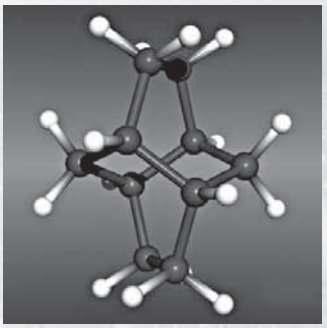
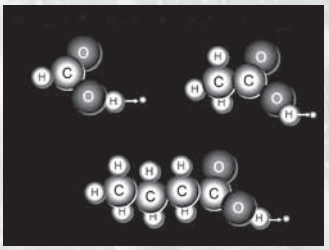
عدد اکسایش کربن در ترکیب‌های آلی

حسن حذرخانی، کارشناس مسئول گروه شیمی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی
مرتضی نیک‌دست، معلم شیمی بازنشسته





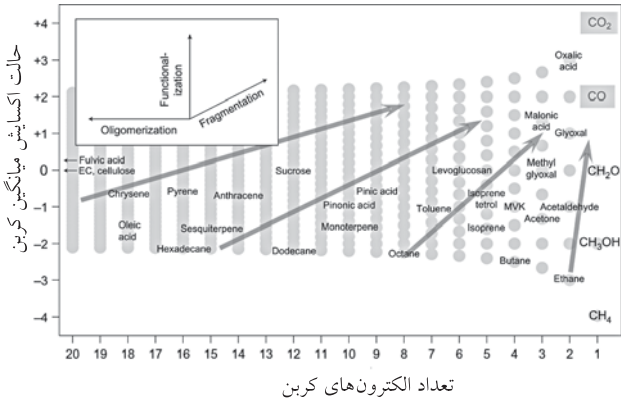
چکیده

اتم‌های کربن در ترکیب‌های آلی، عددهای اکسایش گوناگونی دارند که نمی‌توان میانگین آن‌ها را به عنوان عدد اکسایش اتم کربن در نظر گرفت بلکه همواره باید عدد اکسایش را برای تک‌تک اتم‌های کربن تعیین کرد. در این مقاله، روش تعیین عدد اکسایش اتم‌های کربن در ترکیب‌های آلی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

کلیدواژه‌ها: ترکیب‌های آلی، عدد اکسایش.

مقدمه

عدد اکسایش به منظور نشان دادن مسیر جابه‌جایی و انتقال الکترون‌ها در واکنش‌های اکسایش ـ کاهش تعریف می‌شود. بنا به تعریف، هرگاه یک ترکیب آلی را به‌طور کامل، ترکیبی یونی فرض کنیم، هر یک از اتم‌ها باری الکتریکی خواهند داشت که به آن عدد اکسایش می‌گویند. این کمیت، بار واقعی هر اتم را در یک ترکیب مشخص نمی‌کند بلکه نشان می‌دهد که آن اتم شبیه کاتیون عمل می‌کند یا شبیه یک آنیون. برای نمونه، عدد اکسایش منگنز در یون پرمنگنات، نشان می‌دهد که رفتار این اتم در یون یاد شده شبیه یک یون، (V^{+}) است.



برای تعیین عدد اکسایش کربن در ترکیب‌های آلی، نخست باید فرمول گسترده ترکیب رسم شود و پس از آن می‌توان از رابطهٔ کلی زیر کمک گرفت:

تعداد الکترون‌های آن اتم در ترکیب – تعداد الکترون‌های لایهٔ ظرفیت هر یک از اتم‌ها = عدد اکسایش

این رابطه برای اتم کربن به این ترتیب نوشته می‌شود:

تعداد الکترون‌های آن اتم کربن در ترکیب – ٤ = عدد اکسایش کربن

تعیین تعداد الکترون‌های اتم‌ها در ترکیب

برای این منظور باید به قاعده‌هایی به این شرح توجه کرد:

آ ـ الکترون‌هـای پیوندی میان اتم‌های C و H، برای اتم کربن در نظر گرفته می‌شـوند زیرا الکترونگاتیوی C از H بیش‌تر است.

