

الگوها و روندها در رفتار مواد و عنصرها (جدول دوره ای)

• علم شیمی را می توان مطالعه هدف دار، منظم و هوشمندانه رفتار عنصرها و مواد برای یافتن روندها و الگوهای رفتار فیزیکی و شیمیایی آنها دانست.

مراحل پیشرفت علم:

مشاهده مواد ← انجام آزمایش های گوناگون ← یافتن اطلاعات بیشتر و دقیق تر درباره خواص مواد ← برقراری ارتباط میان اطلاعات ← پیشرفت علم (پی بردن به رمز و راز هستی) ← (یافتن الگوها و روندها به عنوان گام مهم تر و موثرتر طراحی جدول دوره ای عنصرها توسط مندلیف نمونه مهمی از مراحل پیشرفت علم است.

جدول دوره ای:

- براساس بنیادی ترین ویژگی عناصر عدد اتمی (z) چیده شده است.
- عنصری که شمار الکترونهای لایه ظرفیت آنها برابر است و یا از آرایش الکترونی یکسانی برخوردارند؛ در یک گروه جای دارند.
- نکته: آرایش الکترونی هلیوم با آرایش الکترونی $1s^2$ که با سایر عناصر گروه ۱۸ متفاوت است.
- شامل ۷ دوره و ۱۸ گروه است.
- عناصر براساس رفتار آنها در دسته فلز، نافلز و شبه فلز قرار دارند.

ترتیب فراوانی این سه دسته عنصر چنین است: شبه فلز > نافلز > فلز: تعداد عنصرها

- بیشتر عنصرهای جدول دوره ای را فلزها تشکیل می دهند که به طور عمده در سمت چپ (دسته s)، مرکز جدول (دسته d) و پایین جدول (دسته f) قرار گرفته اند.
- نافلزها در سمت راست و بالای جدول چیده شده اند (به جز هیدروژن که سمت چپ است).
- جدول دوره ای همانند یک نقشه راه برای شیمیدان هاست که در تجزیه و تحلیل مشاهده ها به آنها کمک می کند، برخی از ویژگی های این جدول عبارت اند از:
- همه ۱۱۸ عنصر جدول دوره ای، شناسایی و توسط آیوپاک تأیید شده است و هیچ خانه ای خالی نیست.
- خواص فیزیکی و شیمیایی عناصر به صورت دوره ای از چپ به راست تکرار می شود که به قانون دوره ای عنصرها معروف است.

بررسی ویژگی های فلزی و نافلزی عنصرها:

فلزها به طور کلی از نظر فیزیکی دارای سه ویژگی اصلی هستند:

- ✓ شکل پذیری
- ✓ استحکام
- ✓ رسانایی گرمایی و الکتریکی

بر همین اساس کاربردهای متنوعی از فلزهای گوناگون در زندگی امروزی نقش دارد.

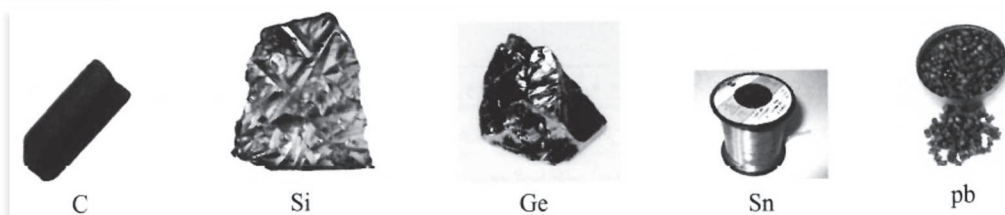


ولی نافلزها به طور کلی برعکس فلزها هستند، یعنی شکل پذیر نیستند و بر اثر ضربه خرد می شوند. همچنین برخلاف فلزها رسانایی الکتریکی ندارند و (به جز گرافیت)

✓ شبه فلزها از نظر ظاهری و خواص فیزیکی شبیه فلزها هستند ولی از نظر شیمیایی همانند نافلزها هستند.

مقایسه خواص فیزیکی و شیمیایی عناصر گروه ۱۴

نام عنصر	نماد شیمیایی	شکل ظاهری	رسانای الکتریکی	رسانای گرمایی	تمایل به دادن. گرفتن یا اشتراک الکترون خواص ظاهری	خواص ظاهری
کربن (گرافیت)	C	کدر (تیره)	زیاد	ندارد	اشتراک گذاشتن الکترون	شکننده است و در اثر ضربه خرد می شود.
سیلیسیم	Si	درخشان	کم	دارد	اشتراک گذاشتن الکترون	شکننده است و در اثر ضربه خرد می شود.
ژرمانیم	Ge	درخشان	کم	دارد	اشتراک گذاشتن الکترون	شکننده است و در اثر ضربه خرد می شود.
قلع	Sn	درخشان	زیاد	دارد	از دست دادن الکترون	در اثر صربه تغییر شکل می دهد و خرد نمی شود.
سرب	Pb	درخشان	زیاد	دارد	از دست دادن الکترون	در اثر صربه تغییر شکل می دهد و خرد نمی شود.



