثال بجای 1-پروپیل بنزن صرفاً پروپیل بنزن می‌گوئیم. در صورتیکه مشتقات بنزن دو استخلافه باشند، از نظر موقعیت شاخه‌ها و شماره‌های آنها سه حالت 1,2 و 1,3 و 1,4 را خواهیم داشت که به ترتیب اورتو، متا و پارا نیز نامیده می‌شوند. در مورد سه استخلافه‌ها حتماً بایستی از شماره‌ها برای ذکر موقعیت گروهها استفاده کنیم.

مثال: مشتقات دی‌کلرو بنزن را رسم و نامگذاری کنید.

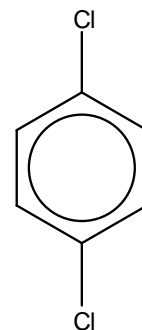
حل:



2,1-دی کلروبنزن
اورتو دی کلروبنزن

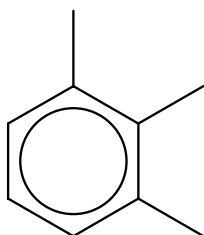


3,1-دی کلروبنزن
متا دی کلروبنزن

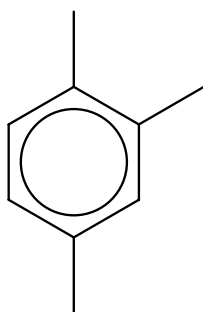


4,1-دی کلروبنزن
پارا دی کلروبنزن

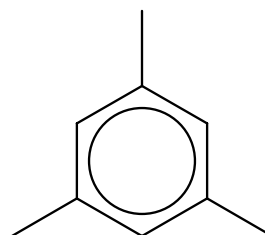
مثال: تری متیل بنزن ها را رسم و نامگذاری کنید.
حل:



3,2,1-تری متیل بنزن



4,2,1-تری متیل بنزن



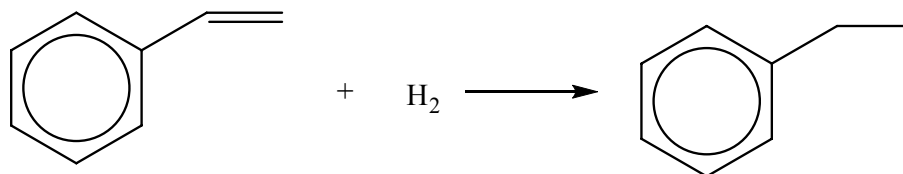
5,3,1-تری متیل بنزن

خواص فیزیکی آروماتیک ها

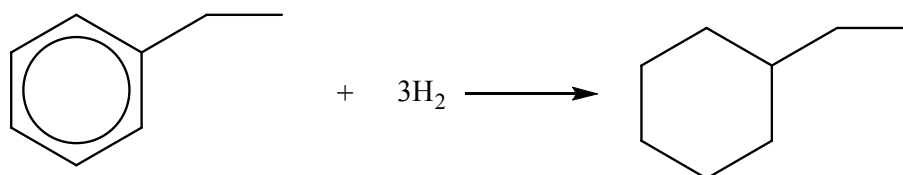
خواص فیزیکی هیدروکربنهای آروماتیک مشابه دیگر هیدروکربنها مثل آلکانهاست. البته برخلاف آلکانها، هیدروکربنهای آروماتیک و بطور کلی ترکیبات آروماتیک به معطر و خوشبو بودن معروف هستند.

خواص شیمیایی آروماتیک ها

بطور کلی ترکیبات آروماتیک پایداری ویژه ای دارند و واکنش های مخصوص خود را انجام دهند. بعلت پایداری، ترکیبات آروماتیک با وجود سیر نشده بودن بسیار سخت تر از ترکیبات سیر نشده دیگر مثل آلکنها در واکنش های افزایشی شرکت می کنند. بعنوان مثال در مورد استیرن ($C_6H_5CHCH_2$) هیدروژناسیون بخش آلیفاتیک بصورت زیر براحتی با گاز H_2 در دما و فشار کم انجام می شود:



در حالیکه هیدروژناسیون بخش آروماتیک بصورت زیر سخت تر است و نیازمند دما و فشار بالاتری است:



هیدروکربنهای آروماتیک نیز می‌توانند در واکنشهای جانشینی (جانشینی H با اتمها یا گروههای دیگر مثل هالوژنها) شرکت کنند، اما شرایط انجام واکنشهای آنها بسیار متفاوت از هیدروکربنهای آلیفاتیک است. بخش آلیفاتیک ترکیبات آروماتیک مشابه دیگر ترکیبات آلیفاتیک عمل خواهد کرد. بعنوان مثال در پروپیل بنزن، هیدروژنهای گروه پروپیل می‌توانند در واکنش هالوژن‌دار شدن جانشینی در شرایط مشابه آلکانها شرکت کنند. از نکات دیگر در مورد شیمی این ترکیبات می‌توان به بالا بودن نسبت کربن به هیدروژن در این ترکیبات و سمی و سرطان‌زا بودن برخی از آنها مثل بنزن اشاره کرد.

هالو آلکانها

ترکیبات هالوژن‌دار ترکیباتی هستند که اتمهای هالوژن (فلوئور، کلر، برم یا ید) دارند. هالوآلکانها را می‌توان جز ساده‌ترین ترکیبات هالوژن‌دار در نظر گرفت. هالوآلکانها آلکانهایی هستند که یک یا چند اتم از اتمهای هیدروژن آنها با اتمهای هالوژن عوض شده است. فرمول مولکولی عمومی هالوآلکانها را می‌توان $C_nH_{2n+2-m}X_m$ در نظر گرفت که X بیانگر اتم (های) هالوژن و m بیانگر تعداد اتمهای هالوژن است.

می‌توان هالوآلکانها را براساس تعداد اتمهای هالوژنهای آنها دسته‌بندی نمود که در اینصورت برای نامگذاری هر دسته تعداد اتمهای هالوژن مربوطه بصورت پیشوند قبل از هالوآلکان ذکر می‌شود. بعبارتی در صورت حضور دو اتم هالوژن، ترکیب یک دی‌هالوآلکان، در صورت حضور سه اتم هالوژن، ترکیب یک تری‌هالوآلکان و ... در نظر گرفته می‌شود. همچنین می‌توان هالوآلکانها را براساس نوع اتم هالوژن موجود به فلوئوروآلکانها، کلروآلکانها، بروموآلکانها و یدوآلکانها یا ترکیبی از آنها طبقه بندی نمود.

ایزومری هالوآلکانها

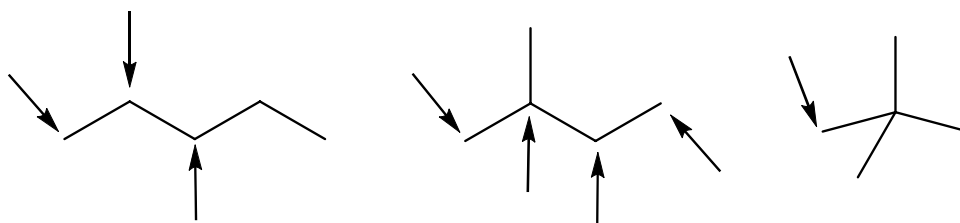
ایزومری ساختاری در هالوآلکانها می‌تواند هم از تغییر اسکلت کربنی و هم از تغییر موقعیت اتم (های) هالوژن بر روی یک اسکلت کربنی مشخص بوجود آید. برای رسم ایزومرهای ساختاری مختلف یک هالو آلکان اسکلت‌های کربنی مختلف برای آلکان هم کربن را در نظر می‌گیریم و سپس حالت‌های ممکن غیر تکراری برای موقعیت اتم (های) هالوژن را در هر اسکلت کربنی مشخص می‌کنیم. بایستی دقت داشته باشیم که بر روی یک اتم کربن متصل به چهار اتم کربن دیگر نمی‌توان حتی یک اتم هالوژن قرار داد. همچنین بر روی یک اتم کربن متصل به سه اتم کربن دیگر حداکثر می‌توان یک اتم هالوژن قرار داد و ...

مثال: ایزومرهای ساختاری ممکن برای $C_5H_{11}Cl$ را رسم نمائید.

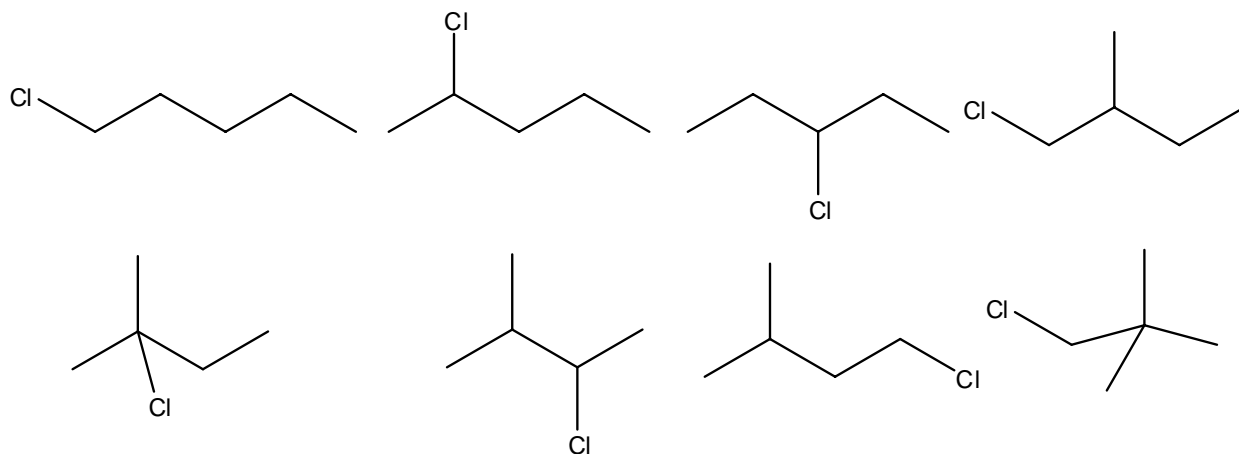
حل:

با توجه به فرمول ترکیب یاد شده یک هالوآلکان است یا اگر دقیقتر بگوئیم، یک آلکان پنج کربنه است که یکی از اتمهای هیدروژن آن با یک اتم کلر جانشین شده است. بعبارتی ترکیب یاد شده مشتقات مونوکلرو آلکانها با پنج اتم کربن است.

اسکلت‌های کربنی زیر را برای آلکان با پنج اتم کربن می‌توان در نظر گرفت که برای هر اسکلت کربنی موقعیت‌های امکان‌پذیر برای تک اتم کلر با فلش مشخص شده است:



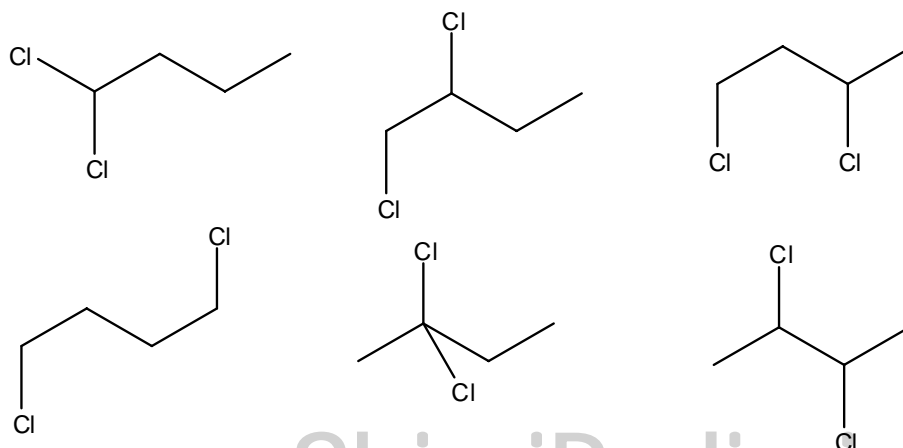
بنابراین ایزومرهای ساختاری زیر را برای $C_5H_{11}Cl$ می‌توان در نظر گرفت:

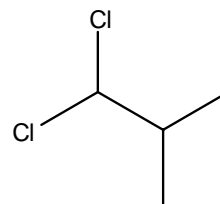
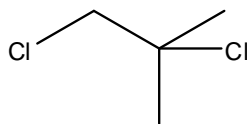
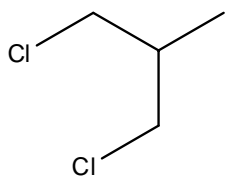


مثال: ایزومرهای ساختاری ممکن برای $C_4H_8Cl_2$ را رسم نمائید.

