شیمی آلی

چند تعریف مهم :

شیمی آلی : شیمی ترکیبات کربن است.

مواد آلی : موادی که دارای استخوان بندی‌هایی هستند که از اتصال اتم‌های کربن به یکدیگر تشکیل شده‌اند.

هیدروکربن : موادی که تنها از کربن و هیدروژن تشکیل شده‌اند.

آلکان : هیدروکربن‌هایی هستند که در آن‌ها اتم‌های کربن تنها با پیوندهای ساده به هم متصل شده‌اند.

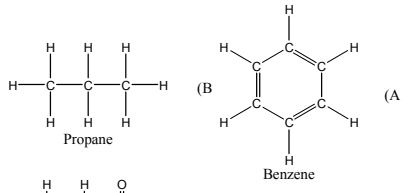
آلکن : هیدروکربن‌هایی هستند که در آن‌ها دو اتم کربن با پیوند دوگانه و سایر اتم‌های کربن با پیوند ساده به ئهم متصل هستند.

گروه عاملی : گروهی از اتم‌های متصل به هم است که خواص یک ترکیب آلی را تعیین می‌کند.

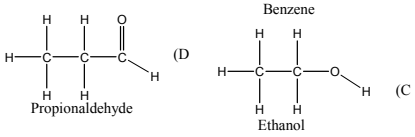
آشنایی با مدل‌های نمایش مولکولی ترکیب‌های آلی

متداول‌ترین مدل برای نمایش ساختار مولکول‌های آلی استفاده از فرمول ساختاری است. در این روش نحوه‌ی اتصال اتم‌ها به یکدیگر نمایش داده می‌شود. مانند هر یک از نمایش‌های مقابل :

(A (B

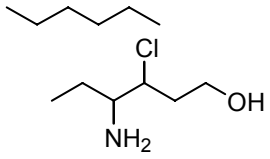


(C (D



دومین روش برای نمایش مولکول‌های آلی، فرمول ساختاری خلاصه شده است. در این روش معمولا اتم‌های کربن و هیدروژن نمایش داده نمی‌شود ولی پیوندهای بین اتم‌های کربن نمایش داده می‌شود.

تذکر [۱] : با ایجاد شکستگی در محل‌های مناسب تعداد اتم‌های کربن مشخص می‌شود. به عنوان مثال ترکیبی به شکل زیر دارای ۶ اتم کربن است.

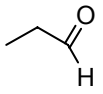


تذکر [۲] : اتم‌های به غیر از کربن و هیدروژن که در مولکول هستند حتماً نمایش داده می‌شوند.

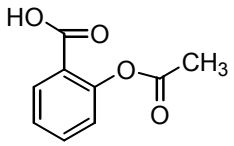
تذکر [۳] : گاهی برای جلوگیری از اشتباه، برخی از کربن‌ها و هیدروژن‌ها نمایش داده می‌شوند.

تذکر [۴] : با توجه به اینکه کربن در ترکیب‌های آلی چهار ظرفیتی است، می‌توان تعداد هیدروژن موجود در مولکول را تعیین کرد.

به عنوان مثال مولکول‌های نمایش داده شده در بالا را می‌توان به شکل خلاصه شده‌ی مقابل نیز نمایش داد.

(A (B (C (D 

مثال (۱) : آسپیرین (استیل سالیسیلیک اسید) دارای فرمول ساختمانی خلاصه شده‌ی مقابل است. فرمول مولکولی آن کدام است؟

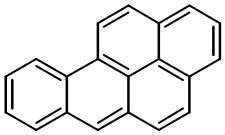


۱) $C_9H_8O_4$ ۲) $C_9H_{12}O_4$

۳) $C_{10}H_5O_4$ ۴) $C_{10}H_{12}O_4$

گزینه‌ی ( ) درست است

مثال (۲) : **ترکیب مقابل یکی از کاراترین سرطان‌زاها است که از سوختن ناقص تنباکو و توتون به دست می‌آید. این ماده دارای چند اتم هیدروژن است؟**

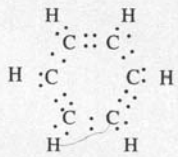
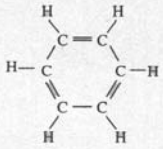
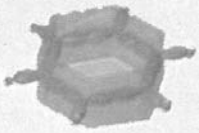


Benzo[*def*]chrysene

۱) ۱۰ ۲) ۱۲
۳) ۱۴ ۴) ۱۶

گزینه‌ی ( ) درست است

برای نمایش مولکول‌های آلی از مدل‌های دیگری نیز استفاده می‌شود که جدول مقابل آن‌ها را با هم مقایسه می‌کند.

نوع نمایش	مثال	برتری	کاستی‌ها
فرمول شیمیایی	C_6H_6	تعداد نسبی هر نوع اتم را در مولکول یا واحد فرمولی نشان می‌دهد.	پیوندها، اندازه اتم‌ها یا شکل واقعی مولکول را نشان نمی‌دهد.
ساختار لوویس		آرایش الکترون‌های ظرفیت را در مولکول نشان می‌دهد.	شکل واقعی مولکول یا اندازه اتم‌ها را نشان نمی‌دهد؛ جای الکترون‌ها، آن‌طور که نشان داده شده، قطعی نیست. نمایش مولکول‌های بزرگ پیچیده خواهد بود.
فرمول ساختاری		آرایش تمام اتم‌ها و پیوندها در مولکول را نشان می‌دهد؛ پیچیدگی آن کم‌تر از ساختارهای لوویس است.	الزاماً شکل واقعی مولکول و اندازه‌ی اتم‌ها را نشان نمی‌دهد؛ جفت‌های ناپیوندی نادیده گرفته شده‌اند؛ نمایش مولکول‌های بزرگ‌تر بسیار دشوار خواهد بود.
فرمول ساختاری خلاصه‌شده		آرایش زنجیره‌ی اتم‌های کربن را در مولکول‌های آلی نشان می‌دهد؛ پیچیدگی آن از فرمول ساختاری کم‌تر است.	الزاماً شکل واقعی مولکول یا اندازه‌ی اتم‌ها را نشان نمی‌دهد؛ همه‌ی اتم‌ها و پیوندها را نشان نمی‌دهد.
مدل قلمرو الکترونی		شکل مولکول را نشان می‌دهد؛ قلمروهای الکترونی احتمالی در هر مولکول، از جمله جفت‌های ناپیوندی را نشان می‌دهد.	مشخص کردن یک به یک اتم‌ها دشوار است؛ نمایش مولکول‌های بزرگ‌تر بسیار دشوار خواهد بود. پیوندها به روشنی نشان داده نمی‌شوند.
مدل فضا پرکن		شکل سه‌بُعدی مولکول را نشان می‌دهد؛ بیش‌تر فضایی را که به‌وسیله‌ی الکترون‌ها در هر مولکول اشغال کرده است، نشان می‌دهد به پیچیدگی آن از الگوهای ابر الکترونی کم‌تر است.	برای مشخص کردن عنصرهای گوناگون از رنگ‌های مختلف استفاده می‌شود؛ پیوندها به روشنی نشان داده نشده‌اند؛ بخش‌هایی از مولکول‌های بزرگ ممکن است مخفی بمانند.

مثال (۳) : کدام مدل برای نمایش مولکول‌های بزرگ مناسب‌تر است؟

۱) فضاپرکن ۲) قلمروالکترونی ۳) لوویس ۴) فرمول ساختاری خلاصه شده

گزینه‌ی ( ) درست است

مثال (۴) : کدام گزینه در مورد مدل فضاپرکن درست نیست؟

۱) در آن برای نمایش اتم‌های محتلف از رنگ‌های متفاوت استفاده می‌شود.

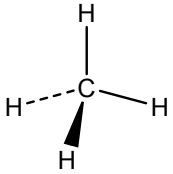
۲) در آن طول پیوندها به درستی نمایش داده می‌شود.