• کاتیون های حاصل از فلزهای اصلی، اغلب به آرایش پایدار گاز نجیب می رسند به جز مواردی مانند فلزهای قلع و سرب که با تشکیل کاتیون های Pb^{2+} , Pb^{4+} , Sn^{2+} , Sn^{4+} به آرایش گاز نجیب نمی رسند.

نکته: عنصر کربن دارای دو دگرشکل گرافیت و الماس است که گرافیت دارای رسانایی الکتریکی ولی فاقد رسانایی گرمایی است حال آنکه الماس دارای رسانایی گرمایی ولی فاقد رسانایی الکتریکی است.

مقایسه فلزها و نافلزهای تناوب سوم

نام عنصر	رسانایی گرمایی و الکتریکی	تمایل به دادن. گرفتن یا اشتراک الکترون	خواص فیزیکی	شکل ظاهری	حالت فیزیکی در دمای اتاق
فلزها (Na, Mg, Al)	زیاد	الکترون از دست می دهند.	در اثر ضربه تغییر شکل می دهند و خرد نمی شوند.	درخشان هستند.	جامد
نافلزها (P, S, Cl)	فاقد رسانایی	هم الکترون می گیرند. و هم به اشتراک می گذارند.	در اثر ضربه خرد می شوند. (کبر در حالت جامد)	درخشان نیستند. و کدر می باشند.	کبر گاز است گوگرد و فسفر جامدند.



فسفر



گوگرد



کلر

عنصر فسفر دارای دو آلوتروپ فسفر سفید و فسفر قرمز است که فسفر سفید به دلیل واکنش پذیری زیاد و دور نگه داشته شدن از اکسیژن هوا در زیر آب نگهداری می شود، زیرا جامدی ناقطبی است و در آب حل نمی شود.

جدول شارل ژانت

تعداد عناصر	۲	۲	۸	۸	۱۸	۱۸	۳۲	۳۲	۵۰	۵۰
۱-رديف	1S									
۲-رديف	2S									
۳-رديف	3S	2p								
۴-رديف	4S	3p								
۵-رديف	5S	4p	3d							
۶-رديف	6S	5p	4d							
۷-رديف	7S	6p	5d	4f						
۸-رديف	8S	7p	6d	5f						
۹-رديف	9S	8p	7d	6f	5g					
۱۰-رديف	10S	9p	8d	7f	6g					

شارل ژانت از کنار هم چیدن عنصرهای شناخته شده در زمان خود الگویی را ارائه کرد که برای عنصرهایی با عدد اتمی بزرگ تر از نیز قابل استفاده است.

- ویژگی های این جدول عبارتند از:
- با مدل کوانتومی هم خوانی دارد.
- هلیوم با توجه به آرایش الکترونی خود در ستون فلزات قلیایی خاکی قرار دارد.
- در دوردیف جدید این جدول زیر لایه پرمی شود و هر کدام شامل ۵۰ عنصر است. (رديف و)
- عناصر هر رديف برابری دارند.
- زیر لایه g با عدد کوانتومی فرعی، گنجایش حداکثر ۱۸ الکترون را مطابق با رابطه دارد.
- نوع زیر لایه های اشغالی در هر رديف به شکل روبه رو است از: در هر دسته، عنصرها از چپ به راست پرمی شوند.

نکته: یکی از ایرادهای مهم در جدول ژانت مشخص نبودن قانون دوره ای با روندهای تناوبی است.

رفتار عنصرها و شعاع اتم

- ۱- مقایسه کلی رفتار فیزیکی- شیمیایی فلزها، نافلزها و شبه فلزها
- در جدول زیر مقایسه ای کلی میان خواص فیزیکی و شیمیایی فلزها و نافلزها صورت گرفته است.

نوع عنصر	خواص فیزیکی	خواص شیمیایی
فلز	رسانایی الکتریکی و گرمایی- خاصیت چکش خواری- جلائی فلزی- قابلیت شکل پذیری- سطح صیقلی- همه جامدند به جز Hg	تمایل به از دست دادن الکترون و تشکیل کاتیون و شرکت در ساختار ترکیب های یونی
نافلز	عایق بودن در برابر در برابر جریان الکتریسیته (به جز گرافیک) و گرما- سطح کدر- خرد شدن در اثر ضربه، یافت شدن در طبیعت به هرسه حالت جامد، مایع و گاز	تمایل به گرفتن الکترون و تشکیل آنیون و رسیدن به آرایش گاز نجیب هم دوره، تمایل به اشتراک گذاشتن الکترون، شرکت در ساختار ترکیب های یونی و مولکولی

• خواص شیمیایی فلزها عبارت اند از:

- الکترون یا الکترون های بیرونی ترین زیرلایه با زیرلایه ها را از دست می دهند.
- فلزات قلیایی، قلیایی خاکی و آلومینیم به ترتیب با از دست دادن یک، دو و سه الکترون به آرایش گاز نجیب قبل از خود می رسند.
- در طبیعت معمولاً به صورت ترکیب با سایر عنصرها یافت می شوند.
- اغلب با اکسیژن هوا اکسایش می یابند و یک لایه اکسید تشکیل می دهند در نتیجه سطح آنها کدر می شود.
- در یک گروه از بالا به پایین خصلت فلزی افزایش و از چپ به راست کاهش می یابد.