حل:

ترکیب یاد شده یک دی‌کلروآلکان است یا بهتر بگوئیم مشتقات دی‌کلروآلکانها با چهار اتم کربن است. برای پیدا کردن ایزومرهای ساختاری ممکن بایستی موقعیت‌های مختلف ممکن برای دو اتم کلر را در اسکلت‌های کربنی امکان‌پذیر برای آلکان چهار کربنه بیابیم. ممکن است برای ساده‌تر کردن کار، در ابتدا موقعیت‌های مختلف ممکن برای یک اتم کلر را در نظر بگیریم و سپس برای مشتقات مونوکلرو بدست آمده، موقعیت‌های مختلف ممکن برای اتم کلر دوم را بطوریکه ایزومرهای ساختاری تکراری نتیجه نشوند، تعیین کنیم. در هر صورت ایزومرهای ساختاری $C_4H_8Cl_2$ بصورت زیر خواهند بود:



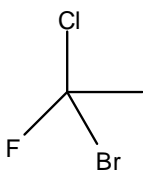


نامگذاری هالوآلکانها

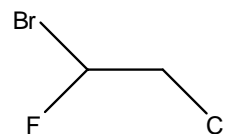
نامگذاری هالوآلکانها کاملاً مشابه آلکانها صورت می‌گیرد. در اینجا اتمهای هالوژن را هالو می‌نامیم و با آنها بعنوان گروههای استخلافی یا شاخه‌های جانبی کاملاً مشابه گروههای آلکیل (شاخه‌های جانبی هیدروکربنی) مثل متیل، اتیل و ... برخورد می‌کنیم.

مثال: ایزومرهای ساختاری ممکن برای C_2H_3BrClF را رسم و نامگذاری کنید.

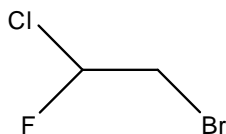
حل:



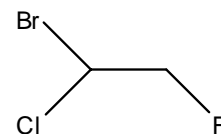
1-برومو-1-کلرو-1-فلوئورو اتان



1-برومو-2-کلرو-1-فلوئورو اتان



2-برومو-1-کلرو-1-فلوئورو اتان

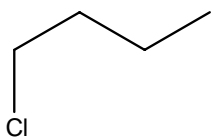


1-برومو-1-کلرو-2-فلوئورو اتان

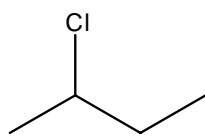
دقت داشته باشید که موقع ذکر نام هالوژنها باید آنها را به ترتیب حروف الفبایی ذکر کنیم. عبارتی ترتیب ذکر نام هالوژنها بصورت برومو (*Bromo*)، کلرو (*Chloro*)، فلوئورو (*Fluoro*) و یدو (*Iodo*) است.

مثال: ایزومرهای ساختاری ممکن برای C_4H_9Cl را رسم و نامگذاری کنید.

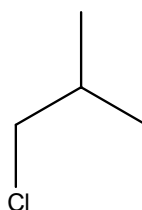
حل:



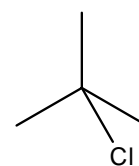
1-کلرو بوتان



2-کلرو بوتان



1-کلرو-2-متیل پروپان



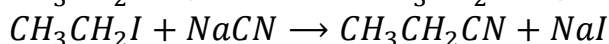
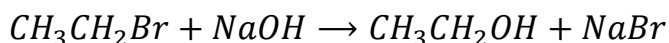
2-کلرو-2-متیل پروپان

خواص فیزیکی هالوآلکانها

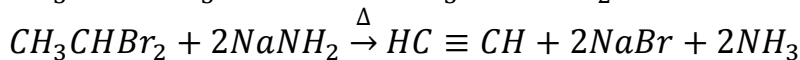
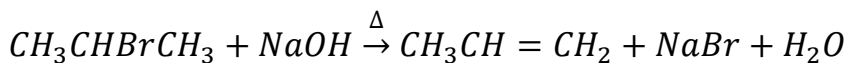
بطور کلی خواص فیزیکی هالوآلکانها و آلکانها کمابیش شبیه است. بخاطر حضور اتمهای هالوژن که از اتمهای هیدروژن بزرگترند، نیروهای بین مولکولی لاندن هالوآلکانها از آلکانهای هم کربن قویتر است که دمای ذوب و جوش بالاتری برای آنها نتیجه می‌دهد. با افزایش تعداد اتمهای هالوژن یا بزرگتر شدن اتمهای هالوژن موجود (تغییر از فلوئور به سمت ید) لاندن هالوآلکانها و به تبع آن دمای ذوب و جوششان عموماً افزایش می‌یابد. از تفاوت‌های دیگر هالو آلکانها با آلکانها اینست که هالوآلکانها لزوماً غیر قطبی (مثل CCl_4) نیستند و ممکن است قطبی (مثل CH_3Cl , CH_2Cl_2 , $CHCl_3$) باشند. چگالی هالوآلکانها نیز مشابه دمای ذوب و جوششان با افزایش تعداد اتمهای هالوژن یا سنگین‌تر شدن آنها افزایش می‌یابد. بطوریکه چگالی هالوآلکانها با یک اتم برم یا ید یا با دو یا چند اتم کلر معمولاً از چگالی آب بیشتر است.

خواص شیمیایی هالوآلکانها

هالو آلکانها واکنشهای آلکانها مثل سوختن، هالوژن دار شدن جانشینی و ... را می‌توانند انجام دهند. در واکنش سوختن عموماً هالو آلکانها بعلت جایگزینی اتمهای هیدروژن با هالوژن واکنش‌پذیری کمتری از آلکانها دارند (کمتر اشتعال‌پذیرند). هالو آلکانها واکنشهای مهم دیگری مثل جانشینی و حذف نیز می‌توانند انجام دهند. در واکنشهای جانشینی اتم هالوژن با اتم یا گروه دیگری جایگزین می‌شود. بعنوان مثال داریم:

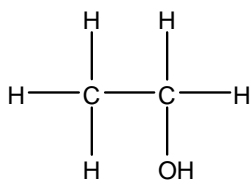


در واکنشهای حذفی با حذف اتم هالوژن و یک اتم یا گروه دیگر (مثل یک اتم هالوژن دیگر، یک اتم هیدروژن و...) پیوند پای ایجاد می‌شود. بعبارت دیگر واکنشهای حذفی را می‌توان برعکس واکنشهای افزایشی در نظر گرفت. بعنوان مثال داریم:

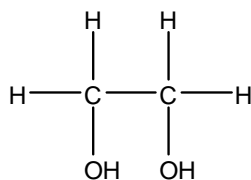


الکلها

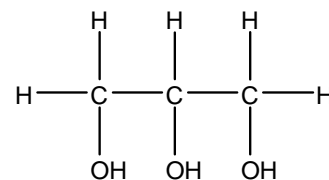
در صورتیکه هیدروژن آلکانها را با گروه $-OH$ تعویض کنیم، الکلها را بدست می‌آوریم. در واقع الکلها ترکیبات آلی اکسیژنداری هستند که گروه عاملی $-OH$ (هیدروکسی) را بصورت متصل به یک کربن سیر شده (بدون پیوند پای) دارند. الکلها آلکانول نیز نامیده می‌شوند. عبارتی الکلها با پسوند آل مشخص می‌شوند. ممکن است بیش از یک عامل الکلی در ترکیب حضور داشته باشد که در اینصورت تعداد آنها قبل از پسوند آل مشخص می‌شود. عبارتی الکلهایی که دو، سه و ... گروه $-OH$ دارند، به ترتیب آلدادی آل، آکتری آل و ... نامیده می‌شوند. حضور گروههای OH ، تعداد هیدروژنهای ترکیب را تغییر نمی‌دهد و فقط باندازه تعداد گروههای OH به تعداد اکسیژنهای ترکیب اضافه می‌شود. بنابراین فرمول عمومی الکلها با m گروه OH بصورت $C_nH_{2n+2}O_m$ است. برای الکلها با یک گروه OH یا الکلهای تک عاملی فرمول عمومی بصورت $C_nH_{2n+2}O$ خواهد بود و بصورت $R-OH$ نیز می‌توانند نمایش داده شوند که R بیانگر بخش هیدروکربنی الکل است. ساختار و نام چند الکل در ادامه آورده شده است:



اتیل الکل یا اتانول



اتیلن گلیکول یا اتان 1،2-دی آل

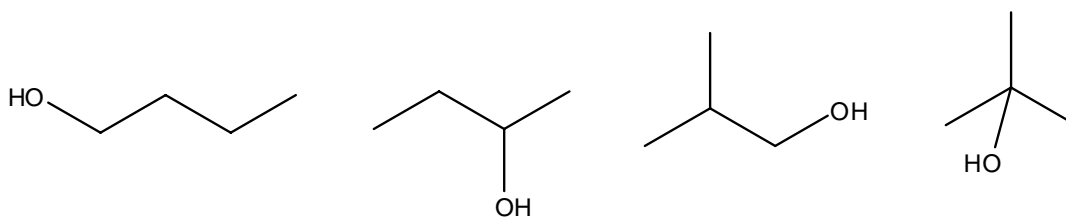
گلیسرول یا گلیسرین
یا پروپان 1،2،3-تری آل

ایزومری الکلها

ایزومری ساختاری در الکلها می‌تواند هم از تغییر اسکلت کربنی و هم از تغییر موقعیت گروه OH بر روی یک اسکلت کربنی مشخص بوجود آید.

مثال: ایزومرهای ساختاری ممکن برای الکلها بفرمول $C_4H_{10}O$ را رسم کنید.

حل:

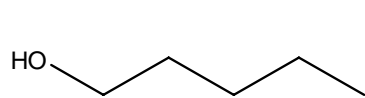


نامگذاری الکلها

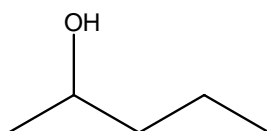
الکلها بصورت آلکانول نامگذاری می‌شوند. در الکلها زنجیر اصلی حتماً بایستی شامل گروه OH باشد و از جهتی شماره‌گذاری شود که به آن شماره کمتری برسد. مابقی اصول نامگذاری مشابه دیگر ترکیبات آلی مثل آلکانهاست.

مثال: ایزومرهای ساختاری ممکن برای الکلها بفرمول $C_5H_{12}O$ را رسم و نامگذاری کنید.

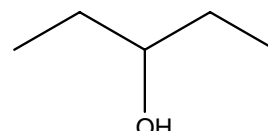
حل:



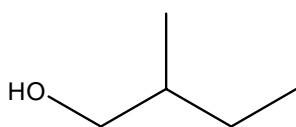
1-پنتانول



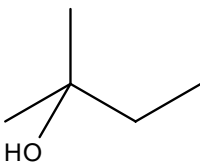
2-پنتانول



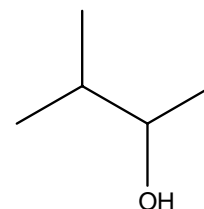
3-پنتانول



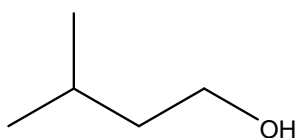
2-متیل-1-بوتانول



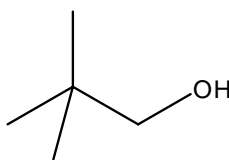
2-متیل-2-بوتانول



3-متیل-2-بوتانول



3-متیل-1-بوتانول



2,2-دی متیل-1-پروپانول

خواص فیزیکی الکلها

بعلت حضور گروه OH الکلها قطبی هستند و می‌توانند پیوند هیدروژنی تشکیل دهند. از این رو در مقایسه با هیدروکربنهای هم کربن دمای ذوب و جوش بسیار بالاتری دارند. حتی سبکترین الکل (متانول یا CH_3OH) در دمای اتاق بصورت مایع است. بعلت قطبی بودن و داشتن قابلیت تشکیل پیوند هیدروژنی الکلها بسیار بهتر از آلکانها در آب یا دیگر حلالهای قطبی

حل می‌شوند. با افزایش تعداد گروه‌های عاملی OH دمای ذوب و جوش الکلها و قابلیت انحلال آنها در آب افزایش می‌یابد. با بزرگتر شدن بخش هیدروکربنی در الکلها دمای ذوب و جوش الکلها افزایش می‌یابد، اما قابلیت انحلال آنها در آب کاهش می‌یابد.

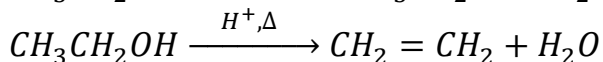
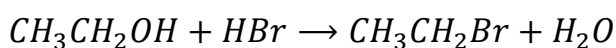
تمرین: دمای ذوب و جوش و قابلیت انحلال در آب را برای ترکیبات هر دسته با هم مقایسه نمایید.

الف) C_3H_7OH , C_2H_5OH , CH_3OH

ب) $CH_2OHCHOHCH_2OH$, $CH_3CHOHCH_2OH$, $CH_3CH_2CH_2OH$

خواص شیمیایی الکلها

الکلها واکنشهای فراوانی می‌توانند انجام دهند که بررسی آنها از حوصله این بحث خارج است. از واکنشهای آنها می‌توان به واکنشهای جانشینی و حذفی اشاره کرد. بعنوان مثال داریم:



همانطور که مثال آخر نشان می‌دهد، الکلها در حضور حرارت و اسید می‌توانند آب از دست بدهند و آلکنها را تولید کنند.