۳) زوایای پیوندی را به درستی نمایش می‌دهد.

۴) پیچیدگی آن از الگوی ابر الکترونی کمتر است.

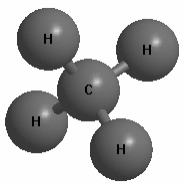
گزینه‌ی ( ) درست است

مدل خط چین و گوه



در روش دیگری به نام مدل خط چین و گوه از چهار پیوند کربن دو پیوند را روی کاغذ در نظر می‌گیرند. این دو پیوند را با خط معمولی نمایش می‌دهند و دو پیوند دیگر یکی از صفحه به طرف جلوی صفحه‌ی کاغذ خارج می‌شود که با گوه نمایش می‌دهند و دیگری به طرف پشت صفحه‌ی کاغذ می‌رود که با خط‌چین نمایش می‌دهند.

مدل گلوله و میله



در مدل دیگری به نام مدل گلوله و میله، هر اتم با یک گلوله نمایش داده شده و برای نمایش پیوندها از میله یا فنر استفاده می‌شود. در این روش می‌توان اندازه‌ی واقعی زوایا را رعایت کرد.

هیدروکربن‌ها:

موادی هستند که تنها از هیدروژن و کربن ساخته شده‌اند. بنزین مخلوطی از هیدروکربن‌ها از جمله اوکتان است. هیدروکربن‌ها را بر حسب نوع پیوند بین اتم‌های کربن به گروه‌های مختلف تقسیم می‌کنند.

آلکان‌ها :

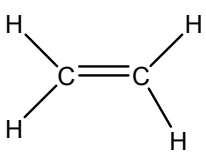
ساده‌ترین هیدروکربن‌ها آلکان‌ها هستند که در آن‌ها اتم‌های کربن در زنجیر ترکیب با پیوند ساده (یگانه) به هم متصل هستند.

این ترکیب‌ها دارای فرمول عمومی C_nH_{2n+1} هستند. این هیدروکربن‌ها را سیرشده‌ی زنجیری نیز می‌نامند.

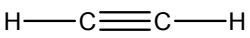
اصولا هر ترکیب آلی که بین اتم‌های کربن خود پیوند دوگانه یا سه‌گانه نداشته باشد، سیر شده نامیده می‌شود. این ترکیب‌ها برای شرکت در واکنش شیمیایی تمایل کمتری دارند.

آلکن‌ها :

در این ترکیب‌ها بین دو اتم کربن یک پیوند دوگانه وجود دارد. ساده‌ترین ترکیب این خانواده اتن (اتیلن) است. فرمول عمومی آلکن‌ها C_nH_{2n} است. این ترکیب‌ها می‌توانند در نوع خاصی از واکنش‌ها به نام " واکنش افزایشی " شرکت کنند. در واکنش‌های افزایشی دو ماده به هم افزوده شده و یک ترکیب را به وجود می‌آورند.



آلکین‌ها :



در این ترکیب‌ها بین دو اتم کربن یک پیوند سه‌گانه وجود دارد. فرمول عمومی این ترکیب‌ها C_nH_{2n-2} است. واکنش پذیری این مواد از آلکان‌ها و آلکن‌ها بیشتر است و می‌توانند در واکنش افزایشی شرکت کنند. ساده‌ترین ترکیب این خانواده اتین (استیلن) است.

بررسی واکنش پذیری در هیدروکربن‌ها :

برای انجام واکنش بین دو ماده باید ابتدا پیوند بین اتم‌ها شکسته شود. سپس با تشکیل پیوندهای جدید، مولکول‌های فرآورده تشکیل می‌شود.

بدین ترتیب برای مقایسه‌ی واکنش پذیری مواد مختلف می‌توان از انرژی پیوند (مقدار انرژی لازم برای شکستن پیوندهای اولیه) استفاده کرد.

به جدول مقابل که ویژگی‌های پیوندهای کربن – کربن را مقایسه می‌کند، توجه کنید.

پیوند	C-C	C=C	C≡C
انرژی پیوند $kJmol^{-1}$	۳۴۶	۶۰۲	۸۳۵
متوسط انرژی برای یک پیوند	۳۴۶	۳۰۱	۲۷۸/۳

به گونه‌ای که مشاهده می‌شود، شکستنی یک پیوند از پیوند سه‌گانه راحت‌تر از شکستن پیوند در یک پیوند دوگانه یا ساده است. به همین دلیل آلکین‌ها واکنش‌پذیرتر از آلکن‌ها و آلکن‌ها نیز واکنش‌پذیرتر از آلکان‌ها هستند.

نام‌گذاری آلکان‌ها:

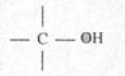
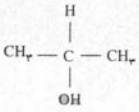
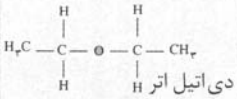
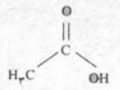
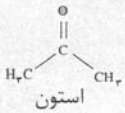
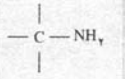
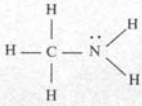
پسوند *-ان* در انتهای نام این ترکیب‌ها نشان دهنده‌ی وجود پیوند ساده بین اتم‌های کربن است. اسامی ۱۰ آلکان راست زنجیر نخستین در جدول زیر آمده است.

تعداد اتم‌های کربن	نام آلکان	فرمول مولکولی	فرمول ساختاری	نقطه‌ی ذوب (°C)	نقطه‌ی جوش (°C)
۱	متان	CH_4		−۱۸۲	−۱۶۱
۲	اتان	C_2H_6		−۱۷۲	−۸۸
۳	پروپان	C_3H_8		−۱۸۷/۷	−۴۲/۱
۴	بوتان	C_4H_{10}		−۱۳۸/۴	−۰/۵
۵	پنتان	C_5H_{12}		−۱۲۹/۷	۳۶/۱
۶	هگزان	C_6H_{14}		−۹۵	۶۹
۷	هپتان	C_7H_{16}		−۹۰/۶	۹۸/۴
۸	اوکتان	C_8H_{18}		−۵۶/۸	۱۲۵/۷
۹	نونان	C_9H_{20}		−۵۱	۱۵۰/۸
۱۰	دکان	$C_{10}H_{22}$		−۲۹/۷	۱۷۴/۱

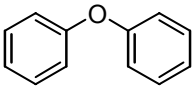
نام گذاری سایر ترکیب‌های آلی :

خواص و نام‌گذاری سایر ترکیب‌های آلی با توجه به گروه‌های عاملی تعیین می‌شود.

جدول زیر یک نگاه کلی به چند گروه عاملی متداول دارد.

نام	نماد شیمیایی	نام پس‌وند یا پیش‌وند	مثال	خواص و کاربردها
الکل		ـ اُل	 ایزوپروپیل الکل	بعضی خواص آن شبیه آب است، توانا به تشکیل پیوند هیدروژنی، یک ماده‌ی اولّیه سودمند برای تهیه بسیاری از ترکیب‌ها.
اتر		اتر	 دی‌اتیل اتر	حلال فرآر مورد استفاده در هوش‌بری، پیوند هیدروژنی تشکیل نمی‌دهد.
آلدهید		ـ آل	متانال یا فرمالدهید	ترکیب‌های واکنش‌پذیری که از اکسایش الکل‌های نوع اوّل به‌دست می‌آیند، برای ضد عفونی کردن محیط بیمارستان‌ها و در تهیه پلیمرها مصرف می‌شوند. پیوند هیدروژنی تشکیل نمی‌دهند.
کربوکسیلیک اسید		ـ اوییک اسید	 اتانوییک اسید یا استیک اسید	معمولاً ترکیب‌های اسیدی ضعیفی نیستند که از اکسایش آلدهیدها به‌دست می‌آیند، به‌صورت ترکیب با گلیسرین در چربی‌ها یافت می‌شوند، پیوندهای هیدروژنی محکم تشکیل می‌دهند.
کتون		ـ اُون	 استون	حلال‌های قطبی مورد استفاده در رنگ‌ها و فرایند آماده‌سازی پارچه. پیوند هیدروژنی تشکیل نمی‌دهند.
آمین		ـ آمین یا آمینو ـ	 متیل‌آمین	ترکیب‌های بازی ضعیف، با بعضی شباهت‌ها به آمونیاک، اغلب بوی ناخوشایند ماهی مانده می‌دهند، پیوندهای هیدروژنی ضعیفی تشکیل می‌دهند.