گروه ← ۱۳ ۱۴ ۱۵ ۱۶ ۱۷

n=۲	B				
n=۳		Si			
n=۴		Ge	As		
n=۵			Sb	Te	
n=۶				Po	At

• ویژگی های شبه فلزها عبارت اند از:

- خواص فیزیکی آنها بیشتر شبیه فلزها است.
- رفتار شیمیایی همانند نافلزها دارند.
- نیمه رسانا هستند.
- در جدول دوره ای مرز میان فلزها و نافلزها هستند و تعداد آنها برابر ۸ عنصر است:

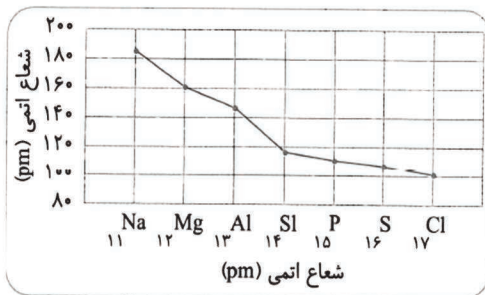
• نکاتی در مورد برخی فلزها:

- جلائی نقره ای فلز سدیم در مجاورت هوا به سرعت از بین می رود و سطح آن کدر می شود .
- فلز سدیم نرم است و با چاقو بریده شده و به سرعت در هوا تیره می شود.
- آهن فلزی محکم است و از آن برای ساخت در و پنجره های فلزی استفاده می شود.
- آهن با اکسیژن در هوای مرطوب به کندی واکنش می دهد و به رنگ آهن تبدیل می شود.
- طلا در گذر زمان جلائی فلزی خود را حفظ می کند و همچنان خوش رنگ و درخشان باقی می ماند. از این رو گنبد اماکن مقدس را با ورقه های نازکی از طلا تزیین می کنند.
- عناصر دسته d رفتاری شبیه فلزهای دسته s و p دارند.
- نکته: اگرچه همه فلزها در حالت های کلی رفتارهای مشابهی دارند، اما تفاوت های قابل توجهی میان آنها وجود دارد.

• شعاع اتمی

- روندهای تناوبی بررسی شده مانند خصلت فلزی با نافلزی عنصرها در جدول دوره ای براساس کمیت های وابسته به اتم قابل توضیح است که یکی از این کمیت ها، شعاع اتمی است.
- مطابق مدل کوانتومی، اتم را مانند کره ای در نظر میگیرند که الکترون ها پیرامون هسته و در لایه های الکترونی در حال حرکت اند.
- شعاع اتم های مختلف یکسان نیست و هرچه شعاع بزرگ تر باشد، اندازه آن اتم بزرگ تر است.
- توجه: شعاع اتمی برحسب پیکومتر (10^{-12} m) سنجیده می شود.
- شعاع اتمی در هر گروه از بالا به پایین و با افزایش عدد اتمی افزایش می یابد؛ زیرا تعداد لایه های الکترونی افزایش می یابد و بیرونی ترین الکترون در فاصله دورتری از هسته قرار می گیرد.
- شعاع اتمی در هر دوره از چپ به راست کاهش می یابد، به دو دلیل:
 - ۱- ثابت ماندن تعداد لایه ها
 - ۲- افزایش تعداد پروتون ها

نکته: شعاع اتمی تمام فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی (به جز Be) نسبت به تمام هالوژن های نافلزی بیشتر است.



بررسی تغییرات شعاع اتمی در دوره سوم

نمودار تغییرات شعاع اتمی عنصرهای دوره سوم برحسب عدد اتمی به شکل مقابل است که براساس آن می‌توان به نکات زیر اشاره کرد:

- اختلاف شعاع اتمی مربوط به دو عنصر آلومینیم و سیلیسیم از اختلاف شعاع اتمی مربوط به هر دو عنصر متوالی بیشتر است.
- کمترین اختلاف شعاع اتمی مربوط به گوگرد-کبر است.
- شعاع اتمی سیلیسیم به نافلزهای تناوبی سوم نزدیک تر است.
- گازهای نجیب در مقایسه شعاع‌های اتمی مورد بحث قرار نمی‌گیرند.

تأثیر شعاع اتمی بر رفتار شیمیایی عنصرها

شعاع اتمی بر رفتار شیمیایی عنصرهای یک گروه و همچنین بر رفتار عنصرها در گروه‌های متفاوت مؤثر است.