اترها

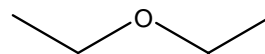
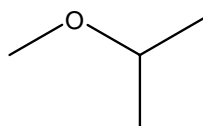
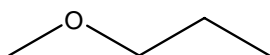
اترها ترکیبات اکسیژنداری هستند که در آنها اتم اکسیژن بین اتمهای کربن قرار می‌گیرد. در واقع اترها ترکیباتی بصورت $R - O - R'$ هستند که منظور از R یا R'، یک گروه آلکیل یا آریل (آروماتیک) است. اترها و الکلها هم کربن فرمول مولکولی یکسانی دارند و ایزومر ساختاری یکدیگر هستند.

ایزومری اترها

ایزومری ساختاری در اترها با تغییر اندازه (تعداد اتمهای کربن) یا شکل گروههای R و R' در اترها که بصورت $R - O - R'$ هستند، بوجود می‌آید.

مثال: ایزومرهای ساختاری برای اترها بفرمول $C_4H_{10}O$ را رسم کنید.

حل:



نامگذاری اترها

در نامگذاری آیوپاک اترها بصورت آلکوکسی آلکان نامگذاری می‌شوند که در آن بخش هیدروکربنی کوچکتر به همراه اتم اکسیژن متصل بعنوان یک استخلاف با نام آلکوکسی بر روی بخش هیدروکربنی بزرگتر متصل به اتم اکسیژن در نظر گرفته می‌شود. بعنوان مثال $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_3$ متوکسی اتان نامیده می‌شود. در نامگذاری معمولی، اترها با آوردن نام گروههای هیدروکربنی متصل به اتم اکسیژن و سپس لفظ اتر مشخص می‌شوند. بعنوان مثال $\text{CH}_3\text{OCH}_2\text{CH}_3$ متیل اتیل اتر نامیده می‌شود. در صورتیکه دو گروه هیدروکربنی یکسان باشند، از پیشوند دی استفاده می‌شود و نام گروهها یکبار ذکر می‌شود. بعنوان مثال $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_3$ دی‌اتیل اتر نامیده می‌شود.

خواص فیزیکی اترها

اترها هیدروژن متصل به اتم اکسیژن ندارند و از این رو برخلاف ایزومرهای ساختاری خود، الکلها، نمی‌توانند با همدیگر پیوند هیدروژنی بدهند، اما می‌توانند با مولکولهای دیگر مثل آب پیوند هیدروژنی داشته باشند. از آنجائیکه اختلاف الکترونگاتیویته اکسیژن و کربن از هیدروژن و اکسیژن کمتر است، قطبیت اترها از الکلها کمتر است، اما بهرحال اترها هم ترکیباتی قطبی (ولو با قطبیت کم) محسوب می‌شوند. با توجه به مطالب یاد شده می‌توان فهمید که چرا دمای ذوب و جوش اترها از الکلهای هم کربن کمتر است، در حالیکه از آلکانهای هم کربن بیشتر است. بطور مشابه قابلیت انحلال اترها در آب از الکلها کمتر است، اما از آلکانها بسیار بیشتر است.

مشابه الکلها یا هر ترکیب آلی دیگر، با افزایش اندازه بخش هیدروکربنی دمای ذوب و جوش افزایش می‌یابد، در حالیکه قابلیت انحلال در آب کاهش می‌یابد. با افزایش تعداد گروههای عاملی اتری ($-\text{O}-$) دمای ذوب و جوش و قابلیت انحلال در آب افزایش می‌یابد.

خواص شیمیائی اترها

اگرچه اترها نیز واکنشهای مخصوص خود را دارند، اما واکنشهای آنها به مراتب از ایزومرهای ساختاریشان، الکلها، کمتر است. بهرحال بررسی واکنشهای آنها از حوصله این بحث خارج است.

آلدهیدها و کتونها

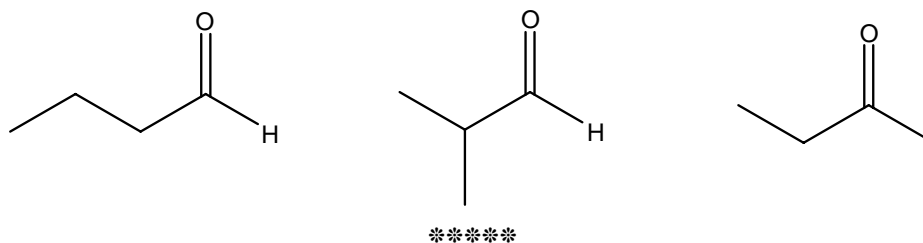
آلدهیدها و کتونها ترکیبات آلی اکسیژنداری هستند که گروه عاملی کربونیل ($C = O$) دارند. در کتونها هر دو گروه متصل به گروه کربونیل هیدروکربنی هستند و کتونها بصورت $RCOR'$ هستند. در آلدهیدها حداقل یکی از گروههای متصل به گروه کربونیل هیدروژن است و آلدهیدها بصورت $RCHO$ هستند. اگر دقیقتر بخواهیم بگوئیم آلدهیدها گروه عاملی آلدهیدی یا فرمیل ($-CHO$) دارند که بخشی از آن گروه کربونیل است. از یک نگاه دیگر، آلدهیدها و کتونها ایزومرهای ساختاری یکدیگرند که در آلدهیدها گروه کربونیل در ابتدای زنجیر ترکیب و در کتونها در اواسط زنجیر قرار می‌گیرد. در آلدهیدها و کتونها بازای هر گروه عاملی، دو اتم هیدروژن از فرمول ترکیب کم و یک اتم اکسیژن بدان اضافه می‌شود. بعنوان مثال فرمولی عمومی آلدهیدها و کتونهای تک عاملی $C_nH_{2n}O$ است.

ایزومری آلدهیدها و کتونها

ایزومری ساختاری در آلدهیدها با تغییر اسکلت کربنی R در $RCHO$ و در کتونها با تغییر اندازه یا شکل R و R' در $RCOR'$ بدست می‌آید.

مثال: ایزومرهای ساختاری برای آلدهیدها و کتونها بفرمول C_4H_8O را رسم نمائید.

حل:

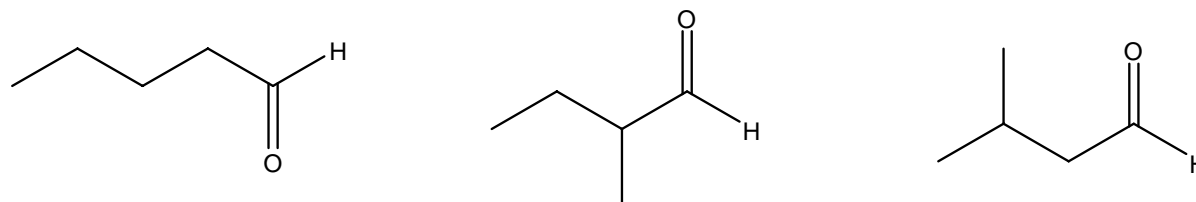


نامگذاری آلدهیدها و کتونها

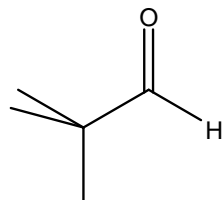
در نامگذاری آیوپاک، آلدهیدها با پسوند آل مشخص می‌شوند و بصورت آلکانال نامگذاری می‌شوند. کتونها با پسوند آن مشخص می‌شوند و بصورت آلکانون نامگذاری می‌شوند. زنجیر اصلی حتماً باید شامل گروه کربونیل باشد. در مورد آلدهیدها کربن گروه کربونیل حتماً شماره یک را بخود می‌گیرد و در مورد کتونها زنجیر اصلی از جهتی شماره گذاری می‌شود که به کربن گروه کربونیل شماره کمتری برسد. موقعیت گروه کربونیل در کتونها با شماره مشخص می‌شود.

مثال: ایزومرهای ساختاری برای آلدهیدها و کتونها بفرمول $C_5H_{10}O$ را رسم و نامگذاری کنید.

حل:

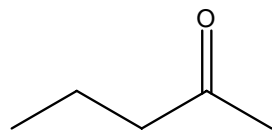


پنتانال



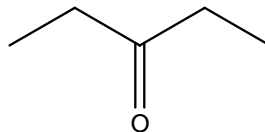
2,2-دی متیل پروپانال

2-متیل بوتانال

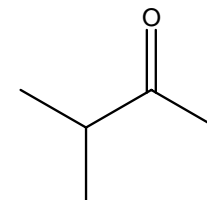


2-پنتانون

3-متیل بوتانال



3-پنتانون



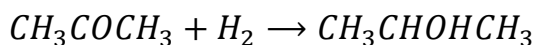
3-متیل-2-بوتانون

خواص فیزیکی آلدهیدها و کتونها

آلدهیدها و کتونها ترکیباتی قطبی هستند که نمی‌توانند با همدیگر پیوند هیدروژنی بدهند، اما با مولکولهای دیگر مثل آب می‌توانند پیوند هیدروژنی بدهند. قطبیت آلدهیدها و کتونها از اترها بیشتر است که این مطلب بخاطر قطبیت بیشتر پیوند دوگانه کربن-اکسیژن در مقایسه با یگانه آن و طرز جهت‌گیری دو پیوند یگانه کربن-اکسیژن در اترهاست (طوری‌که قدری همدیگر را خنثی می‌کنند). مشابه اترها می‌توان در مورد دمای ذوب و جوش و قابلیت انحلال در آب برای آلدهیدها و کتونها بحث نمود.

خواص شیمیایی آلدهیدها و کتونها

آلدهیدها و کتونها واکنشهای متنوعی دارند که بررسی آنها از حوصله این بحث خارج است. از واکنشهای آنها می‌توان به واکنش هیدروژناسیون (یا بطور کلی کاهش) اشاره کرد که در آن الکلها را تولید می‌کنند. بعنوان مثال داریم:

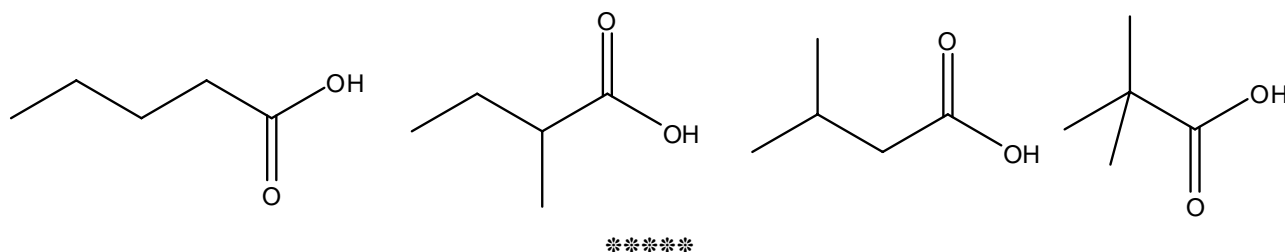


کربوکسیلیک اسیدها

اسیدهای کربوکسیلیک ترکیبات آلی اکسیژنداری هستند که دارای گروه عاملی کربوکسیلیک اسید یا $COOH$ - هستند. آنها بصورت $R - COOH$ هستند که R یا هیدروژن در $HCOOH$ یا اسید فرمیک یا یک گروه هیدروکربنی در بقیه است. بازای هر گروه عاملی کربوکسیلیک اسید، دو اتم هیدروژن از فرمول ترکیب کم و دو اتم اکسیژن بدان اضافه می‌شود. بعنوان مثال اسیدهای کربوکسیلیک تک عاملی دارای فرمول عمومی $C_nH_{2n}O_2$ هستند.