مثال (۵) : **ترکیب مقابل در کدام خانواده از ترکیب‌های آلی قرار دارد؟**

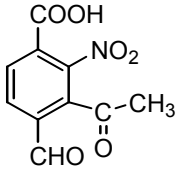


۱) آلدهیدها **۲) کتون‌ها**

۳) اترها **۴) اسیدها**

گزینه‌ی ( ) درست است

مثال (۶) : در ترکیب مقابل کدام گروه عاملی وجود ندارد؟



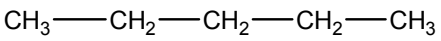
۱) اسیدی ۲) آمینی

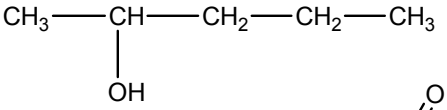
۳) آلدهیدی ۴) کتونی

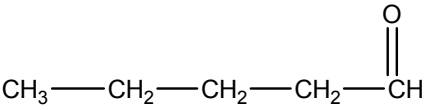
گزینه‌ی ( ) درست است

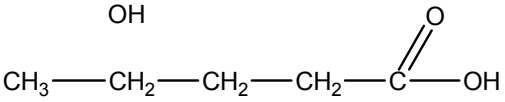
نام اغلب ترکیب‌ها (اترها و آمین‌ها از این قاعده پیروی نمی‌کنند) به این صورت تعیین می‌شود که نام آلکانی که به تعداد آن ترکیب کربن دارد آورده شده و به انتهای آن نام پسوند مربوط به گروه عاملی آورده می‌شود.

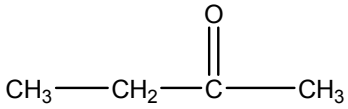
در مواقعی که لازم باشد شماره کربنی که گروه عاملی روی آن قرار دارد نیز ذکر می‌شود.

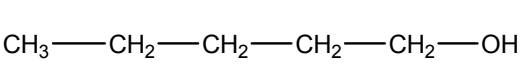


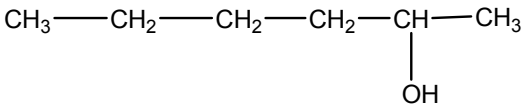


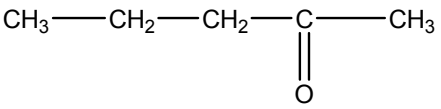












$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$ $CH_3-CH_2-CH_2-CHO$

CH_3-CH_2-OH $CH_3-CH_2-CH_2-COOH$

اگر هالوژن در ترکیب وجود داشته باشد، به انتهای نام هالوژن لفظ ((او)) اضافه می‌شود.

$BrCH_2-COOH$ $CHCl_2COOH$

CF_3COOH CCl_3COOH

زنجیر کربنی (زنجیراصلی) :

اگر نتوان تمامی اتم‌های کربن یک مولکول را روی یک خط راست یا زاویه‌دار قرار دهیم، برای مولکول زنجیر اصلی (زنجیرکربنی) تعریف می‌شود.

زنجیر اصلی یک خط راست یا زاویه‌دار است که در ترکیب آلی رسم شده و بیشترین تعداد کربن ممکن را شامل می‌شود. برای رسم زنجیر اصلی در یک کربن باید به موارد زیر توجه کنیم:

۱) از یک کربن نوع اول (کربنی که تنها به یک کربن دیگر متصل است) شروع شده و به یک کربن نوع اول ختم می‌شود.

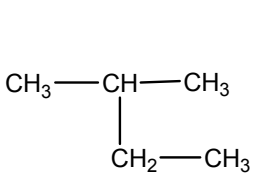
۲) در هنگام رسم دست از خط جدا نمی‌شود.

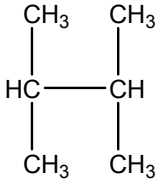
۳) هیچ قسمتی از خط دوبار رسم نمی‌شود.

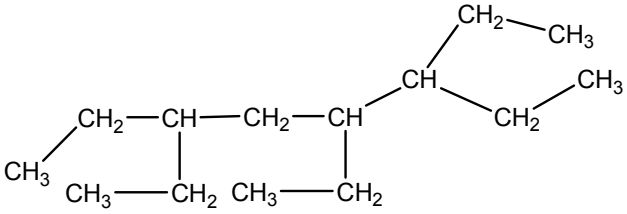
۴) اتم‌های کربنی که در زنجیر کربنی پشت هم قرار می‌گیرند، باید مستقیماً به هم متصل باشند.

تعیین کنید که در هر ترکیب زیر، زنجیر کربنی دارای

چند اتم کربن است.







اتم‌هایی که روی زنجیر اصلی قرار نمی‌گیرند، شاخه‌ی فرعی نامیده می‌شوند. شاخه‌های فرعی معمولاً از نوع آلکیل هستند.

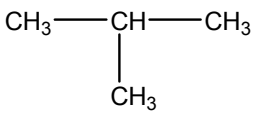
گروه‌های آلکیل :

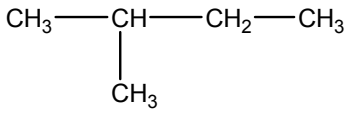
اگر از آلکان یک هیدروژن جدا کنیم گروه حاصل را آلکیل می‌نامند. با توجه به این‌که فرمول عمومی آلکان‌ها به صورت C_nH_{2n+2} نمایش می‌دهیم، فرمول عمومی آلکیل‌ها به صورت C_nH_{2n+1} خواهد بود. برای نامگذاری گروه‌های آلکیل لفظ " ان " را از نام آلکان حذف کرده و به جای آن از لفظ " ایل " استفاده می‌کنیم.

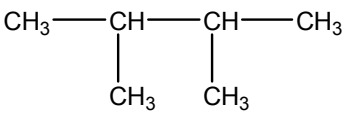
فرمول آلکان	نام آلکان	فرمول آلکیل	نام آلکیل	فرمول آلکان	نام آلکان	فرمول آلکیل	نام آلکیل
CH_4	متان	CH_3	متیل	CH_3-CH_3	اتان	CH_3-CH_2	اتیل
$CH_3CH_2CH_3$	پروپان	$CH_3CH_2CH_2$	پروپیل	$CH_3CH_2CH_3$	پروپان	CH_3CHCH_3	ایزو پروپیل

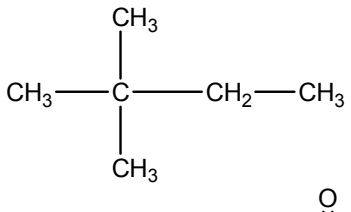
اگر در ترکیب گروه‌های آلکیل وجود داشته باشد، باید شماره‌ی کربنی که این گروه (گروه‌ها) را دارد و تعداد آن‌ها با الفاظ یونانی و نام گروه (گروه‌ها) آورده شود.

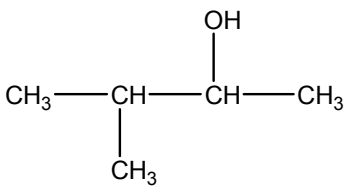
یک گروه آلکیل را می‌توان به شکل‌های متفاوتی نمایش داد. به عنوان مثال گروه اتیل را ممکن است به صورت C_2H_5- یا CH_3-CH_2- نمایش داد.