مقایسه ویژگی‌های فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی با هالوژن‌ها

دسته عنصرها	کمیت‌هایی که با افزایش عدد اتمی افزایش می‌یابد	کمیت‌هایی که با افزایش عدد اتمی کاهش می‌یابد
فلزات قلیایی و قلیایی خاکی	تعداد لایه‌های الکترونی-شعاع اتمی-خصلت فلزی-تمایل به از دست دادن الکترون-فعالیت شیمیایی-شدت واکنش با هالوژن‌ها-سرعت واکنش با هالوژن‌ها	تمایل به جذب الکترون لایه ظرفیت-جاذبه هسته بر الکترون ظرفیت، نقطه ذوب و جوش (به طور کلی)
هالوژن‌ها	تعداد لایه‌های الکترونی-شعاع اتمی-نقطه ذوب و نقطه جوش	تمایل به جذب الکترون و تشکیل آنیون-خصلت نافلزی و فعالیت شیمیایی-شدت واکنش با گاز هیدروژن-سرعت واکنش با گاز هیدروژن-جاذبه هسته بر الکترون ظرفیت

هالوژن‌ها و واکنش پذیری آنها

◀ برخی از ویژگی‌های هالوژن‌ها به صورت زیر است:

- عناصر این گروه همه نافلز و At شبه فلز است.
- با گرفتن یک الکترون به آنیون هالید تبدیل می‌شوند و به آرایش گاز نجیب هم دوره خود می‌رسند.
- در تولید لامپ‌های چراغ جلو خودرو کاربرد دارند.
- در دمای معمولی، فلوئور و کلر به صورت گازی شکل، برم مایع و دو عنصر ید و استاتین به صورت جامد هستند.
- آرایش الکترونی لایه ظرفیت هالوژن‌ها به $ns^2 np^5$ ختم می‌شود.

◀ فلزهای قلیایی واکنش پذیرترین فلزها و هالوژن‌ها نیز واکنش پذیرترین نافلزها هستند، از این رو واکنش آنها با یکدیگر به سرعت و همراه با آزاد شدن مقدار زیادی انرژی به شکل نور و گرماست.

شکل زیر واکنش سه عنصر K, Na, Li با گاز کلر را در شرایط یکسان نشان می‌دهد.



با توجه به شکل می‌توان به نکات زیر اشاره کرد:

✓ ترتیب سرعت واکنش: $K > Na > Li$

✓ ترتیب شدت واکنش: $K > Na > Li$

✓ نور تولید شده در:

✓ لیتیم (قرمز) - سدیم (زرد) - پتاسیم (صورتی-بنفش)

• واکنش فلزات قلیایی با گاز کلر

✓ فلوئور: حتی در دمای $-200^\circ C$ به سرعت واکنش می‌دهد.

✓ کلر: در دمای اتاق به آرامی واکنش می‌دهد.

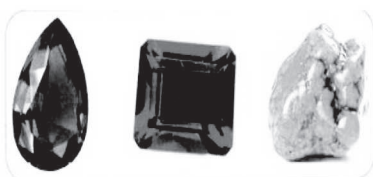
✓ برم: در دمای $200^\circ C$ واکنش می‌دهد.

✓ ید: در دمای بالاتر از $400^\circ C$ واکنش می‌دهد.

• شرایط واکنش هالوژن‌ها با گاز هیدروژن

عناصر دسته d ویژگی های عنصرهای دسته d

- فلزهای دسته d به فلزهای واسطه معروف اند در حالی که فلزهای دسته s و p به فلزهای اصلی شهرت دارند.
- فلزهای واسطه رفتاری شبیه عناصر دسته s و p از خود نشان می دهند.
- نسبت به فلزهای گروه های ۱ و ۲ از واکنش پذیری کمتری برخوردارند، ولی چگالی، نقطه ذوب و جوش آنها اغلب بیشتر است. (نقطه ذوب جیوه برخلاف سایر فلزهای واسطه کم است.)
- رسانای جریان الکتریکی و گرما هستند، چکش خوارند و قابلیت ورقه شدن دارند.
- در جدول دوره ای بین گروههای ۲ و ۱۳ قرار دارند و گروههای ۳ تا ۱۲ را به خود اختصاص داده اند.
- زیرلایه d اتم آنها در حال پر شدن است.
- نخستین سری عناصر دسته d در تناوب چهارم قرار دارند که از عنصر $_{21}\text{Sc}$ را آغاز و به عنصر $_{28}\text{Ni}$ پایان می یابد.
- اغلب این فلزها در طبیعت به شکل ترکیب هایی یونی مانند اکسیدها، کربنات ها و ... یافت می شوند.
- رنگ سرخ یا قوت، سبز زمرد و رنگ آبی سنگ فیروزه ای، به دلیل وجود برخی ترکیبات فلزهای واسطه است.