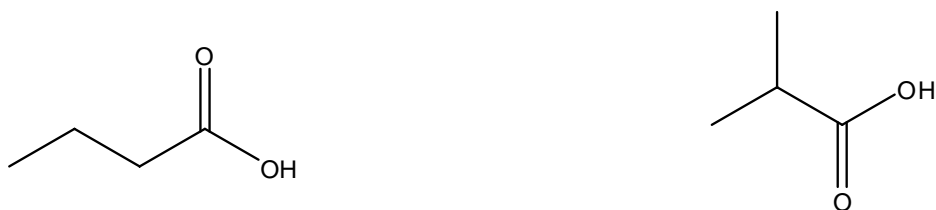
ایزومری اسیدهای کربوکسیلیک

ایزومری ساختاری در اسیدهای کربوکسیلیک با تغییر اسکلت کربنی R در $R - COOH$ بدست می‌آید. مثال: ایزومرهای ساختاری اسیدهای کربوکسیلیک بفرمول $C_5H_{10}O_2$ را رسم کنید.
حل:



نامگذاری اسیدهای کربوکسیلیک

در نامگذاری آیوپاک (IUPAC)، اسیدهای کربوکسیلیک با پسوند اوتیک اسید مشخص می‌شوند و بصورت آلکانوئیک اسید نامگذاری می‌شوند. زنجیر اصلی حتماً باید شامل گروه کربوکسیلیک اسید باشد و در شماره‌گذاری، به کربن گروه $COOH$ - بایستی شماره یک برسد. مثال: ایزومرهای ساختاری اسیدهای کربوکسیلیک بفرمول $C_4H_8O_2$ را رسم و نامگذاری کنید.
حل:



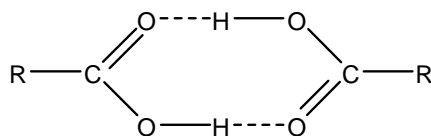
بوتانوئیک اسید

2-متیل پروپانوئیک اسید

خواص فیزیکی اسیدهای کربوکسیلیک

اسیدهای کربوکسیلیک ترکیباتی قطبی هستند که می‌توانند با همدیگر پیوند هیدروژنی تشکیل دهند. قطبیت آنها از الکلها بیشتر است و در مقایسه با الکلها پیوندهای هیدروژنی قویتری می‌توانند تشکیل دهند که دومی بخاطر مثبت‌تر بودن هیدروژن تشکیل‌دهنده پیوند هیدروژنی (بعلت حضور دو اتم اکسیژن الکترونگاتیو) در اسیدهای کربوکسیلیک است. بنابراین اسیدهای کربوکسیلیک در مقایسه با دیگر ترکیبات آلی هم کربن معمولاً دمای ذوب و جوش بالاتری دارند و بهتر در آب حل می‌شوند.

اسیدهای کربوکسیلیک موقع بخار شدن یا موقع حل شدن در حلالهای غیر قطبی می‌توانند برای حفظ پیوند هیدروژنی خود، بصورت زیر دایمر تشکیل دهند:



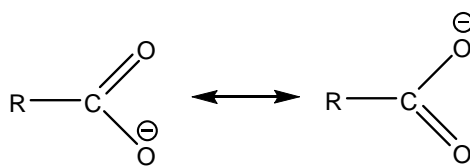
در شکل قبلی پیوندهای هیدروژنی با نقطه‌چین نمایش داده شده‌اند.

خواص شیمیایی اسیدهای کربوکسیلیک

از مهمترین خواص شیمیایی اسیدهای کربوکسیلیک خصلت اسیدی آنهاست که بصورت زیر می‌تواند نمایش داده شود:

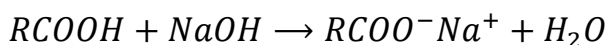


$RCOO^-$ یون کربوکسیلات نامیده می‌شود و خصلت اسیدی بالای کربوکسیلیک اسیدها در مقایسه با دیگر ترکیبات مثل الکلها به پایداری یون کربوکسیلیک برمی‌گردد. پایداری یون کربوکسیلات بعلت حضور دو اتم اکسیژن الکترونگاتیو و رزونانس زیر است:



بدلیل بالا، بار منفی حاصل از تفکیک اسیدی و جدا شدن H^+ ، بخوبی اسکان می‌یابد و منجر به پایداری محصولات حاصل از تفکیک اسیدی و افزایش قدرت اسیدی می‌شود.

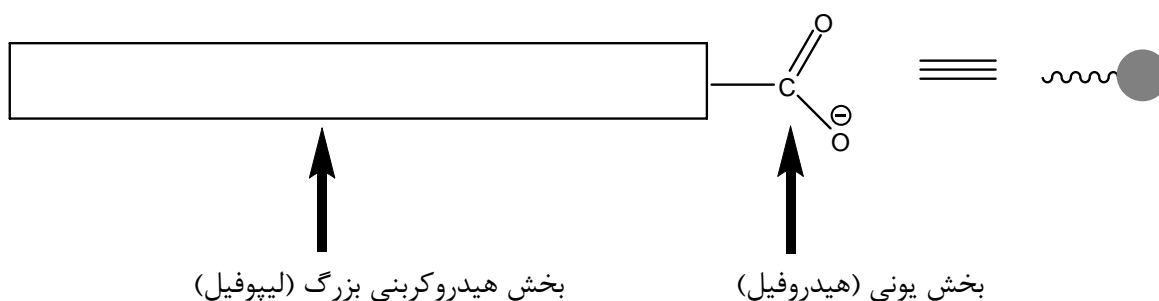
اسیدهای کربوکسیلیک با بازها واکنش می‌دهند و نمک تولید می‌کنند. بعنوان مثال داریم:



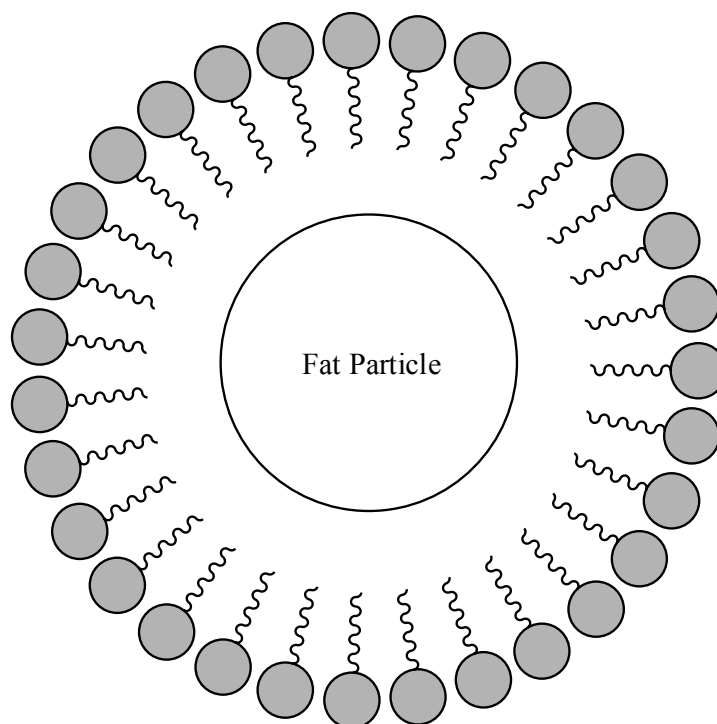
در اینجا خوب است با صابونها و نحوه عملکرد آنها نیز آشنا شویم. صابونها در واقع نمکهای اسیدهای چرب هستند. اسیدهای چرب اسیدهای کربوکسیلیک با زنجیر هیدروکربنی آلیفاتیک بزرگ هستند. بعنوان مثال می‌توان اولئیک اسید ($C_{18}H_{34}O_2$)، پالمیتولئیک اسید ($C_{16}H_{30}O_2$) و ... را در نظر گرفت. زنجیر هیدروکربنی در اسیدهای چرب ممکن است سیر شده (اشباع) یا سیر نشده (غیر اشباع) باشد. نمکهای اسیدهای چرب مثل نمکهای سدیم یا نمکهای پتاسیم آنها

می‌توانند بعنوان صابون بکار روند که اولی صابون جامد و دومی صابون مایع نتیجه می‌دهد. صابونها در آب می‌توانند میسل تشکیل دهند. میسل تعدادی مولکول صابون است که در کنار همدیگر قرار گرفته‌اند و بخش هیدروکربنی یا غیر قطبی آنها به سمت داخل جهت‌گیری کرده، در حالیکه بخش یونی آنها (گروه $-COO^-$) به سمت خارج جهت‌گیری کرده است. شکل بعدی نمایشی برای این مطلب است. به کمک بخش درونی که لیپوفیل است، میسل‌ها می‌توانند ذرات چربی (مثلاً لکه‌های چرب لباس) را در خود حل کنند و به کمک بخش بیرونی که هیدروفیل است، میسل‌ها می‌توانند در آب حل و پخش شوند. بنابراین میسل‌ها می‌توانند موقع شست‌وشو ذرات و لکه‌های چرب را حل و پاک کنند.

نمایشی برای صابونها:

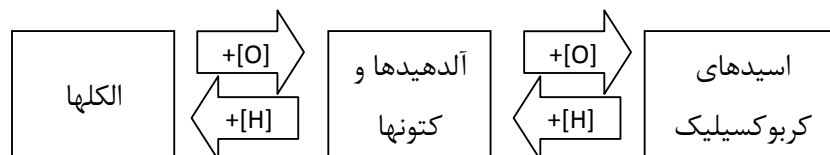


نمایشی برای ساختار یک میسل:



اسیدهای کربوکسیلیک واکنشهای دیگری نیز دارند که بررسی آنها از حوصله این بحث خارج است. اما خوب است با این مطلب هم آشنا باشیم که بطور کلی اکسایش (مثلاً ترکیب با اکسیژن) الکلها، آلدهیدها و کتونها و اکسایش آلدهیدها و کتونها

اسیدهای کربوکسیلیک را نتیجه می‌دهد. بلعکس کاهش (مثلاً ترکیب با هیدروژن) اسیدهای کربوکسیلیک آلدئیدها و کتونها و کاهش آلدئیدها و کتونها الکلها را نتیجه می‌دهد. در صورتیکه اکسایش را با $[O]$ + و کاهش را با $[H]$ + نمایش دهیم، مطلب یاد شده بطور خلاصه بصورت زیر می‌تواند نشان داده شود:



استرها

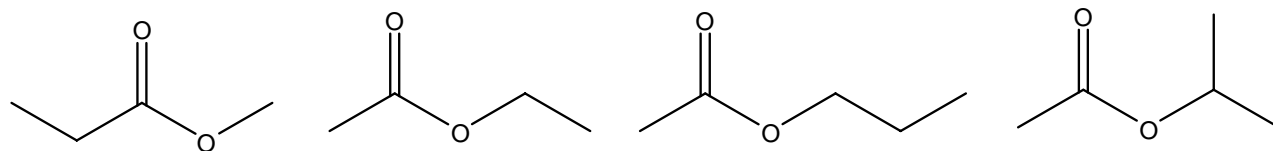
استرها ترکیبات آلی اکسیژن‌دار بصورت $R - COOR'$ هستند. آنها در واقع اسیدهای کربوکسیلیکی هستند که هیدروژن گروه کربوکسیلیک آنها با یک گروه آلکیل یا آریل (آروماتیک) جانشین شده است. استرها و اسیدهای کربوکسیلیک ایزومرهای ساختاری همدیگر هستند و فرمول عمومی هر دوی آنها بصورت $C_nH_{2n}O_2$ (البته بشرط تک عاملی بودن) است.

ایزمری استرها

ایزومری ساختاری در استرها با تغییر اندازه یا شکل R و R' در $RCOOR'$ بدست می‌آید. بایستی دقت کنیم که برای استرها R می‌تواند H باشد، اما R' نمی‌تواند H باشد.

مثال: ایزومرهای ساختاری برای استرها بفرمول $C_4H_8O_2$ را رسم کنید.

حل:

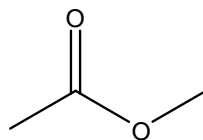


نامگذاری استرها

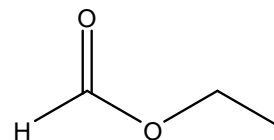
در آیوپاک، استرها ($RCOOR'$) بصورت آلکیل آلکانوات نامگذاری می‌شوند که آلکیل به R' و آلکانوات به $RCOO$ مربوط می‌شود.

مثال: ایزومرهای ساختاری برای استرها بفرمول $C_3H_6O_2$ را رسم و نامگذاری کنید.

حل:



متیل اتانوات



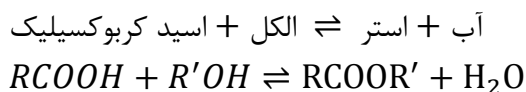
اتیل متانوات

خواص فیزیکی استرها

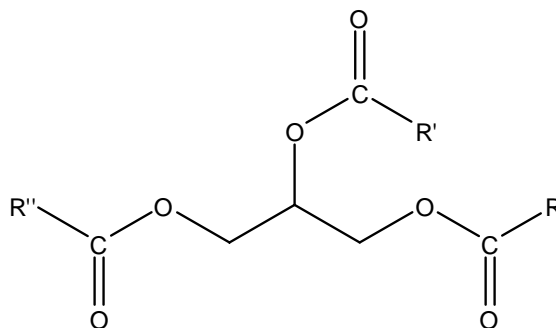
استرها ترکیباتی قطبی هستند که قابلیت تشکیل پیوند هیدروژنی با همدیگر را ندارند، اما با مولکولهای دیگری مثل آب می-توانند پیوند هیدروژنی تشکیل دهند. بنابراین استرها شبیه اترها یا آلدهیدها و کتونها هستند. قطبیت استرها از اترها بیشتر اما از الکلها کمتر است. بسیاری از استرها بویی شبیه میوهها دارند و بطور طبیعی در میوهها نیز یافت می-شوند.