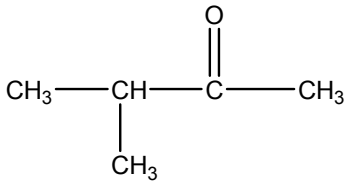


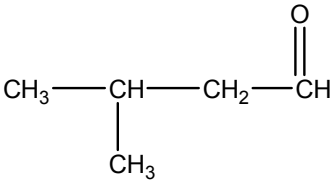


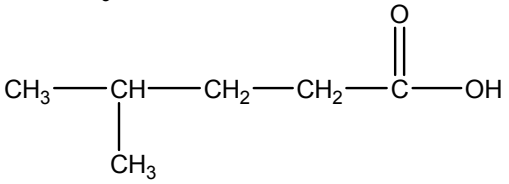




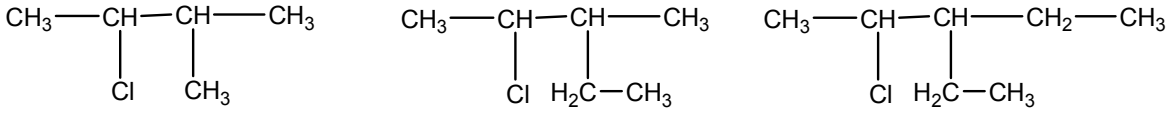








اگر هالوژن و شاخه‌ی آلکیل هر دو در ترکیب وجود داشته باشد، باید به ترتیب حروف الفبا آن‌ها را در نام ترکیب ذکر کنیم.



نام گذاری آلکن‌ها و آلکین‌ها:

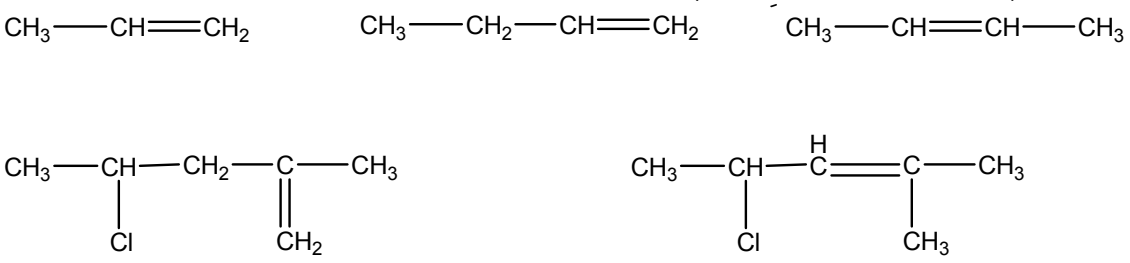
نام گذاری آلکن‌ها مانند آلکان‌ها است با تفاوت‌های زیر :

۱) زنجیر اصلی حتماً باید شامل پیوند دوگانه باشد.

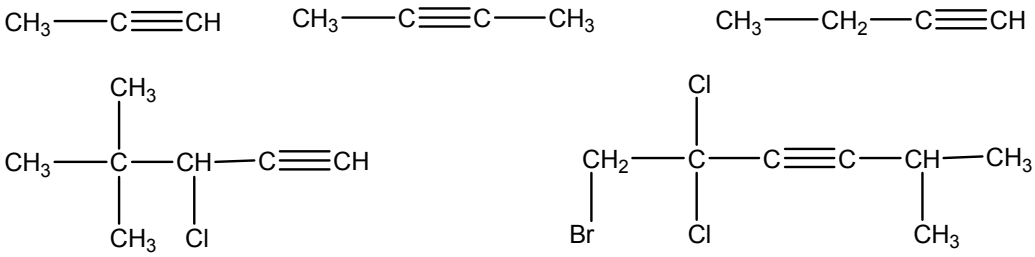
۲) شماره‌گذاری ترکیب در جهتی انجام می‌شود که به پیوند دوگانه نزدیک‌تر باشد.

۳) از بین دو شماره که مربوط به کربن‌های حامل پیوند دوگانه است، شماره‌ی کوچک‌تر باید در نام ترکیب ذکر شود.

۴) نام این ترکیب‌ها به پسوند " ان " ختم می‌شود.

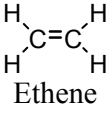


نام آلکین‌ها مانند آلکن‌ها تعیین می‌شود، با این تفاوت که نام این ترکیب‌ها به " ین " ختم می‌شود.



ترکیب‌های آلی مهم :

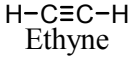
اتن (اتیلن) : این ترکیب دارای شکل زیر است.


Ethene

(آ) اتن، C_2H_4، که اتیلن نیز نامیده می‌شود، ماده‌ی هورمون مانندی است که در بیش‌تر گیاهان وجود دارد. گوجه‌فرنگی در مرحله‌ی رسیدن، اتیلن آزاد می کند.

(ب) اتیلن آزاد شده از یک گوجه‌فرنگی به نوبه‌ی خود موجب «رسیدن» سریع‌تر گوجه‌فرنگی‌های دیگر می‌شود. در صنعت کشاورزی از اتیلن به‌عنوان عامل «عمل‌آورنده» استفاده می کنند، زیرا اغلب میوه‌ها را با توجه به مشکلات حمل و نقل پیش از رسیدن می چینند.

اتین (استیلن) : این ماده نیز دارای ساختار زیر است.


Ethyne

(آ) غار شناس‌ها اغلب از چراغ‌های کاربیدی استفاده می کنند. در این چراغ‌ها کلسیم کاربید، CaC_2، با آب واکنش می‌دهد و گاز اتین (استیلن)، C_2H_2 تولید می کند.

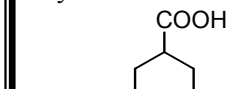
(ب) اتین که استیلن نیز نامیده می شود با شعله‌ی درخشنده‌ی سفیدی در هوا می‌سوزد.

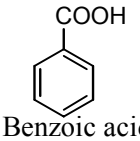
بنزن: این ماده دارای ساختار مقابل بوده و ساده‌ترین هیدروکربن آروماتیک است.

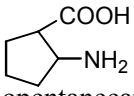
Benzene

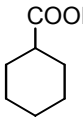
ترکیباتی که در ساختار خود حلقه‌ای مانند آن دارند نیز آروماتیک هستند.

مثال (۷) : **کدام ترکیب زیر آروماتیک است؟**

1) 
Decahydro-naphthalene

2) 
Benzoic acid

3) 
2-Amino-cyclopentanecarboxylic acid

4) Cyclohexanecarboxylic acid 

گزینه‌ی ( ) درست است

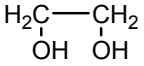
الکل‌ها

این ترکیب‌ها دارای گروه عاملی هیدروکسیل (-OH) هستند. بین مولکول‌های آن‌ها پیوند هیدروژنی وجود دارد. در ساختار آن‌ها هیدروژن‌هایی که به اتم اکسیژن متصل هستند دارای خواص اسیدی بوده و قابل جابه‌جایی با فلزهای قوی مانند سدیم هستند.