سنگ	رنگ	نوع عنصر واسطه
زمرد	سبز	کروم و وانادیم
یاقوت	سرخ	کروم
فیروزه	آبی فیروزه ای	مس

آرایش الکترونی

- آرایش الکترونی این عناصر به $(n-1)d^x ns^2$ پایان می یابد که در آن n شماره تناوب و مجموع الکترون های زیرلایه های s و d، تعیین کننده شماره گروه خواهد بود.

نکته: مجموع الکترونهای زیرلایه های s و d (شماره گروه) مشخص کننده تعداد الکترون ظرفیت است.

در میان عنصرهای واسطه دوره چهارم، برخلاف انتظار دو عنصر دارای زیرلایه $3d$ نیمه پر (Mn و Cr) و دو عنصر نیز دارای زیرلایه $3d$ پر (Cu و Zn) هستند، از این رو دو عنصر واسطه، دارای زیرلایه $4s$ نیمه پر (Cr و Cu) هستند.

نکته: عنصرهای واسطه تناوب چهارم از عدد اتمی ۲۱ تا ۳۰ و عنصرهای واسطه تناوب پنجم از عدد اتمی ۳۹ تا ۴۸ را شامل می شوند که جز در دو مورد (عنصر ۳۰ و ۳۹) در سایر عنصرها، شماره گروه برابر مجموع رقم یکان و دهگان عدد اتمی است.

$$\text{مثال: گروه } 4 \Rightarrow Z = 40 \Rightarrow 2 + 7 = 9 \text{ گروه } 9 \Rightarrow Z = 27 \Rightarrow 4 + 7 = 11 \text{ گروه } 11 \Rightarrow Z = 47$$

- به هنگام تشکیل کاتیون، الکترون ها ابتدا از ns و سپس از $(n-1)d$ جدا می شود.

کاتیون فلزهای واسطه، رنگی هستند ولی کاتیون هایی مانند Ag^+ , Sc^{3+} , Zn^{2+} در حالت محلول بی رنگ هستند. اغلب کاتیون های رنگی مربوط به کاتیون فلزهای واسطه است که به آرایش گاز نجیب نمی رسند و یا زیرلایه d آنها در یون پایدار به شکل d^1 و پر باشند.

نکته: فلز اسکندیم در وسایل خانه مانند تلویزیون رنگی و برخی شیشه ها وجود دارد. کاربرد Sc در تلویزیون رنگی ارتباطی با بی رنگ بودن کاتیون آن ندارد.

نکته: در فلزهای واسطه دوره چهارم تنها یون $_{21}\text{Sc}^{3+}$ به آرایش پایدار گاز نجیب [Ar] می رسد.

فلزهای واسطه اغلب دارای دو یا چند نوع کاتیون با بار الکتریکی متفاوت هستند، به جز: Ag^+ , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Sc^{3+}

پیوند با صنعت: طلا

عنصر طلا با نماد شیمیایی Au و فلزی واسطه است که در گروه ۱۱ (هم گروه با Cu و Ag) و دوره ششم قرار دارد. این عنصر افزون بر ویژگی های مشترک فلزها، ویژگی های منحصر به فردی نیز دارد.

به اندازه ای چکش خوار و نرم است که چند گرم از آن را می توان با چکش خواری به صفحه ای با مساحت چند متر مربع تبدیل کرد. به همین دلیل ساخت رشته سیم های بسیار نازک (نخ طلا) به راحتی امکان پذیر است.

عنصرها در طبیعت

- اغلب عنصرها در طبیعت به شکل ترکیب یافت می شوند ولی برخی نافلزها مانند اکسیژن، نیتروژن، گوگرد و ... به شکل آزاد در طبیعت وجود دارند، البته در میان فلزها تنها طلا به شکل کلوخه با رگه های زرد لابه لای خاک یافت می شود.

روش شناسایی برخی یون ها

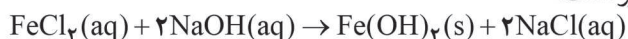
- برای شناسایی یک کاتیون معین در محلول باید از محلول دارای آنیونی استفاده کرد که از واکنش آنیون با کاتیون مورد نظر، رسوب، رنگی تشکیل شود.

محلول های آهن (II) کلرید (سبز رنگ) و سدیم هیدروکسید (بی رنگ) محلول های شفافی هستند.

• شناسایی یون Fe^{2+}

برای شناسایی یون Fe^{2+} می توان از محلولی استفاده کرد که شامل یون هیدروکسید باشد. در این صورت تشکیل رسوب $\text{Fe}(\text{OH})_2$ به رنگ سبز تیره بیانگر وجود یون Fe^{2+} است.

واکنش شناسایی یون Fe^{2+} توسط سدیم هیدروکسید به شکل زیر است:

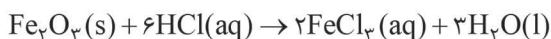
• شناسایی یون $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$

برای شناسایی یون Fe^{3+} نیز می توان از محلولی استفاده کرد که شامل یون های هیدروکسید باشد. در این صورت تشکیل رسوب $\text{Fe}(\text{OH})_3$ به رنگ قرمز قهوه ای بیانگر وجود یون Fe^{3+} است.