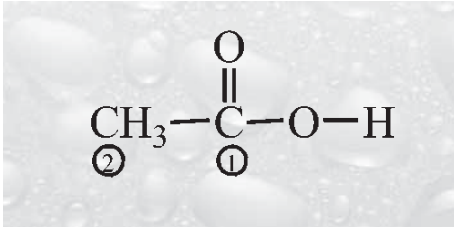
ب ـ الکترون‌های پیونـدی میان دو اتم C، به‌طور مسـاوی بـرای هریک از آن‌هـا در نظر گرفته می‌شوند.

پ ـ الکترونگاتیـوی O از C بیش‌تر اسـت پس الکترون‌های پیونـدی میان این دو اتم باید به اتم اکسیژن نسبت داده شوند.

ت ـ الکترون‌هـای پیوندی میان N و C نیز برای اتم نیتروژن در نظر گرفته می‌شوند.

در ادامه، به کمک این قواعد، عدد اکسایش اتم‌های کربن را در چند ترکیب آلی مشـخص می‌کنیم.

نمونه ۱

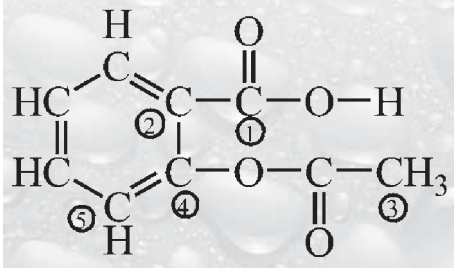


استیک اسید

عدد اکسایش : $C_{۱} = ٤-(۱+۰+۰) = +۳$

$C_{۲} = ٤-(۲+۲+۲+۱) = -۳$

نمونه ۲



آسپرین؛ استیل سالیسیلیک اسید

عدد اکسایش : $C_{۱} = ٤-(۱+۰+۰) = +۳$

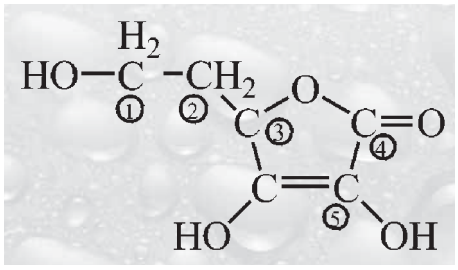
$C_{۲} = ٤-(۲+۱+۱) = ۰$

$C_{۳} = ٤-(۱+۲+۲+۲) = -۳$

$C_{٤} = ٤-(۲+۱+۰) = +۱$

$C_{۵} = ٤-(۱+۲+۲) = -۱$

نمونه ۳



ویتامین C؛ آسکوربیک اسید

عدد اکسایش : $C_{۱} = ٤-(۲+۲+۱+۰) = -۱$

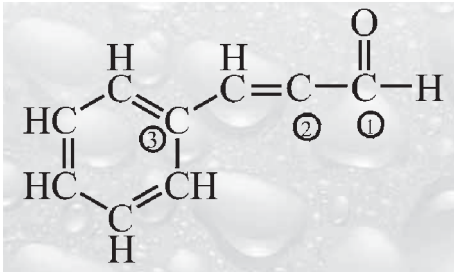
$C_{۲} = ٤-(۱+۲+۲+۱) = -۲$

$C_{۳} = ٤-(۱+۲+۱+۰) = ۰$

$C_{٤} = ٤-(۰+۰+۱) = +۳$

$C_{۵} = ٤-(۱+۲+۰) = +۱$

نمونه ۴



سینا مالدهید

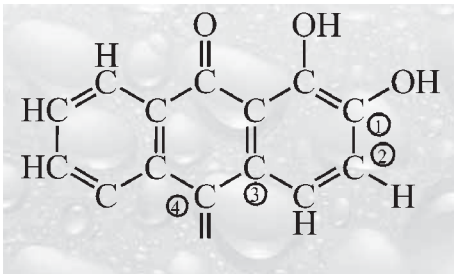
عدد اکسایش : $C_{۱} = ٤-(۱+۰+۲) = +۱$

$C_{۲} = ٤-(۲+۲+۱) = -۱$

$C_{۳} = ٤-(۲+۱+۱) = ۰$

عدد اکسایش به منظور نشان دادن مسیر جابه‌جایی و انتقال الکترون‌هـا در واکنش‌هـای اکسـایش ـ کاهـش تعریـف می‌شود