$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}O\text{-}H + Na \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}ONa + \tfrac{1}{2} H_2$$

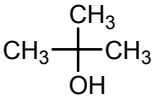
برخی از ترکیب‌های مهم در این خانواده عبارتند از :

فرمول	نام	فرمول	نام	فرمول	نام
CH_3OH	متانول	CH_3CH_2OH	اتانول	$CH_3CH_2CH_2OH$	۱- پروپانول
$CH_3CHOHCH_3$	۲-پروپانول	$CH_3CH_2CH_2CH_2OH$	۱-بوتانول	$CH_3CH_2CHOHCH_3$	۲-بوتانول

مثال (۸) : **اتیلن گلیکول (ترکیب مقابل) دارای چند هیدروژن اسیدی است؟** 

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

گزینه‌ی ( ) درست است

مثال (۹) : **از واکنش ۳/۷ گرم ۲-متیل-۲-پروپانول (ترکیب مقابل) با سدیم کافی، چند لیتر گاز هیدروژن در شرایط STP تولید می‌شود؟** 

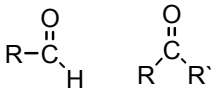
H=۱ C=۱۲ O = ۱۶

۱) ۵۶۰ ۲) ۱۱۲۰ ۳) ۱۶۸۰ ۴) ۲۲۴۰

گزینه‌ی ( ) درست است

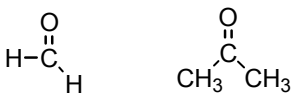
آلدهیدها و کتون‌ها :

آلدهیدها و کتون‌ها دو خانواده مهم از ترکیب‌های آلی هستند. این دو خانواده دارای گروه عاملی کربونیل (C=O) هستند. تفاوت آلدهیدها و کتون‌ها از نظر ساختاری در این است که کربن گروه کربونیل در آلدهیدها حداقل به یک هیدروژن متصل است در صورتی که در کتون‌ها این کربن به هیدروژن متصل نیست.



از نظر شیمیایی آلدهیدها کاهنده‌های قوی هستند ولی کتون‌ها خاصیت کاهندگی ندارند.

ساده‌ترین آلدهید دارای یک اتم کربن است که فرم‌آلدهید یا متانال نامیده می‌شود. در صورتیکه ساده‌ترین کتون دارای سه اتم کربن بوده و استون یا پروپانون یا دی‌متیل‌کتون نام دارد.



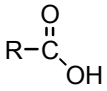
مثال (۱۰) : کدام نام درست نیست؟

۱) $CH_3CH_2COCH_3$ (۲-بوتانال) ۲) $CH_3CH_2CHOHCH_3$ (۲-بوتانول)

۳) CH_3CH_2CHO (پروپانال) ۴) $CH_3CH_2COCH_2CH_3$ (۳-پنتانون)

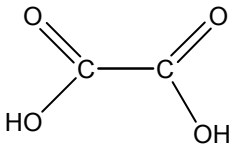
گزینه‌ی ( ) درست است

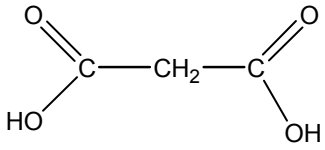
اسیدها :



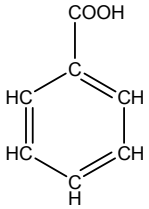
کربوکسیلیک اسیدها دسته‌ای از ترکیب‌های آلی هستند که در آن‌ها یک یا چند گروه کربوکسیل (-COOH) وجود دارد.

اگر یک کربوکسیلیک اسید بیش از یک گروه کربوکسیل داشته باشد، پیش از پس‌وند اوییک اسید، تعداد گروه‌ها با عددهای یونانی مشخص می‌شود.





متانوییک اسید (HCOOH) ساده‌ترین و اتانوییک اسید (CH_3COOH) معروف‌ترین اسید کربوکسیلیک است.



بنزوییک اسید یک کربوکسیلیک اسید آروماتیک است که در تمشک و پوسته‌ی برخی درختان یافت می‌شود. از این اسید و برخی نمک‌های آن به عنوان محافظ مواد غذایی و ضد اکسایش در نوشابه‌ها، سس‌ها و آب‌میوه‌ها استفاده می‌شود.

کربوکسیلیک اسیدها بین مولکول‌های خود پیوند هیدروژنی دارند. دارای یک سر قطبی (-COOH) هستند که باعث انحلال آن‌ها در آب می‌شود. گروه هیدروکربنه‌ی متصل به عامل کربوکسیل (-R) خواص ناقطبی دارد، به همین دلیل با افزایش تعداد اتم‌های کربن در آن از انحلال‌پذیری اسیدها در آب کاسته می‌شود.

به‌گونه‌ای که اسیدهایی که کمتر از پنج اتم کربن دارند به خوبی در آب حل می‌شوند ولی اسیدهایی که کربن بیشتری دارند انحلال‌پذیری کمتری دارند تا جایی که اسیدهایی که تعداد کربن بالایی دارند عملاً نامحلول در آب هستند.

مثال (۱۱) : کدام اسید در آب کمتر حل می‌شود؟

۱) اتانوییک اسید ۲) هپتانوییک اسید ۳) هگزانوییک اسید ۴) بوتانوییک اسید

گزینه‌ی ( ) درست است

کربوکسیلیک اسیدها، اسیدهای ضعیفی هستند و در هنگام حل شدن در آب بعضی از مولکول‌های آن‌ها هیدروژن اسیدی خود را از دست می‌دهند و به سرعت به تعادل می‌رسند.

$$RCOOH(aq) + H_2O(l) \leftrightarrows RCOO^-(aq) + H_3O^+(aq)$$

آنیون $RCOO^-$ را آنیون کربوکسیلات می‌نامند که باز مزدوج کربوکسیلیک اسیدها است. از آنجا که اسیدهای ضعیف باز مزدوج قوی دارند، آنیون‌های کربوکسیلات بازهای قوی بوده و در آب، آبکافت می‌شوند.

مثال (۱۲) : محلول کدام ماده در آب فنول‌فتالیین را به رنگ ارغوانی در می‌آورد؟

۱) KBr ۲) $Cu(NO_3)_2$ ۳) $NaCH_3COO$ ۴) Na_2SO_4

گزینه‌ی ( ) درست است

گروه‌های متصل به یک عامل :

گروه‌ها را در شیمی به دو دسته‌ی کلی می‌توان تقسیم کرد:

۱) گروه‌های الکترون دهنده : این گروه‌ها می‌توانند به عامل (اتمی) که در کنار آن‌ها است الکترون بدهند. (ابر الکترونی خود را به سوی این عامل (اتم) بفرستند.) که از جمله‌ی این گروه‌ها می‌توان کلیه‌ی گروه‌های آلکیل را نام برد.

تذکر [۱] : گروه‌های آلکیل که معمولاً با حرف R نمایش داده می‌شوند گروه‌هایی هستند که از آلکان هم کربن خود یک هیدروژن کمتر دارند.

تذکر [۲] : با افزایش تعداد اتم‌های کربن به قدرت الکترون دهندگی گروه‌های آلکیل افزوده می‌شود.

مثال (۱۳) : کدام گروه الکترون دهنده‌ی قوی‌تری است؟

۱) متیل ۲) اتیل ۳) پروپیل ۴) بوتیل

گزینه‌ی ( ) درست است

۲) گروه‌های الکترون کشنده : این گروه‌ها ابر الکترونی مشترک بین خود و عامل (اتم) مجاور را به طرف خود می‌کشند. از جمله این گروه‌ها می‌توان به هالوژن‌ها اشاره کرد. (F , Cl , Br , I).

تذکر : هرچه الکترونگاتیوی یک اتم بیشتر باشد، خاصیت الکترون‌کشندگی آن گروه بیشتر است. با توجه به این مطلب قدرت الکترون‌کشندگی هالوژن‌ها را می‌توان به شکل زیر نمایش داد: $F > Cl > Br > I$

پایداری آنیون‌های کربوکسیلات :

هرچه یک یون بیشتر بتواند به صورت آب‌پوشیده باقی بماند و به عبارت دیگر تمایل کمتری برای تبدیل شدن به فرم مولکولی داشته باشد، پایدارتر است. از آنجا که آنیون‌های کربوکسیلات باز قوی هستند و تمایل زیادی برای جذب پروتون (H^+) دارند می‌توان آن‌ها را آنیون‌های ناپایداری دانست.

برای مقایسه‌ی پایداری آنیون‌ها به مطلب زیر دقت کنید.

اگر یک بار منفی روی یک اتم در یک مولکول استقرار کامل داشته باشد، و در کنار این مولکول (در محیط اطراف) یون‌های مثبت نیز وجود داشته باشند، یون‌های مثبت بلافاصله محل بار منفی را شناسایی کرده و به آن متصل می‌شوند. ولی اگر بار منفی جای خود را در مولکول تغییر دهد، شناسایی محل آن برای بارهای مثبت دشوارتر شده و مدت زمان بیشتری یون مورد نظر می‌تواند به صورت یون باقی مانده و درواقع یون پایدارتری خواهد بود.