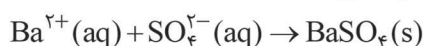
واکنش شناسایی یون Fe^{3+} توسط محلول سدیم هیدروکسید به شکل زیر است:



- برای شناسایی یون آهن موجود در زنگ آهن، ابتدا زنگ آهن تشکیل شده در سطح میخ آهنی را در محلول هیدروکلریک اسید حل می کنیم تا یون آهن به صورت محلول آزاد شود، سپس برای شناسایی این یون، مقداری محلول سدیم هیدروکسید به آن می افزاییم که تشکیل رسوب قرمز قهوه ای دلیلی بر وجود Fe^{3+} در زنگ آهن است. معادله واکنش زنگ آهن با اسید در مرحله اول به شکل زیر است.



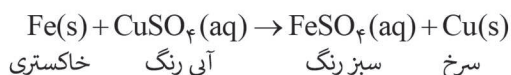
- برای شناسایی آنیون موجود در یک نمونه می توان از کاتیونی استفاده کرد که با آنیون مورد نظر رسوب تشکیل دهد. برای مثال برای شناسایی یون سولفات موجود در کود شیمیایی می توان از یون باریم استفاده کرد، زیرا باریم سولفات رسوب است.



واکنش پذیری فلزها و مقایسه آنها

- واکنش میخ آهنی با محلول مس (II) سولفات:

با توجه به انجام واکنش می توان نتیجه گرفت که واکنش پذیری آهن نسبت به مس بیشتر است؛ زیرا توانسته است مس را از نمکش جدا کند.



توجه: با گذشت زمان زمان رنگ آبی محلول به رنگ سبز تغییر می کند.

• مقایسه واکنش پذیری سایر فلزها:

در هر واکنش شیمیایی که به طور طبیعی انجام می شود، واکنش پذیری واکنش دهنده ها از فرآورده ها بیشتر است. برای مثال در جدول زیر، واکنش پذیری سه گروه از فلزها با هم مقایسه شده است.

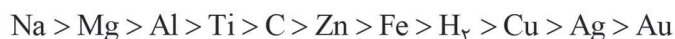
واکنش پذیری			رفتار نام فلز
ناچیز	کم	زیاد	
م، نقره و طلا	آهن-روی	سدیم-پتاسیم	

با توجه به واکنش های رو به رو می توان نتیجه گرفت که واکنش پذیری Na از C بیشتر است و واکنشی انجام نمی شود ولی واکنش پذیری C از Fe بیشتر است، پس مقایسه واکنش پذیری این سه عنصر به شکل زیر است:

انجام نمی شود $\text{Na}_2\text{O(s)} + \text{C(s)} \longrightarrow$



شیمیدان ها با انجام آزمایش های گوناگون و مقایسه واکنش پذیری عناصرها نسبت به هم همانند دو واکنش بالا توانسته اند ترتیبی برای مقایسه واکنش پذیری عناصرها ارائه دهند.



استخراج فلزها

- هر فلزی که فعال تر است، میل ترکیبی بیشتری دارد و ترکیبات پایدارتری ایجاد می کند و استخراج آن دشوارتر خواهد بود.
- استخراج آهن از آهن (III) اکسید Fe_2O_3 یا هماتیت صورت می پذیرد که برای استخراج آن می توان از واکنش Fe_2O_3 با فلز سدیم، کربن یا کربن مونوکسید استفاده کرد.



• استخراج توسط کربن:



• استخراج توسط کربن مونوکسید:



• استخراج توسط سدیم:

عنصر کربن نسبت به فلز سدیم برای استخراج آهن مناسب تر است، زیرا: $\left\{ \begin{array}{l} \text{دسترسی به کربن آسان تر است.} \\ \text{صرفه اقتصادی بیشتری دارد.} \end{array} \right.$

(سدیم نسبت به کربن گران تر است.)

- در ایران مجتمع های صنعتی بزرگی برای استخراج فلزها بنا شده است:

فولاد مبارکه ← استخراج آهن سرچشمه ← استخراج مس اراک ← استخراج آلومینیم خراسان ← استخراج منیزیم