خواص شیمیایی استرها

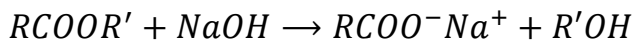
از مهمترین واکنشهایی که استرها در آنها شرکت دارند، می-توان واکنش استری شدن و واکنش هیدرولیز بازی استرها را در نظر گرفت. یک اسید کربوکسیلیک و یک الکل در حضور اسید یا باز بعنوان کاتالیزگر می-توانند با هم واکنش دهند و استر و آب تولید کنند:



خوب است بدانیم چربیها در واقع استرهای الکل سه عاملی گلیسرول با اسیدهای چرب هستند. ساختار یک چربی بصورت زیر است:



استرها در حضور باز بعنوان هم کاتالیزور و هم واکنشگر می-توانند عکس واکنش استری شدن یا در واقع واکنش هیدرولیز بازی استرها را انجام دهند:



دقت داشته باشید که در واکنش بالا، بعلت بازی بودن محیط بجای اسید ($RCOOH$) فرم پروتون از دست داده آن ($RCOO^-$) تشکیل می-شود.

استرها واکنشهای دیگری نیز دارند که بررسی آنها از حوصله این بحث خارج است.

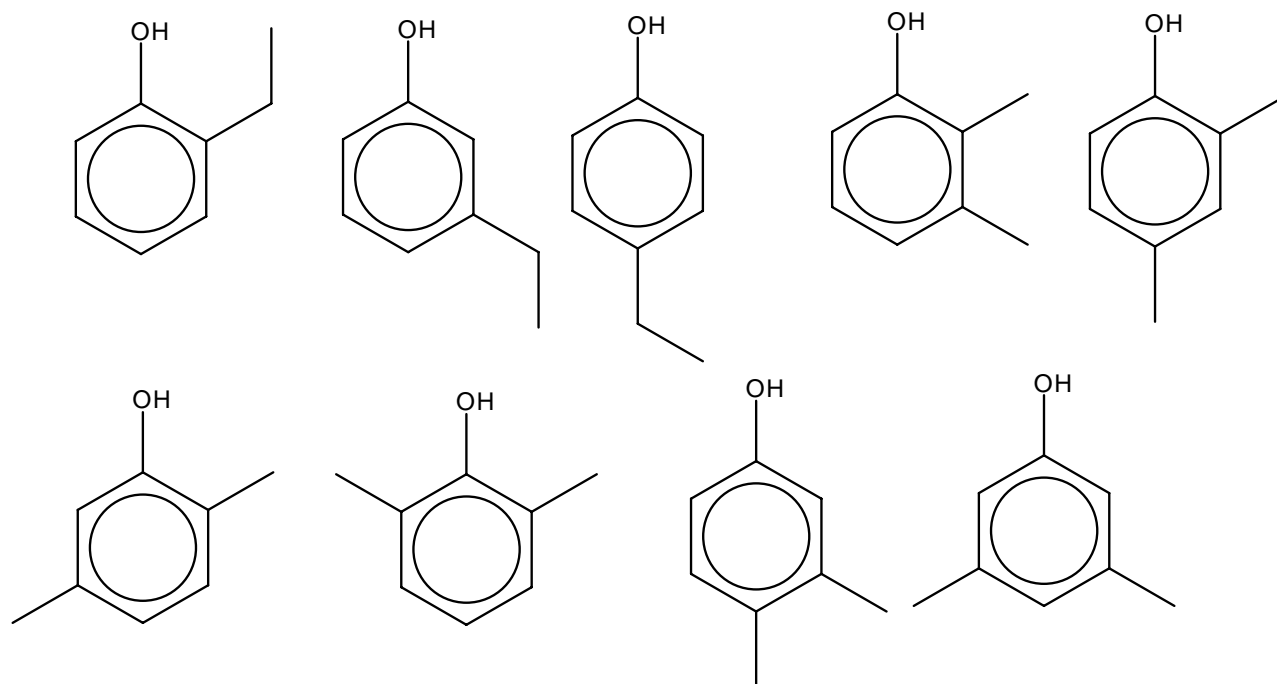
فنولها

فنولها یا فنولیکها ترکیباتی هستند که در آنها گروه $-OH$ مستقیماً به یک ترکیب آروماتیک متصل است. فنولها در واقع بصورت $Ar - OH$ هستند که منظور از Ar یک گروه آریل (آروماتیک) است. فنولها با اینکه شبیه الکلها (ROH) که R یک گروه آلیفاتیک است) هستند، اما خواص متفاوتی دارند و در دسته مخصوص خودشان بررسی می‌شوند. ساده‌ترین فنل که نام دسته نیز براساس نام آن انتخاب شده است، ماده فنول (C_6H_5OH) است که همان حلقه بنزن است که یکی از اتمهای هیدروژن آن با گروه هیدروکسی ($-OH$) جانشین شده است.

ایزومری فنلها

ایزومری ساختاری در فنلها با فرض ثابت ماندن بخش آروماتیک، با تغییر نوع و محل اتصال شاخه‌ها بدست می‌آید. مثال: ایزومرهای ساختاری ممکن برای فنولها با فرمول $C_8H_{10}O$ را رسم کنید.

حل:

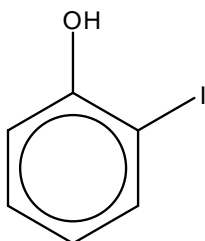


نامگذاری فنلها

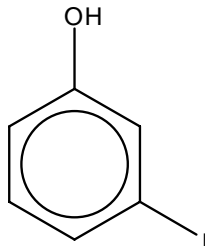
در نامگذاری آیوپاک، فنلها براساس نام ترکیب بدون شاخه (به استثنای شاخه هیدروکسی) نامگذاری می‌شوند. بعنوان مثال نام کلیه فنلهایی که با جانشینی اتمهای هیدروژن ماده فنل با گروههای دیگر مثل گروههای آلکیل یا اتمهای هالوژن بدست می‌آیند، به فنل ختم می‌شود.

مثال: ایزومرهای ساختاری ممکن برای فنولها با فرمول C_6H_5IO را رسم و نامگذاری کنید.

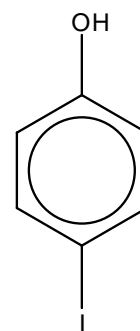
حل:



اورتویدوفنل



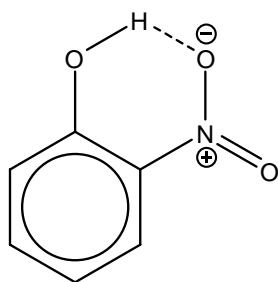
متایدوفنل



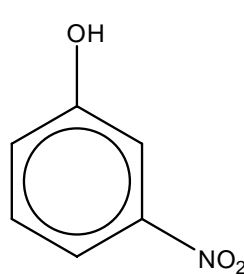
پارایدوفنل

خواص فیزیکی فنلها

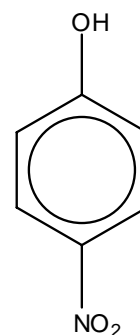
از نظر خواص فیزیکی، فنلها تا حدودی شبیه الکلها هستند. آنها نیز قطبی هستند و می‌توانند با هم و با مولکول‌های دیگر مثل آب پیوند هیدروژنی تشکیل دهند. البته گاهی اوقات ممکن است پیوند هیدروژنی بجای بین مولکولی، بصورت درون مولکولی تشکیل شود که در اینصورت دمای ذوب و جوش کمتر خواهد بود. بعنوان مثال در اورتونیتروفنول گروههای $-OH$ و نیترو (NO_2) در مجاورت هم قرار دارند و بصورت درون مولکولی با هم پیوند هیدروژنی می‌دهند، درحالیکه در متا و پارا نیترو فنول بعلت دوری گروههای هیدروکسی و نیترو از هم امکان تشکیل پیوند هیدروژنی بصورت درون مولکولی وجود ندارد و پیوند هیدروژنی در آنها بصورت بین مولکولی تشکیل می‌شود. از این رو است که دمای ذوب و جوش متا و پارا نیترو فنول از ایزومرشان یعنی اورتو نیترو فنول بیشتر است. شکل بعدی را در نظر بگیرید:



اورتونیتروفنل



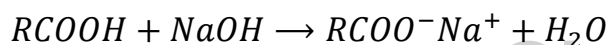
متانیتروفنل

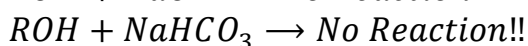
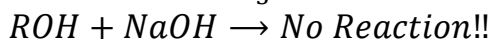
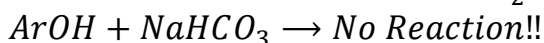
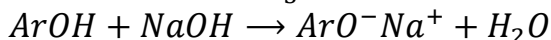


پارانیتروفنل

خواص شیمیایی فنلها

فنلها از نظر قدرت اسیدی بین الکلها و اسیدهای کربوکسیلیک قرار دارند و در آب اسیدهای ضعیف محسوب می‌شوند. آنها با بازهای قوی مثل $NaOH$ واکنش اسید-باز انجام می‌دهند، درحالیکه با بازهای ضعیفتر مثل $NaHCO_3$ واکنش نمی‌دهند. تفاوت قدرت اسیدی اسیدهای کربوکسیلیک ($RCOOH$)، فنلها ($ArOH$) و الکلها (ROH) را می‌توان در واکنشهای آنها بصورت زیر با باز قوی $NaOH$ و باز ضعیف $NaHCO_3$ مشاهده نمود:





همانطور که واکنشهای بالا نیز نشان می‌دهند، اسیدهای کربوکسیلیک هم با باز قوی NaOH و هم با باز ضعیف NaHCO₃ واکنش می‌دهند. فنولها با باز قوی NaOH واکنش می‌دهند، اما بعلت قدرت اسیدی کمتر در مقایسه با اسیدهای کربوکسیلیک با باز ضعیف NaHCO₃ واکنش نمی‌دهند. الکلها که در آب فاقد خصلت اسیدی محسوب می‌شوند، نه با باز قوی NaOH و نه با باز ضعیف NaHCO₃ واکنش نمی‌دهند.

لازم به ذکر است که ArO⁻ ها که از تفکیک اسیدی فنولها نتیجه می‌شوند، فنولاتها نامیده می‌شوند.

تفاوت قدرت اسیدی RCOOH و ArOH و ROH از تفاوت پایداری آنیونهای حاصل از تفکیک اسیدی آنها یعنی

RO⁻، ArO⁻، RCOO⁻ نتیجه می‌شود. تفاوت پایداری این آنیونها به تفاوت پایداری حاصل از رزونانس در آنها برمی-

گردد. مطابق شکل زیر برای یون کربوکسیلات (RCOO⁻) دو شکل رزونانسی خوب می‌توانیم در نظر بگیریم. برای یون

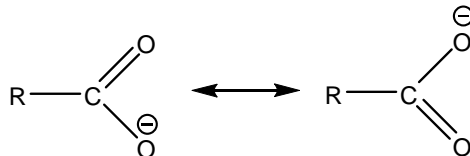
فنولات رزونانس داریم، اما بعلت قرار گرفتن بار منفی بر روی اتمهای الکتروپوزیتیو کربن و از بین رفتن پایداری آروماتیک،

رزونانس فنولاتها ضعیفتر از کربوکسیلات هاست و پایداری کمتری برای آنها نتیجه می‌دهد. آلکوکسیدها (RO⁻) رزونانس

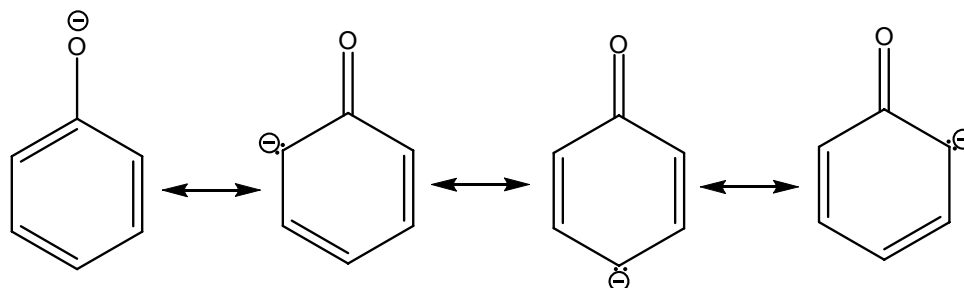
ندارند. با توجه به اینکه برای ماده‌ای که محصول حاصل از تفکیک اسیدی (جدا شدن H⁺) پایدارتر است، قدرت اسیدی هم

بیشتر خواهد بود، ترتیب قدرت اسیدی یاد شده توجیه می‌شود.