این مطلب به صورت این قاعده بیان می‌شود که :

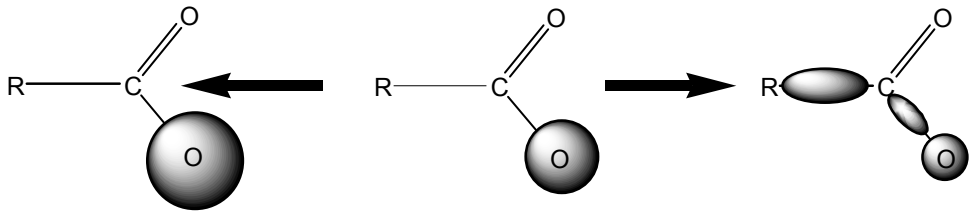
اگر بار الکتریکی روی یک اتم به طریقی روی کل یون پخش شود، آن یون پایدارتر خواهد شد.

با توجه به قاعده‌ی فوق می‌توان در مورد پایداری بنیان‌های کربوکسیلات اظهار نظر کرد.

یک آنیون کربوکسیلات را می‌توان به شکل مقابل نمایش داد.

روی یکی از اتم‌های اکسیژن در این بنیان یک بار منفی وجود دارد. اگر این بار منفی را بتوان روی سایر اتم‌ها نیز پخش کرد، بنیان کربوکسیلات پایدارتر می‌شود. اگر به جای گروه R یک گروه الکترون دهنده قرار گیرد، این گروه به کربن گروه کربوکسیل الکترون

داده و نه تنها از حجم ابر الکترونی اتم اکسیژن کم نمی‌کند بلکه حجم آن‌را افزایش نیر می‌دهد، به همین دلیل آنیون کربوکسیلات ناپایدار می‌شود. ولی اگر به جای گروه R گروه الکترون کشنده قرار گیرد، ابر الکترونی اکسیژن به طرف این گروه کشیده می‌شود و از حجم ابر الکترونی روی اتم اکسیژن کاسته می‌شود. به عبارت دیگر بار اکسیژن روی اتم‌های گروه الکترون کشنده پخش شده و آنیون کربوکسیلات پایدارتر می‌شود.



R الکترون دهنده است | آنیون کربوکسیلات | R الکترون کشنده است

خلاصه :

وجود گروه‌های الکترون دهنده باعث ناپایداری و وجود گروه‌های الکترون کشنده باعث پایداری آنیون کربوکسیلات می‌شود.

هر چه آنیون کربوکسیلات ناپایدارتر باشد، تمایل بیشتری برای جذب پروتون دارد و باز قوی‌تری بوده و اسید مزدوج آن ضعیف‌تر است. بدین ترتیب می‌توان گفت :

وجود گروه‌های الکترون دهنده باعث کاهش و وجود گروه‌های الکترون کشنده باعث افزایش خواص اسیدی در کربوکسیلیک اسیدها می‌شود.

بدیهی است که هرچه تعداد گروه‌های الکترون‌کشنده در مولکول بیشتر باشد، پخش بار زوی اکسیژن بیشتر شده و آنیون پایدارتر شده و اسید قوی‌تر خواهد بود.

مثال (۱۴) : کدام اسید زیر قوی‌تر است؟

۱) متانوییک اسید ۲) اتانوییک اسید ۳) پروپانوییک اسید ۴) بوتانوییک اسید

گزینه‌ی ( ) درست است

مثال (۱۵) : کدام اسید قوی‌تر است؟

۱) CH_3COOH ۲) $CH_2ClCOOH$ ۳) CH_2FCOOH ۴) CHF_2COOH

گزینه‌ی ( ) درست است

مثال (۱۶) : کدام باز قوی‌تر است؟

۱) $HCOO^-$ ۲) CH_3COO^- ۳) CH_2FCOO^- ۴) $CHCl_2COO^-$

گزینه‌ی ( ) درست است

مثال (۱۷) : کدام یون زیر پایدارتر است؟

۱) CH_3COO^- ۲) CH_2ClCOO^- ۳) $CHCl_2COO^-$ ۴) CCl_3COO^-

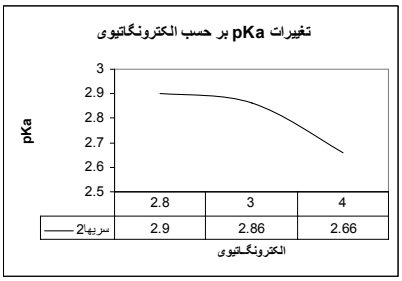
گزینه‌ی ( ) درست است

مثال (۱۸) : **اگر اعداد زیر مقادیر pK_a برای اتانوییک اسید و اسیدهای حاصل از جانشینی اتم‌های کلر به جای هیدروژن‌های آن (مشتقات کلردار استیک اسید) باشد، کدام مربوط به دی‌کلرواتانوییک اسید است؟**

۱) ۴/۷۵ ۲) ۰/۷ ۳) ۲/۸۵ ۴) ۲/۱۱

گزینه‌ی ( ) درست است

اگر تغییرات pK_a برای اسیدهای CH_2FCOOH و $CH_2ClCOOH$ و $CH_2BrCOOH$ را بر حسب الکترونگاتیوی هالوژن جانشین شده رسم کنیم، نمودار مقابل به دست می‌آید. نمودار نشان می‌دهد که با افزایش الکترونگاتیوی (قدرت الکترون‌کشندگی) هالوژن مقدار pK_a کاهش یافته و در واقع قدرت اسیدی افزایش می‌یابد.



مثال (۱۹) : **با توجه به نمودار بالا و این مطلب که الکترونگاتیوی ید مساوی ۲/۵ است مقدار pK_a برای CH_2ICOOH در کدام محدوده قرار دارد؟**

۱) کم‌تر از ۲/۶۶ ۲) بین ۲/۶۶ و ۲/۸۶ ۳) بین ۲/۸۶ و ۲/۹ ۴) بیش از ۲/۸

گزینه‌ی ( ) درست است

مثال (۲۰) : **با توجه به نمودار بالا مقدار pK_a برای تری‌فلوئورواستیک‌اسید در کدام محدوده قرار دارد؟**

۱) کم‌تر از ۲/۶۶ ۲) بین ۲/۶۶ و ۲/۸۶ ۳) بین ۲/۸۶ و ۲/۹ ۴) بیش از ۲/۸

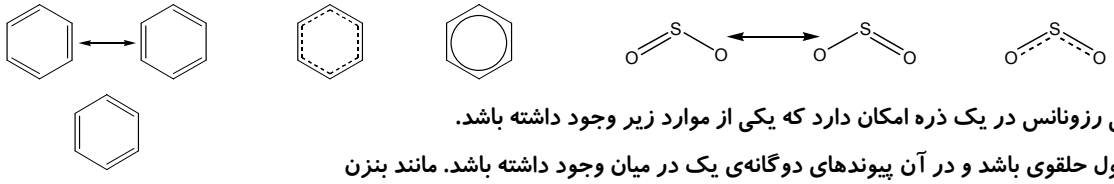
گزینه‌ی ( ) درست است

رزونانس:

روش دیگر برای مقایسه‌ی پایداری ذره‌ها استفاده از پدیده‌ی رزونانس است.

پدیده‌ی رزونانس : اگر در یک ذره این امکان وجود داشته باشد، که از طریق جابه‌جایی پیوندهای دوگانه یا سه‌گانه ذره شکل‌های متفاوتی به خود بگیرد، پدیده‌ی رزونانس رخ می‌دهد.