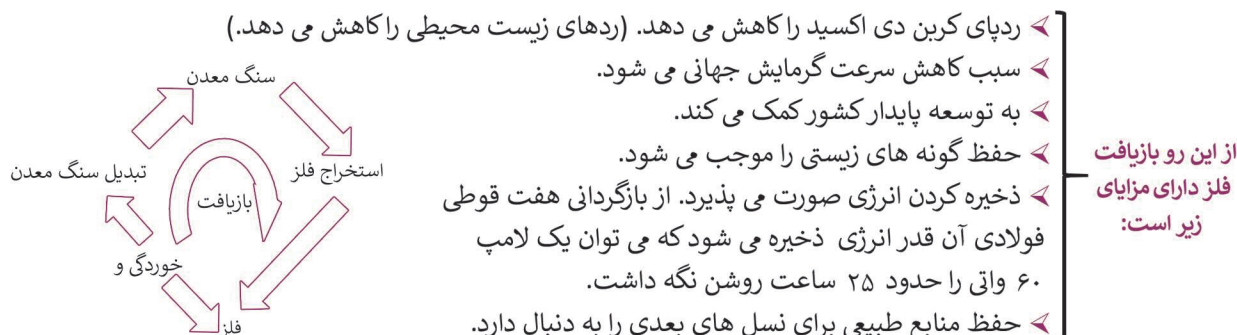
در فولاد مبارکه مانند همه شرکت های فولاد جهان برای استخراج آهن از کربن استفاده می کنند. معدن مس سرچشمه کرمان یکی از بزرگ ترین مجتمع های صنعتی معدنی جهان به شمار می رود. این معدن بزرگ ترین تولیدکننده مس در جهان است. مس خام از سنگ معدن آن مطابق واکنش مقابل به دست می آید:



سه ویژگی توسعه پایدار در جوامع انسانی عبارت اند از:

◀ اقتصاد شکوفا ▶ جامعه خوش نام (مردم دارای اخلاق آراسته) ▶ محیط زیست سالم

- در شکل مقابل فرایند استخراج فلز از طبیعت و برگشت آن به طبیعت نشان داده شده است. فلزها منابع تجدیدناپذیرند، چون سرعت مصرف و استخراج فلز بیشتر از برگشت فلز به طبیعت است.



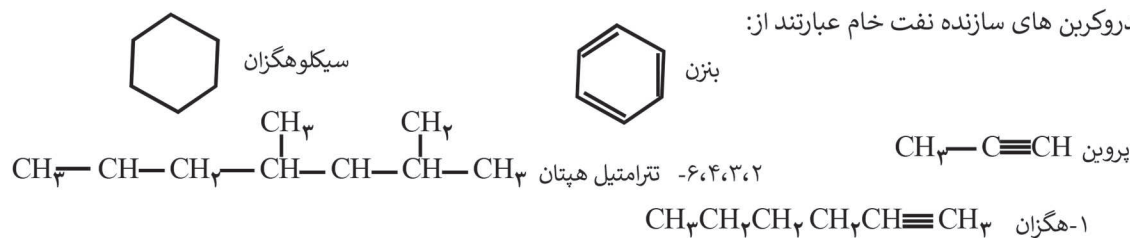
- در استخراج فلز تنها درصد کمی از سنگ معدن به فلز تبدیل می شود. برای مثال در استخراج یک تن آهن، ۲ تن سنگ معدن و یک تن از منابع معدنی دیگر استفاده می شود.
- **توجه:** پسماند سرانه سالانه فولاد ۴۰ کیلوگرم است.
- **نفت خام یکی از سوخت های فسیلی و به شکل مایع غلیظ سیاه رنگ با قهوه ای متمایل به سبز است که از دل زمین بیرون می آید.**

• نفت خام دارای دو نقش اساسی در زندگی امروزی است:

- ◀ منبع تامین انرژی
- حدود نیمی از نفتی که از چاه های نفت بیرون کشیده می شود، به عنوان سوخت در وسایل نقلیه استفاده می شود. (حدود ۵۰ درصد)
- بخش اعظم نیم دیگر آن برای تأمین گرما و انرژی الکتریکی به کار می رود. (حدود ۴۰ درصد)
- ◀ ماده اولیه برای تهیه بسیاری از مواد و کالاهای:
- کمتر از ۱۰ درصد از نفت خام مصرفی در دنیا برای تولید لیاف و پارچه، شوینده ها، مواد آرایشی و بهداشتی، رنگ پلاستیک، مواد منفجره و لاستیک به کار می رود.
- نفت خام مخلوطی از هزاران ترکیب شیمیایی است که بخش عمده آن را هیدروکربن های گوناگون تشکیل می دهند، بنابراین عنصر اصلی سازنده نفت خام، کربن است.
- عنصر کربن در خانه شماره ۶ جدول دوره ای قرار دارد و ۴ الکترون در لایه ظرفیت آن وجود دارد. این اتم رفتارهای منحصر به فردی دارد که آن را از اتم دیگر عنصرهای جدولی متمایز می سازد.
- به طوری که امروزه ترکیب های شناخته شده از اتم کربن، از مجموع ترکیب های شناخته شده از دیگر عنصرهای جدول دوره ای بیشتر است. اتم کربن می تواند الکترون های خود را با اتم های دیگر به اشتراک بگذارد و با رسیدن به آرایش هشت تایی پایدار شود.