نمونه ۵



آلیزارین

C_1 عدد اکسایش : $C_1 = ٤-(٢+١+٠) = +١$

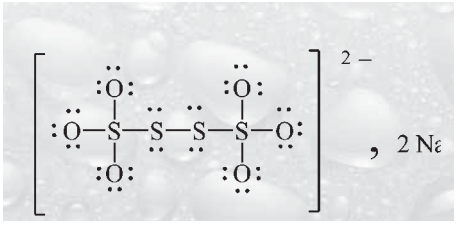
$C_2 = ٤-(٢+١+٢) = -١$

$C_3 = ٤-(٢+١+١) = ٠$

$C_4 = ٤-(١+٠+١) = +٢$

چنان‌که مشاهده می‌شود اتم‌های کربن عددهای اکسایش متفاوت و متغیری را می‌توانند اختیار کنند از این‌رو نمی‌توان میانگین عددهای اکسایش اتم‌های کربن را برای همه اتم‌های C در یک ترکیب آلی به‌کار برد. شبیه این شرایط در ترکیب‌های یونی نیز ـ که چند اتم از یک عنصر وجود دارد ـ دیده می‌شود. برای نمونه، در سدیم تتراتیونات، $Na_2S_4O_6$، دو اتم گوگرد داریم که عدد اکسایش یکی، صفر است و دیگری عدد اکسایش ۵+ دارد و نمی‌توان برای هر دو اتم، عدد اکسایش میانگین، یعنی ۲/۵+ را در نظر گرفت.

روشی دیگر



برای تعیین عدد اکسایش به کمک فرمول گستردهٔ ترکیب، می‌توان به این روش نیز عمل کرد:

* اتم‌های همسایه با اتم موردنظر را در نظر بگیرید.

* عدد اکسایش اتم موردنظر را تعیین کنید.

برای این منظور از این قاعده‌ها استفاده کنید:

آ ـ برای دو اتم یکسان که در برابر هم قرار دارند عدد اکسایش تعیین نمی‌شود.

ب ـ اگر اتم اکسیژن فقط با یک اتم دیگر، پیوند داشته باشد، عدد اکسایش (۲−) دارد و عدد اکسایش اتم متصل به آن (۲+) است.

پ ـ اگر اتم اکسیژن با دو اتم پیوند داشته باشد، عدد اکسایش O، (۲−) است و به هر یک از اتم‌های متصل به آن عدد اکسایش (۱+) نسبت می‌دهیم.

ت ـ عدد اکسایش اتم H، (۱+) است پس عدد اکسایش اتم C به ازای هر H متصل به آن (۱−) در نظر گرفته می‌شود.

یک نمونه دیگر

در استیک اسید و سیتریک اسید چنین داریم:

C_1= عدد اکسایش

عدد اکسایش در برابر C + عدد اکسایش در برابر O +

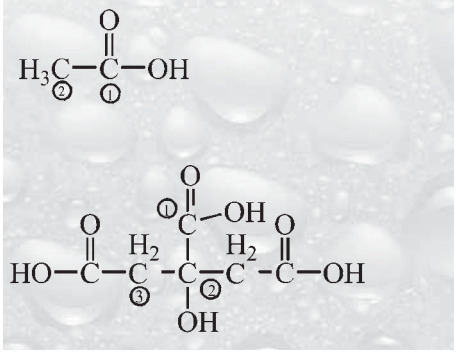
عدد اکسایش در برابر OH

=۰+۲+۱=+۳

C_2= عدد اکسایش

عدد اکسایش در برابر C + عدد اکسایش در برابر Hها

=−۳+۰ =−۳



$C_1 = ٢ + ١ + ٠ = +٣$

C و OH و O : در برابر

$C_2 = ٠ + ٠ + ٠ + ١ = +١$

OH و C و C و C : در برابر

$C_3 = ٠ + ٠ + (-٢) = -٢$

2H و C و C : در برابر

اتم‌های کربن عددهای اکسایش متفاوت و متغیری را می‌توانند اختیار کنند از این‌رو نمی‌توان میانگین عددهای اکسایش اتم‌های کربن را برای همه اتم‌های C در یک ترکیب آلی به‌کار برد