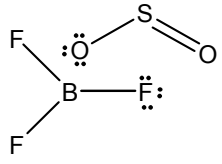
هر یک از شکل‌های ممکن برای ذره را یک شکل رزونانس می‌نامند. شکل واقعی ذره مخلوط و میانگین شکل‌های رزونانس است.



به شرطی رزونانس در یک ذره امکان دارد که یکی از موارد زیر وجود داشته باشد.

۱) مولکول حلقوی باشد و در آن پیوندهای دوگانه‌ی یک در میان وجود داشته باشد. مانند بنزن

۲) اتمی که دارای پیوند دوگانه یا سه‌گانه است، در کنار خود اتمی داشته باشد که دارای زوج ناپیوندی (بارمنفی) یا اوربیتال خالی (بار مثبت) باشد. مانند گوگرد تری اکسید.



۳

) دو اتم که در کنار هم هستند یکی دارای زوج‌ناپیوندی و دیگری دارای اوربیتال خالی باشد. مانند BF_3

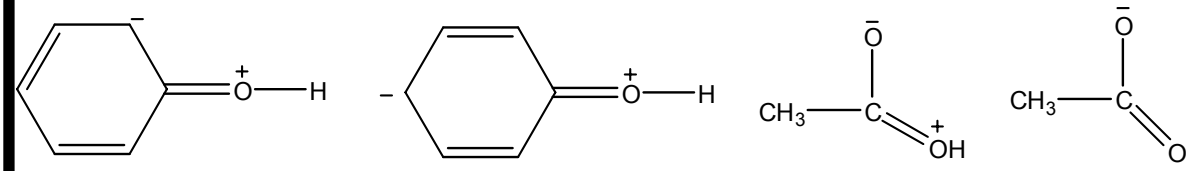
در هر مورد با وجود پدیده‌ی رزونانس، ذره پایدارتر می‌شود.

بدین ترتیب رزونانس باعث پایداری ذره می‌شود.

نکته‌ی بسیار مهم این است که هر چه بارهای الکتریکی روی ذره‌ها کمتر باشد و یا فاصله‌ی بین بارها کمتر باشد، ذره پایدارتر است.

در ضمن تشابه شکل‌های رزونانس یک ماده نیز باعث پایدارتر شدن آن شود.

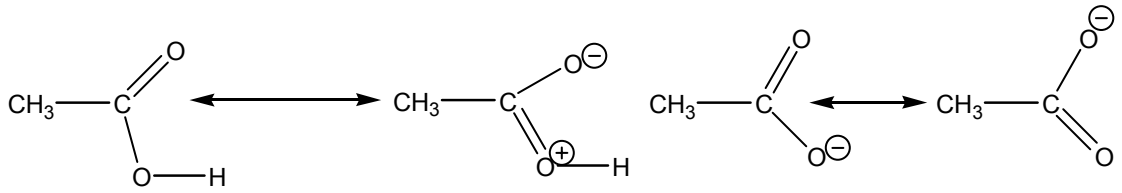
مثال ( ) : در هر مورد تعیین کنید کدام ذره پایدارتر است؟



رزونانس همچنین در ذره‌های باردار باعث پخش بار الکتریکی شده و باعث پایداری ذره می‌شود.

توجیه خواص اسیدی در کربوکسیلیک اسیدها:

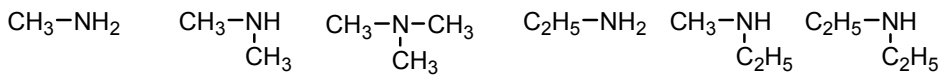
رزونانس در اسید آلی باعث تولید فرم‌های پایداری نمی‌شود. ولی در آنیون کربوکسیلات فرم‌های پایداری تشکیل می‌شود، به گونه‌ای که یک مولکول کربوکسیلیک اسید تمایل دارد تا به آنیون کربوکسیلات تبدیل شود.



آمین‌ها :

گروهی از ترکیب‌های آلی هستند که شباهت زیادی به آمونیاک دارند. آمین‌ها را از آمونیاک و از طریق جانشین کردن هیدروژن‌های آمونیاک با گروه آلکیل به دست می‌آورند.

برای نام‌گذاری آمین‌ها گروه‌های متصل به نیتروژن را نام می‌برند و در انتها لفظ ((آمین)) را می‌آورند.



اتم نیتروژن در آمونیاک و آمین‌ها دارای زوج ناپیوندی است. به همین دلیل این مواد می‌توانند یون H^+ را جذب کنند. به همین دلیل آمونیاک و آمین‌ها دارای خواص بازی هستند.

$RNH_2(aq) + H_2O(l) \leftrightarrows RNH_3^+(aq) + OH^-(aq)$ $\quad$ $R\text{-}NH_2(aq) + H_3O^+(aq) \leftrightarrows RNH_3^+(aq) + H_2O(l)$

وجود گروه‌های الکترون‌دهنده در آمین‌ها باعث افزایش تراکم بار (ابر الکترونی) روی اتم نیتروژن و در نتیجه افزایش توانایی این مواد برای جذب پروتون می‌شود. به عبارت دیگر :

وجود گروه‌های الکترون دهنده در آمین‌ها موجب افزایش خواص بازی و وجود گروه‌های الکترون کشنده در آمین‌ها موجب کاهش خواص بازی می‌شود.

مثال (۲۱) : **کدام باز قوی‌تری است؟**

۱) آمونیاک ۲) متیل آمین ۳) اتیل آمین ۴) دی‌اتیل آمین

گزینه‌ی ( ) درست است

تذکر : قدرت بازی آمین‌هایی که دارای سه گروه آلکیل هستند به طور غیر عادی پایین است.

آمین‌هایی که تعداد کربن زیادی دارند، حلالیت کمی در آب دارند. ولی نمک آمین‌ها موادی یونی هستند و به راحتی در آب به مقدار قابل توجهی حل می‌شوند.

در مواقعی که لازم است از یک آمین به صورت محلول آبی استفاده شود، ابتدا آن را به کمک یک اسید (معمولاً هیدروکلریک اسید) به نمک تبدیل کرده و سپس نمک را مورد استفده قرار می‌دهند.

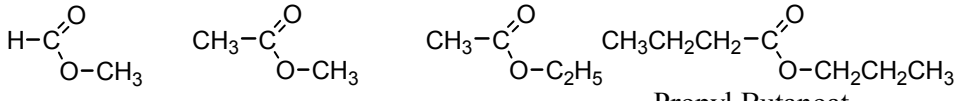
مهمترین مورد در این کاربرد، به کار گرفتن آمین‌ها به عنوان دارو است. معمولاً آمین را با حرف (A) و نمک آمین را به صورت (AHCl) نمایش می‌دهند. این نمک‌ها که از کاتیون AH^+ و آنیون Cl^- تشکیل شده‌اند از آمین اولیه پایدارتر هستند.

یکی از آمین‌هایی که به صورت نمک اسیدی به عنوان دارو مصرف می‌شود، کدیین است. این داروی جامد و سفیدرنگ که از تریاک استخراج می‌شود، با اسید واکنش داده می‌شود و به صورت نمک مصرف می‌شود.

- **نوراپینفرین و آدرنالین دو آمین هستند که در سامانه‌ی عصبی انسان نقش محرک دارند.**
- **افدرین آمینی است که چینی‌ها بیش از ۲۰۰۰ سال پیش به عنوان دارویی برای رفع گرفتگی مجاری تنفسی به کار می‌برند.**
- **مسکالین را سرخ‌پوستان مکزیکی به عنوان داروی آرام‌بخش استفاده می‌کردند. این ماده قرن‌ها از کاکتوس مکزیکی استخراج می‌شد.**
- **نووکایین یکی از داروهای مشهور بی‌هوشی موضعی است. که به صورت نمک مورد استفاده قرار می‌گیرد.**

استرها

استرها یکی از مهم‌ترین مشتق‌های کربوکسیلیک اسیدها هستند. این مواد دارای فرمول عمومی $RCOOR`$ هستند که در آن $R`$ یک بنیان هیدروکربنه است ولی R می‌تواند هیدروژن یا یک بنیان هیدروکربنه است. برای نام‌گذاری استرها ابتدا نام گروه $R`$ و سپس نام بنیان $RCOO$ را می‌آورند.