رزونانس در کربوکسیلاتها



رزونانس در فنولاتها (خود فنولات بعنوان مثال)

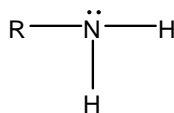


فنلها واکنشهای مهم دیگری نیز دارند که بررسی آنها از حوصله این بحث خارج است.

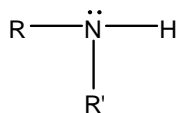
آمینها

آمینها ترکیبات نیتروژن دار هستند که می‌توان آنها را بصورت NR₁R₂R₃ در نظر گرفت که در آن R₁، R₂، R₃ می‌توانند هیدروژن، گروه آلکیل یا آریل باشند، اما هر سه با هم هیدروژن نیستند. در واقع آمینها مشتقات آمونیاک (NH₃) هستند که در آنها یک یا تعداد بیشتری از اتمهای هیدروژن آمونیاک با گروههای آلکیل یا آریل جایگزین شده است. بسته به اینکه چه

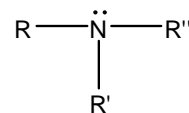
تعداد از اتمهای هیدروژن آمونیاک با گروههای آلکیل یا آریل جانشین شده است یا بطور معادل چه تعداد گروه آلکیل یا آریل به اتم نیتروژن متصل است، می توان آمینها را به آمینهای نوع اول (بفرم NH_2R)، نوع دوم (NHR') و نوع سوم (NRR') طبقه بندی نمود:



آمین نوع اول



آمین نوع دوم

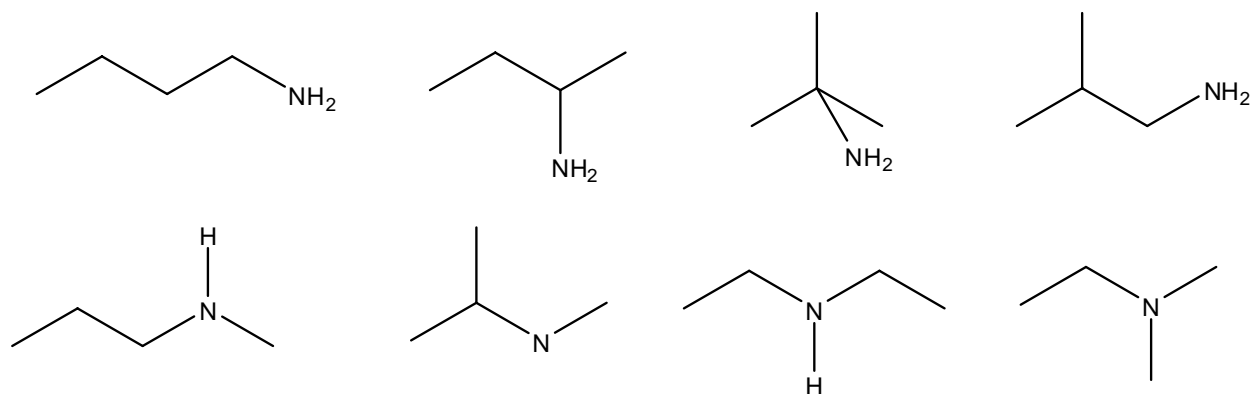


آمین نوع سوم

براساس آلیفاتیک یا آروماتیک بودن گروههای متصل به نیتروژن، می توان آمینها را به آلکیل آمینها، آریل آمینها و آلکیل آریل آمینها (برای زمانی که هم گروه آلکیل و هم گروه آریل متصل به نیتروژن داشته باشیم) طبقه بندی نمود. ممکن است بیش از یک گروه آمین در ترکیب موجود باشد که در اینصورت می توان تعداد گروههای آمین را با پیشوندهای مربوطه قبلا از آمین مثلا آلکان دی آمین، آلکان تری آمین و ... مشخص کرد. به ازای هر گروه عاملی آمین، یک اتم نیتروژن و یک اتم هیدروژن به فرمول ترکیب اضافه می شود. بعنوان مثال فرمول عمومی آلکان آمینها بصورت $\text{C}_n\text{H}_{2n+3}\text{N}$ است که نسبت به آلکانهای هم کربن یک اتم نیتروژن و یک اتم هیدروژن اضافه تر دارند.

ایزومری آمینها

ایزومری ساختاری در آلکان آمینها یا آمینو آلکانها با جابجایی اتمهای کربن بین گروههای R در $\text{NR}_1\text{R}_2\text{R}_3$ و در نظر گرفتن شکلهای مختلف ممکن برای هر گروه R با تعداد کربن بخصوص خود بدست می آید. مثال بعدی را در نظر بگیرید. مثال: ایزومرهای ساختاری امکان پذیر برای آمینها با فرمول $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{N}$ را رسم نمایند. حل:

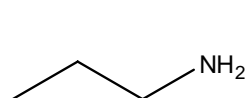


نامگذاری آمینها

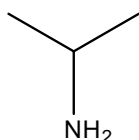
در نامگذاری آیوپاک، آمینهای نوع اول بصورت هم آلکیل آمین و هم آلکان آمین نامگذاری می‌شوند. موقع نامگذاری بصورت آلکیل آمین شاخه هیدروکربنی متصل به نیتروژن براساس قواعد نامگذاری شاخه‌ها همانطور که در بخش آلکانها دیدیم، نامگذاری می‌شود. نامگذاری بصورت آلکان آمین هم شبیه نامگذاری الکلها بصورت آلکانول است و از اصول یکسانی بهره می‌گیرد. آمینهای نوع دوم و نوع سوم بصورت N-مشتقات آمینهای نوع اول نامگذاری می‌شوند. از بین گروههای آلکیل متصل به نیتروژن، گروه آلکیل با بلندترین زنجیر اصلی بعنوان گروه آلکیل اصلی در نظر گرفته می‌شود و در ترکیب با نیتروژن مشابه آمینهای نوع اول بصورت آلکیل آمین یا آلکان آمین نامگذاری می‌شود. گروههای آلکیل دیگر متصل به نیتروژن بعنوان شاخه‌ها یا استخلافهای روی نیتروژن در نظر گرفته می‌شوند و بصورت N-آلکیل نامگذاری می‌شوند. به مثال در ادامه آمده توجه کنید.

مثال: تمام ایزومرهای ساختاری امکان پذیری برای آمینها با فرمول C_3H_9N را رسم و نامگذاری کنید.

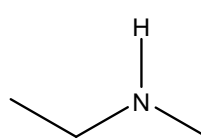
حل:



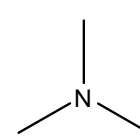
1-پروپان آمین
(یا پروپیل آمین)



2-پروپان آمین
(یا 1-متیل اتیل آمین)



N-متیل اتان آمین
(یا N-متیل اتیل آمین)



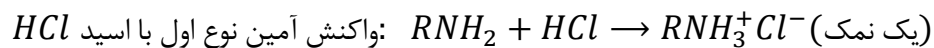
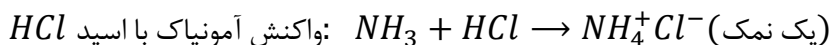
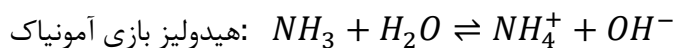
N,N-دی متیل متان آمین
(یا تری متیل آمین)

خواص فیزیکی آمینها

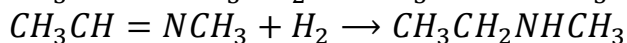
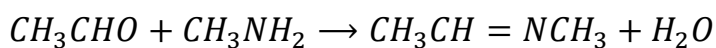
آمینها ترکیباتی قطبی هستند. آمینهای نوع اول و دوم بعلت داشتن هیدروژن متصل به نیتروژن می‌توانند با همدیگر پیوند هیدروژنی تشکیل دهند که خواص فیزیکی مثل دمای ذوب و جوش و خواص شیمیائی آنها را تحت تاثیر خود قرار می‌دهد. آمینهای نوع سوم چون هیدروژن متصل به نیتروژن ندارند، نمی‌توانند با همدیگر پیوند هیدروژنی تشکیل دهند. از این رو بین ایزومرهای ساختاری ممکن برای یک آمین، آمینهای نوع سوم دمای ذوب و جوش پائین‌تری در مقایسه با آمینهای نوع اول و دوم دارند. هر سه دسته از آمینها می‌توانند با مولکولهای دیگر مثل آب پیوند هیدروژنی تشکیل دهند. از بابت خصوصیات گفته شده می‌توان گفت که آمینهای نوع اول و دوم شبیه الکلها و آمینهای نوع سوم شبیه اترها هستند. بهر حال بایستی توجه داشت که قطبیت و قدرت پیوند هیدروژنی در آمینها به مراتب از الکلها کمتر است. اثر تعداد گروههای آمینی و بزرگی بخش هیدروکربنی بر روی دمای ذوب و جوش و قابلیت انحلال در آب نیز مشابه الکلهاست.

خواص شیمیائی آمینها

آمینها مشابه آمونیاک (NH_3) خصلت بازی دارند و می‌توانند شبیه آن در آب هیدرولیز بازی انجام دهند یا با اسیدها ترکیب شوند. بعنوان مثال داریم:



آمینها می‌توانند با آلدهیدها یا کتونها ترکیب شوند تا ایمینها (ترکیبات بفرم $R_1R_2C = N - R_3$) را بوجود می‌آورند که ایمینها بر اثر کاهش (مثلا ترکیب با هیدروژن) آمینها را بوجود می‌آورند. بعنوان مثال داریم:



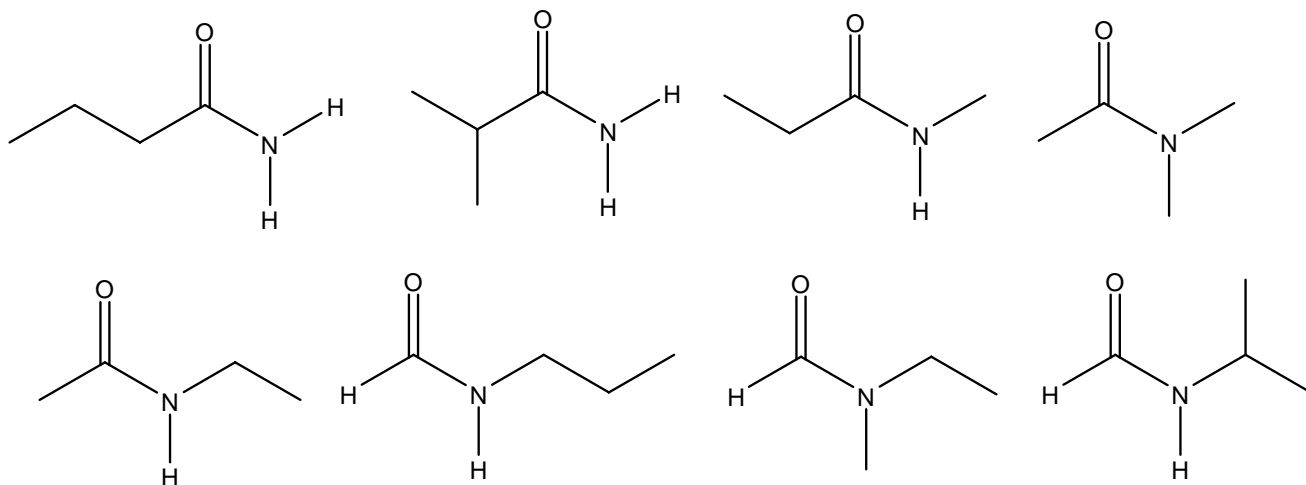
آمینها واکنشهای مهم دیگری نیز دارند که بررسی آنها از حوصله این بحث خارج است.

آمیدها

آمیدها ترکیباتی بصورت $RCO-NR'R''$ هستند که در آن R', R, R'' می‌توانند هیدروژن، گروه آلکیل یا گروه آریل باشند. عبارتی آمیدها ترکیباتی هستند شبیه آمینها، با این تفاوت که یکی از گروه‌های متصل به نیتروژن، گروه آسیل ($-CO$) است. می‌توان گروه عاملی آمیدی را ترکیب گروه کربونیل و گروه آمین در نظر گرفت. همچنین می‌توان آمیدها را اسیدهای کربوکسیلیکی در نظر گرفت که $-OH$ آنها با گروه آمینی جانشین شده است. به ازای هر گروه آمیدی یک اتم اکسیژن و یک اتم نیتروژن به فرمول ترکیب اضافه و یک اتم هیدروژن از آن کم می‌شود. بنابراین فرمول عمومی آمیدها بصورت $C_nH_{2n+1}NO$ در نظر گرفته می‌شود.

ایزومری آمیدها

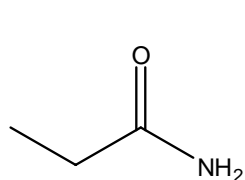
ایزومری ساختاری در آمیدها با جابجائی اتمهای کربن بین گروههای R در $RCO-NR'R''$ و در نظر گرفتن شکلهای مختلف ممکن برای هر گروه R با تعداد کربن بخصوص خود بدست می‌آید. مثال بعدی را در نظر بگیرید. مثال: ایزومرهای ساختاری امکان پذیری برای آمیدها با فرمول C_4H_9NO را رسم نمائید.