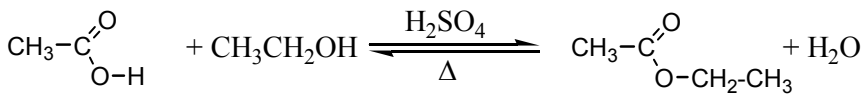


مثال (۲۲) : **کدام ترکیب زیر یک استر است؟**

۱) CH_3COOH ۲) $HCOOCH_3$ ۳) $HCOOH$ ۴) CH_3COCH_3

گزینه‌ی ( ) درست است

استرها را از واکنش الکل‌ها با کربوکسیلیک اسیدها (واکنش استری شدن) تهیه می‌کنند. این واکنش تعادلی و بسیار کند است و به وسیله‌ی اسیدهای معدنی مانند سولفوریک اسید کاتالیز می‌شود.



واکنش استرها با آب نیز یک واکنش تعادلی و بسیار کند است (آبکافت). از این واکنش یک کربوکسیلیک اسید و یک الکل حاصل می‌شود.

$$RCOOR` + H_2O \leftrightarrows RCOOH + R`OH$$

برای تعیین اسید و الکل حاصل از واکنش یک استر با آب کافی است مولکول استر را از محل اتصال CO با O بشکنیم. سپس به CO یک گروه OH و به O یک H متصل می‌کنیم.

مثال (۲۳) : از واکنش کدام ترکیب زیر با آب، اتانوییک اسید تولید می‌شود؟

۱) $HCOOCH_3$ ۲) $CH_3CH_2COOCH_3$ ۳) $CH_3COOCH_2CH_3$ ۴) $HCOOCH_2CH_3$

گزینه‌ی ( ) درست است

استرهای سبک (با تعداد کمی اتم کربن) بوی بسیار مطبوعی دارند. طعم و بوی شاخص میوه‌ها و گل‌ها اغلب به علت وجود استرها در آن‌ها است.

برخی از استرها را در ساخت عطرها نیز به کار می‌برند. ولی استفاده از استرهایی که در عرق بدن به راحتی آبکافت می‌شوند در عطرها ممنوع شده است، زیرا کربوکسیلیک اسید حاصل از آبکافت آن‌ها بوی نامطبوعی به بدن می‌دهد.

واکنش آبکافت استرها در محیط بازی را صابونی شدن می‌نامند. در این واکنش علاوه بر الکل، نمک کربوکسیلیک اسیدها تولید می‌شود که صابون نامیده می‌شود. صابونی شدن بر خلاف استری شدن و آبکافت واکنشی یک طرفه است.

$$RCOOR` + NaOH \rightarrow RCOONa + R`OH$$

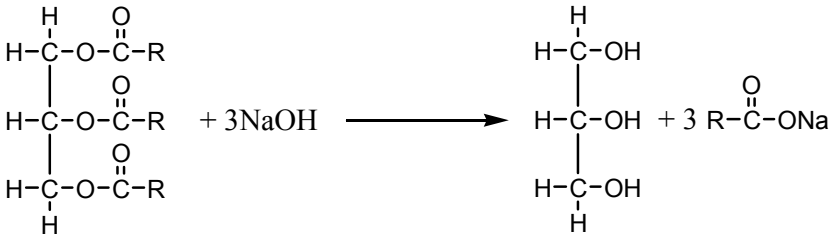
مثال (۲۴) : هرگاه ماده‌ی مقابل را در واکنش صابونی شدن شرکت دهیم کدام دو ماده حاصل می‌شود؟ $CH_3CH_2COOCH_2CH_3$

آ) CH_3CH_2OH ب) $CH_3CH_2CH_2OH$ پ) CH_3COONa ت) CH_3CH_2COONa

۱) آ و پ ۲) آ و ت ۳) ب و پ ۴) ب و ت

گزینه‌ی ( ) درست است

چربی‌ها و روغن‌ها (تری گلیسریدها) استرهایی طبیعی هستند. آبکافت این مواد در محیط قلیایی اساس ساختن صابون است.



آبکافت استرها در محیط اسیدی نیز امکان پذیر است. ولی این واکنش تعادلی است.

$$RCOOR` + H_2O \leftrightarrows RCOOH + R`OH$$

مثال (۲۵) : کدام عامل زیر تعادل استری شدن را در جهت تولید استر بیشتر جابه‌جا نمی‌کند؟

۱) افزایش مقدار اسید ۲) افزایش مقدار اسید آلی ۳) افزایش فشار ۴) خارج کردن آب از محیط

گزینه‌ی ( ) درست است

مثال (۲۶) : هرگاه بدانیم ΔH برای واکنش استری شدن مساوی صفر است. تغییر کدام عامل باعث جابه‌جایی تعادل می‌شود؟

۱) دما ۲) فشار ۳) غلظت ۴) کاتالیزگر

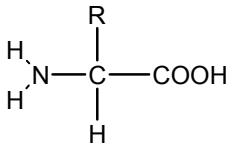
گزینه‌ی ( ) درست است

مثال (۲۷) : هرگاه تعادل استری شدن را با ۳ مول اسید و ۲ مول الکل آغاز کنیم، تعادل هنگامی برقرار می‌شود که ۱ مول استر تولید شده است. در این شرایط ثابت تعادل چه مقدار است؟

۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۴

گزینه‌ی ( ) درست است

آمینو اسیدها :



آمینو اسیدها واحدهای سازنده‌ی پلیمرهای طبیعی به نام پروتیین هستند. این ترکیب‌ها در ساختار خود یک گروه بازی ($-NH_2$) و یک گروه اسیدی ($-COOH$) هستند. تقریبا در همه‌ی آمینو اسیدهای طبیعی گروه NH_2 به همان کربنی متصل است که گروه $COOH$ نیز قرار دارد. این مواد را α- آمینو اسید می‌نامند و با فرمول کلی مقابل نمایش می‌دهند.

گلی‌سین (آمینو اتانوییک اسید) ساده‌ترین α-آمینو اسید است. NH_2-CH_2-COOH

از آنجا که این مواد در ساختار خود گروه‌های اسیدی و بازی را دارند هم با اسیدها و هم با بازها واکنش می‌دهند.

نکته‌ی بسیار مهم در مورد آمینو اسیدها این است که در مولکول این مواد، هیدروژن اسیدی میتواند انتقال یابد و دو سر یونی در مولکول ایجاد کند.

$$NH_2CHRCOOH \leftrightarrows NH_3^+CHRCOO^-$$

این امر باعث می‌شود که این مواد خواصی شبیه به مواد یونی داشته باشند. به عنوان مثال جامدهایی با دمای ذوب بالا هستند و انحلال پذیری کمی در حلال‌های ناقطبی دارند.

در جدول زیر خواص گلی‌سین با یک اسید و یک آمین که دارای جرم مولی قابل مقایسه با آن هستند آورده شده است.

نام	فرمول شیمیایی	حالت فیزیکی	انحلال پذیری در دمای اتاق		
			آب	اتانول	دی‌اتیل اتر
گلی‌سین	H_2NCH_2COOH	جامد با نقطه‌ی ذوب بالا ($232^\circ C$)	خیلی زیاد	نامحلول	نامحلول
پروپانوییک اسید	CH_3CH_2COOH	مایعی روغنی شکل (نقطه‌ی جوش $141^\circ C$)	خیلی زیاد	زیاد	زیاد
بوتیل آمین	$CH_3CH_2CH_2CH_2NH_2$	مایعی فرار (نقطه‌ی جوش $78^\circ C$)	خیلی زیاد	خیلی زیاد	خیلی زیاد