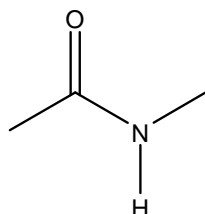
نامگذاری آمیدها

آمیدها در آیوپاک (IUPAC) بصورت N-آلکیل آلکانامید نامگذاری می‌شوند که N-آلکیل به گروه‌های آلکیل مستقر بر روی نیتروژن و آلکان به بزرگترین زنجیر کربنی که از گروه کربونیل شروع می‌شود، مربوط می‌شود. به مثال در ادامه آمده توجه کنید.

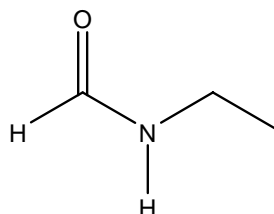
مثال: ایزومرهای ساختاری امکان‌پذیر برای آمیدها بفرمول C_3H_7NO را رسم و نامگذاری کنید.
حل:



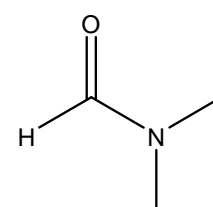
پروپانامید



N-متیل اتانامید



N-اتیل متانامید



N,N-دی متیل متانامید

خواص فیزیکی آمیدها

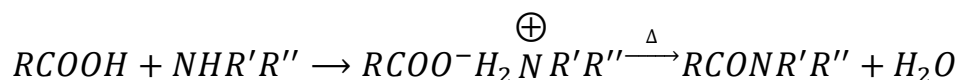
آمیدها ترکیباتی قطبی هستند. آمیدهای دارای هیدروژن متصل به نیتروژن ($RCONH_2$ و $RCONHR'$) می‌توانند با همدیگر پیوند هیدروژنی تشکیل دهند، اما آمیدها بفرم $RCONR'R''$ که بدون هیدروژن متصل به نیتروژن هستند، نمی‌توانند با همدیگر پیوند هیدروژنی داشته باشند. کلیه آمیدها می‌توانند با مولکولهای دیگر مثل آب پیوند هیدروژنی تشکیل دهند. آمیدها در مقایسه با آمینها قطبی‌تر هستند و پیوندهای هیدروژنی قویتری تشکیل می‌دهند.

خواص شیمیایی آمیدها

در ساختار آمیدها رزونانس زیر را می‌توان در نظر گرفت:



بعلت الکترونگاتیوتر بودن اتم اکسیژن از اتم نیتروژن از یک طرف و وجود رزونانس بالا از طرف دیگر، جفت غیر پیوندی روی اتم نیتروژن بصورت غیر مستقر بوده و بخشی از آن روی نیتروژن قرار ندارد. بهمین علت این جفت کمتر برای ترکیب شدن با H^+ در دسترس است و خصلت بازی آمیدها بسیار کمتر از آمینهاست. آمیدها را می‌توان با حرارت دادن و حذف آب از ترکیب افزایشی آمینها و اسیدهای کربوکسیلیک بدست آورد:

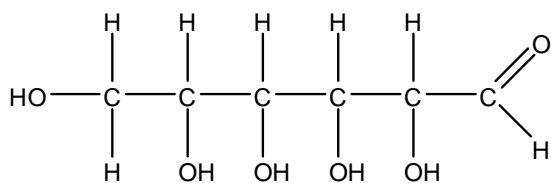


بیومولکولها

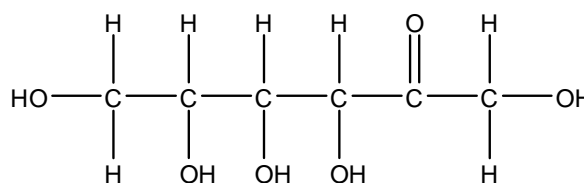
مطالعه پروسه‌های شیمیائی در موجودات زنده یا مربوط به آنها در بیوشیمی صورت می‌گیرد. چهار دسته اصلی مولکولها در بیوشیمی که بیومولکولها نامیده می‌شوند، کربوهیدراتها، پروتئینها، لیپیدها و نوکلئیک اسیدها هستند که در ادامه بصورت مقدماتی با آنها آشنا می‌شویم.

کربوهیدراتها

کربوهیدراتها ترکیباتی متشکل از عناصر کربن، هیدروژن و اکسیژن هستند که از نظر ساختاری می‌توان آنها را پلی-هیدروکسی آلدئیدها یا پلی-هیدروکسی کتونها در نظر گرفت. بعبارتی در کربوهیدراتها تعداد زیادی گروه هیدروکسی یا OH در حضور گروه کربونیل ($\text{C}=\text{O}$) وجود دارد. اغلب اوقات کربوهیدراتها را می‌توان بصورت هیدراتهای کربن (کربن+ آب) با فرمول عمومی $\text{C}_m(\text{H}_2\text{O})_n$ در نظر گرفت. کربوهیدراتها ساکاریدها نیز نامیده می‌شوند و به چهار دسته مونوساکاریدها، دی‌ساکاریدها، اولیگوساکاریدها و پلی‌ساکاریدها طبقه بندی می‌شوند. مونوساکاریدها ساده‌ترین کربوهیدراتها هستند که بر اثر هیدرولیز (گسست بوسیله آب) کربوهیدراتهای ساده‌تر نتیجه نمی‌دهند. دی‌ساکاریدها بر اثر هیدرولیز دو مونوساکارید، اولیگوساکاریدها بر اثر هیدرولیز 3 تا 10 مونوساکارید و پلی‌ساکاریدها بر اثر هیدرولیز بیشتر از 10 مونوساکارید تولید می‌کنند. مونوساکاریدها و دی‌ساکاریدها بعنوان شکرها نیز در نظر گرفته می‌شوند. بعنوان مثال برای مونوساکاریدها می‌توان گلوکز و فروکتوز (هر دو با فرمول مولکولی $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) را در نظر گرفت که ساختارهای آنها بدون رعایت شیمی فضایی در ادامه رسم شده است:

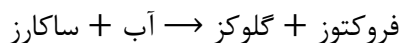


Glucose

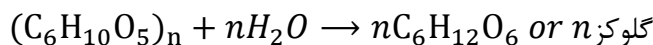


Fructose

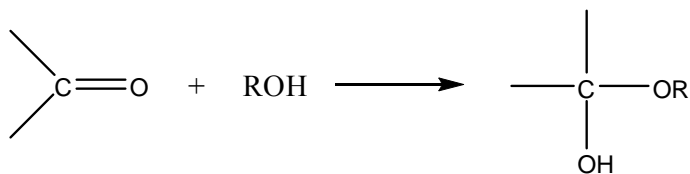
از دی‌ساکاریدها می‌توان ساکارز (شکری که در خانه‌ها استفاده می‌شود) با فرمول $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ را در نظر گرفت که بر اثر هیدرولیز یک گلوکز و یک فروکتوز تولید می‌کند:



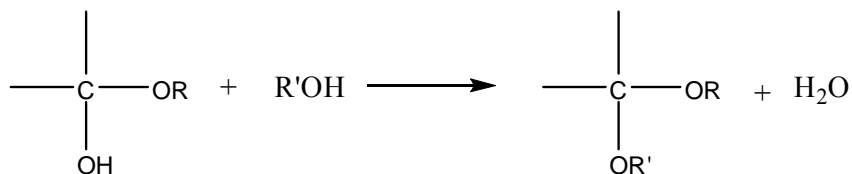
از پلی‌ساکاریدها می‌توان سلولز با فرمول $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ را در نظر گرفت که بر اثر هیدرولیز کامل تعداد زیادی گلوکز تولید می‌کند:



بیش از 200 نوع مونوساکارید مختلف شناسایی شده است که به دو دسته آلدوزها و کتوزها طبقه بندی می‌شوند. در آلدوزها مثل گلوکز گروه کربونیل بصورت آلدئید و در کتوزها مثل فروکتوز بصورت کتون است. گروه عاملی هیدروکسی (OH) و کربونیل می‌توانند بصورت زیر همی‌استال (برای آلدئیدها) و همی کتال (برای کتونها) در مرحله اول و استال (برای آلدئیدها) یا کتال (برای کتونها) در مرحله دوم نتیجه دهند:

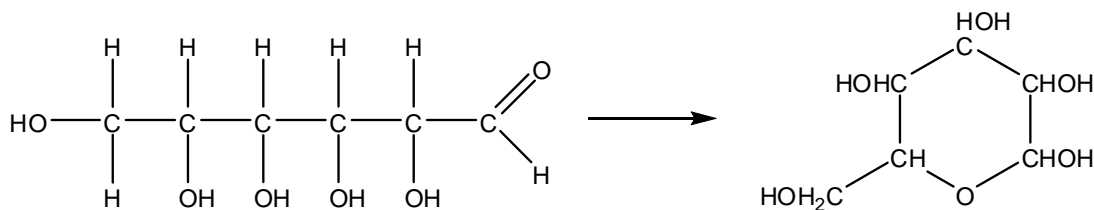


A Hemiacetal or A Hemiketal



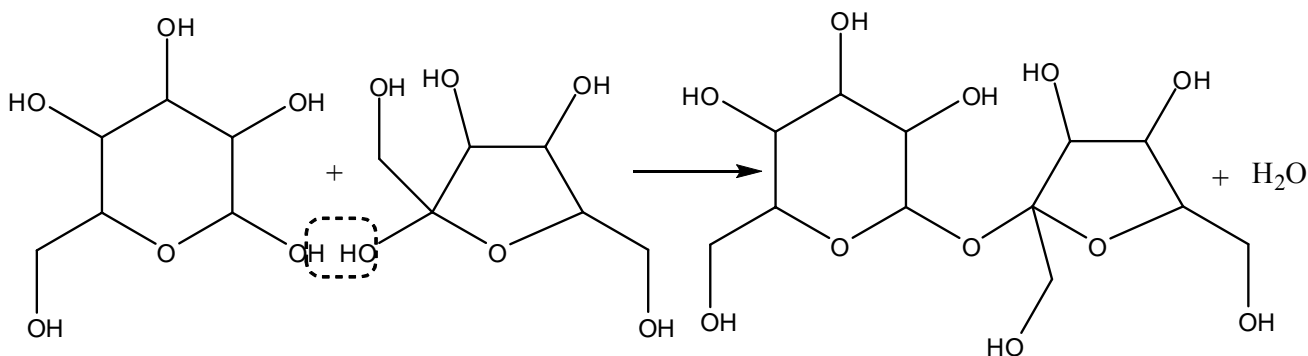
An Acetal or A Ketal

در مونوساکاریدها، گروههای عاملی هیدروکسی و کربونیل در یک مولکول می توانند با هم به منظور تشکیل یک همی استال واکنش دهند که در اینجا یک حلقه تشکیل خواهد شد. عبارتی ساکاریدها را می توان هم بصورت زنجیری و هم بصورت حلقوی داشت. بعنوان مثال ممکن است برای گلوکز واکنش زیر را داشته باشیم (که البته در آن شیمی فضایی رعایت نشده است):



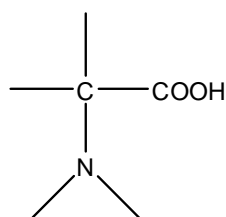
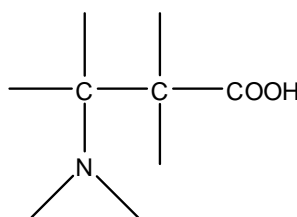
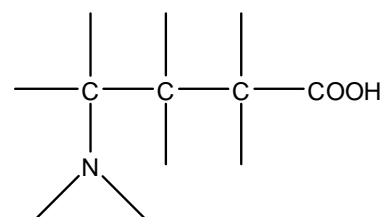
دقت داشته باشید که در واکنش بالا گروه هیدروکسی موجود بر روی کربن پنجم زنجیر (که شماره اول شماره گذاری مربوطه به کربن گروه آلدهید می رسد) با گروه آلدهیدی همی استال بصورت حلقوی داده است.

دو مونوساکارید می توانند در واکنش تشکیل استال یا کتال که همراه با حذف یک مولکول آب است، شرکت کنند و یک دی-ساکارید بوجود آورند. عبارتی حذف مولکول آب و تشکیل استال یا کتال باعث پیوند خوردن مونوساکاریدها بهم می شود و دی ساکاریدها را ایجاد می کند که می تواند ادامه پیدا کند و اولیگو ساکاریدها و پلی ساکاریدها را نتیجه دهد. بعنوان مثال می توان تشکیل دی ساکارید ساکاروز از مونوساکاریدهای گلوکز و فروکتوز را در نظر گرفت (که البته در آن شیمی فضایی رعایت نشده است):

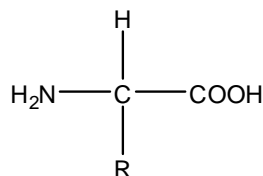


آمینواسیدها و پروتئینها

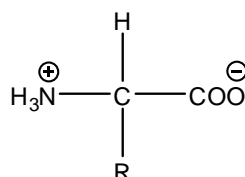
همانطور که از نام آمینواسیدها نیز پیداست، ترکیباتی شامل گروه آمین و گروه کربوکسیلیک اسید هستند. می توان آنها را براساس موقعیت گروه آمین نسبت به گروه کربوکسیلیک اسید طبقه بندی نمود. در صورتیکه کربنهای متصل به کربن گروه کربوکسیلیک اسید را به ترتیب نزدیکی آنها α و β و γ و بنامیم، در α -آمینواسیدها گروه آمین بر روی کربن α ، در β -آمینواسیدها گروه آمین بر روی کربن β و ... قرار دارد. عبارتی داریم:

 α -آمینواسیدها β -آمینواسیدها γ -آمینواسیدها

در بدن موجودات زنده α -آمینواسیدها نقش بسیار مهمتری در مقایسه با دیگر آمینواسیدها دارند. از این رو در بیوشیمی منظور از آمینو اسیدها معمولاً همان α -آمینواسیدها هستند. α -آمینواسیدهای مهم در بیوشیمی بصورت زیر هستند:

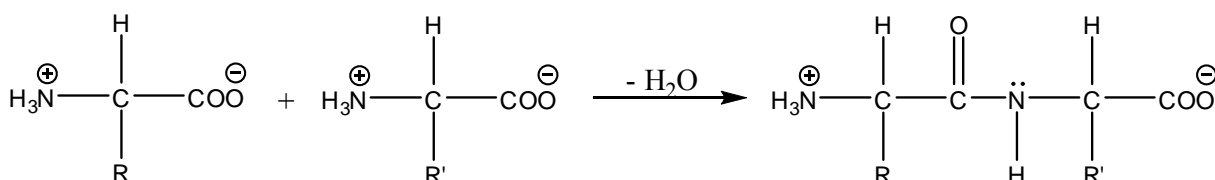


که البته بعلت واکنش اسید- باز بین بخش اسیدی یعنی گروه اسید کربوکسیلیک (COOH -) و بخش بازی یعنی گروه آمین (NH_2 -) بصورت زیر در می آیند:



در ساختار قبلی R یک زنجیر جانبی است که از یک آمینو اسید به آمینو اسید دیگر متفاوت است و می تواند نقش مهمی در تعیین خواص آمینو اسید داشته باشد.

در اثر واکنش بخش آمینی یک آمینواسید با بخش اسید کربوکسیلیک یک آمینواسید دیگر آمیدها می توانند بوجود آیند و آمینو اسیدها در اثر آن بهم پیوند می خورند که در اینجا از آن بعنوان پیوند پپتیدی یاد می شود. نمایش کل تشکیل یک پیوند پپتیدی می تواند بصورت زیر باشد:



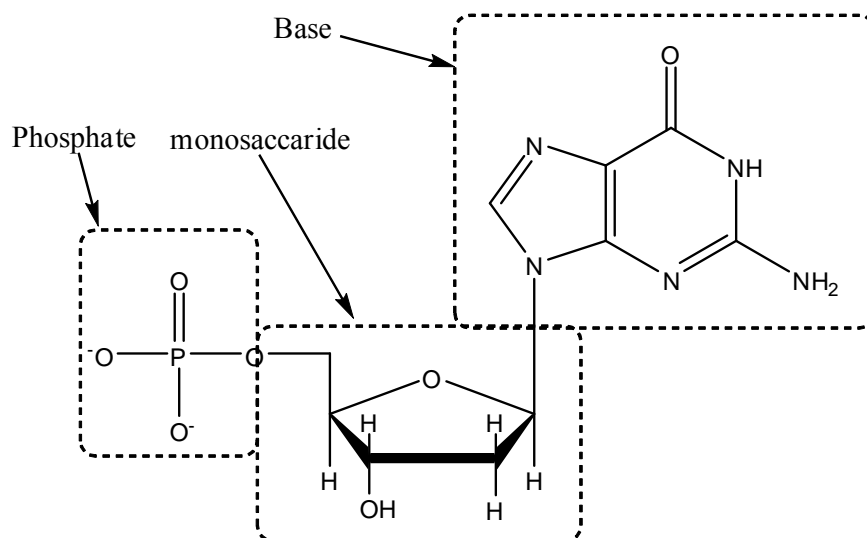
به کمک پیوند پپتیدی آمینواسیدها می‌توانند بطور زنجیروار بهم متصل شوند و پپتیدها را بوجود آورند. پپتیدها را می‌توان براساس تعداد آمینواسیدهای سازنده به دی پپتیدها (متشکل از دو آمینواسید)، تری پپتیدها (متشکل از سه آمینواسید)، تترا پپتیدها (متشکل از چهار آمینواسید) و ... طبقه بندی نمود. پلی پپتیدها پپتیدهایی هستند که شامل تعداد زیادی آمینواسید می‌باشند. پروتئینها پلی پپتیدهای طبیعی هستند که بیش از 50 واحد آمینواسید را شامل می‌شوند. اغلب پروتئینها شامل 100 تا 300 آمینواسید بعنوان واحدهای سازنده هستند. پروتئینها نقش حیاتی در بدن موجودات زنده ایفا می‌کنند.

لیپیدها

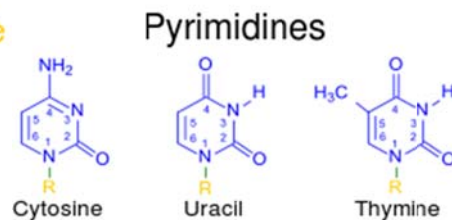
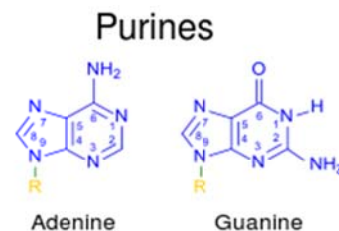
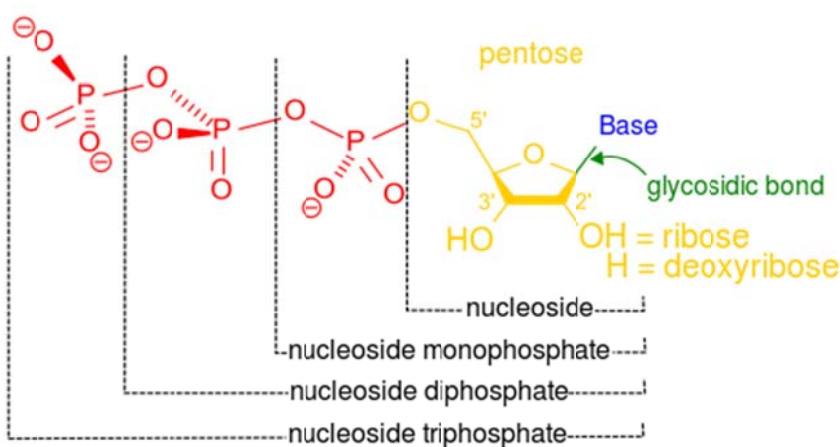
لیپیدها را می‌توان بیومولکولهایی که در مقایسه با دیگر بیومولکولها مثل کربوهیدراتها، پروتئینها و نوکلئیک اسیدها در حلالهای غیر قطبی یا با قطبیت ضعیف بیشتر از حلال آب حل می‌شوند. دسته بندی لیپیدها متنوع است و بررسی تک تک آنها از حوصله این بحث خارج است. من جمله لیپیدها اسیدهای چرب و چربی‌ها هستند که قبلا بطور مقدماتی با آنها آشنا شدیم.

نوکلئوتیدها و نوکلئیک اسیدها

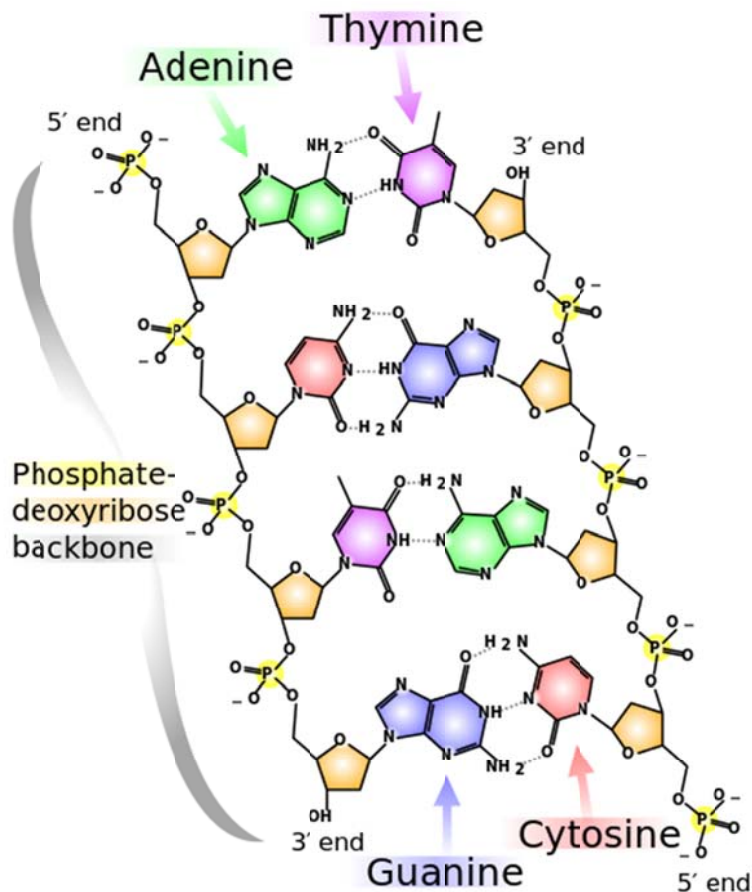
نوکلئوتیدها واحدهای سازنده نوکلئیک اسیدها مثل RNA و DNA هستند. نوکلئوتیدها شامل سه بخش باز نیتروژن‌دار، قند پنج کربنه و گروه فسفات هستند که بازهای نیتروژن‌دار متداول در نوکلئوتیدها آدنین، سیتوزین، گوانین، تیمین و یوراسیل هستند. بعنوان مثال ساختار یک نوکلئوتید بصورت زیر است:



بطور کلی ساختار یک نوکلئوتید بصورت زیر است:

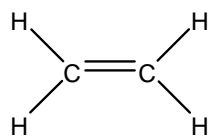


بخش فسفات یک نوکلئوتید با بخش قندی یک نوکلئوتید دیگر می‌تواند ترکیب شود تا بوسیله آن نوکلئوتیدها بهم پیوند خورند و نوکلئیک اسیدها را بوجود آورند. نوکلئیک اسیدها معمولاً بصورت دو رشته‌ای هستند که در آنها باز نیتروژن‌دار یک نوکلئوتید در یک رشته با باز نیتروژن‌دار نوکلئوتید مقابل در رشته دیگر پیوند هیدروژنی می‌دهد. برای تشکیل چنین پیوند هیدروژنی‌هایی در مقابل هر باز نیتروژن‌دار، بازهای نیتروژن‌دار بخصوصی که مکمل آن می‌توانند در نظر گرفته شوند، بایستی حضور داشته باشند. بعنوان مثال در مقابل تیمین آدنین حضور داشته باشد. بعنوان مثال ساختار یک نوکلئیک اسید می‌تواند بصورت زیر باشد:

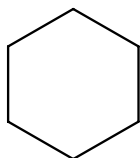
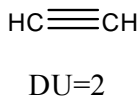


درجه سیرنشدگی (DU)

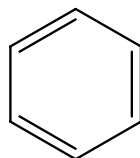
درجه سیرنشدگی (DU) یک ترکیب آلی بیانگر مجموع تعداد حلقه ها و تعداد پیوندهای پای در آن ترکیب است. بعنوان مثال داریم:



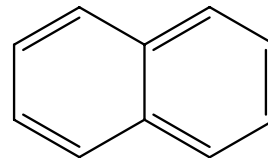
$$DU=1$$



$$DU=1$$



$$DU=4$$



$$DU=7$$

برای یک ترکیب آلی بفرم $C_n H_m X_x S_s N_w O_z$ (که در آن هالوژنها با X و سایر عناصر با نماد خودشان نمایش داده شده اند) می توان درجه سیرنشدگی را از فرمول زیر بدست آورد:

$$DU = \frac{(2n + 2) - (m + x - w)}{2}$$

بعنوان مثال برای $C_{10}H_{13}Br_2Cl_3FNO_5$ داریم:

$$DU = \frac{(2 \times 10 + 2) - (13 + 6 - 1)}{2} = 2$$