رفتار ویژه اتم کربن به این دلیل است که:

- افزون بر تشکیل پیوند اشتراکی یگانه، توانایی تشکیل پیوندهای اشتراکی دوگانه و سه گانه را با خود و برخی اتم های دیگر مانند نیتروژن، اکسیژن و گوگرد و ... را دارد.
- توانایی تشکیل زنجیر و حلقه های کربنی را دارد.
- می تواند با اتم عنصرهای هیدروژن، اکسیژن و ... به شیوه های گوناگون متصل شده و مولکول های زیادی مانند کربوهیدرات ها، پروتئین ها و چربی ها، آمینواسیدها، آنزیم ها، پروتئین ها و ... را بسازد.
- پیوند قوی اشتراکی با خود با سایر عناصر برقرار می کند.
- ◀ برخی هیدروکربن های سازنده نفت خام عبارتند از:

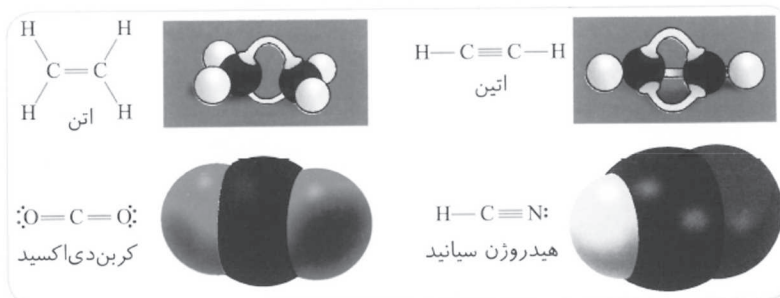


مقایسه انواع نمایش مولکول ها

- **مدل گلوله - میله:** روشی برای نمایش سه بعدی مولکول هاست که در آن از گلوله ها با رنگ های متفاوت به عنوان اتم و میله ها به عنوان پیوند بین اتم ها استفاده می شود.
- **مدل فضاپرکن:** روشی برای نمایش سه بعدی مولکول هاست که در آن فقط اتم ها متناسب با حجم واقعی خود به صورت کره ای شکل نمایش داده می شود.
- در جدول زیر به روش نمایش مولکول ها با یکدیگر مقایسه شده است.

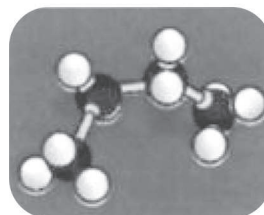
نوع نمایش	توانایی مقایسه اندازه نسبی اتم ها	تشخیص شکل هندسی	تشخیص مرتبه پیوند	تشخیص وجود زوج الکترون ناپیوندی
لوویس	×	×	✓	✓
فضاپرکن	✓	✓	×	×
گلوله-میله	✓	✓	✓	×

در شکل زیر ساختار لوویس، مدل گلوله - میله و مدل فضاپرکن برای چهار مولکول متفاوت نشان داده شده است.

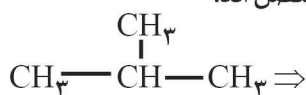


آلکان ها

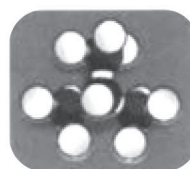
- در ساختار آلکان ها هر اتم کربن با چهار پیوند یگانه به اتم های کناری متصل شده است. متان CH_4 ، ساده ترین و نخستین عضو خانواده آلکان هاست. آلکان ها براساس نوع اتصال اتم های کربن به یکدیگر به دو دسته تقسیم می شوند.
- ◀ راست زنجیر؛ در آلکان راست زنجیر هر اتم کربن به یک یا دو اتم کربن دیگر متصل است. مثال:



شاخه دار: در آلکان های شاخه دار برخی کربن ها به سه یا چهار اتم کربن دیگر متصل اند.



این اتم کربن به سه اتم کربن دیگر متصل است.



◀ فرمول عمومی آلکان ها $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ است که n می تواند بزرگ تر و یا مساوی ۱ باشد. بر این اساس:

- تعداد پیوند های اشتراکی یک آلکان از رابطه $(3n+1)$ محاسبه می شود.
- تعداد پیوندهای $\text{C}-\text{C}$ در ساختار یک آلکان از رابطه $(n-1)$ محاسبه می شود.
- برای محاسبه تعداد پیوندهای $\text{C}-\text{H}$ در ساختار آلکان برابر با تعداد اتم های هیدروژن $(2n+2)$ را در است.

نکته: گریس با فرمول $\text{C}_{18}\text{H}_{38}$ و وازلین با فرمول $\text{C}_{25}\text{H}_{52}$ نوعی آلکان هستند.

◀ گشتاور دوقطبی آلکان حدود صفر است و مولکول های آنها ناقطبی محسوب می شود. از این رو آلکان ها به دلیل ناقطبی بودن در آب نامحلول اند. این ویژگی سبب می شود تا برای جلوگیری از رسیدن آب به سطح فلز و حفاظت از فلزها، از آنها به یکی از دو شکل زیر استفاده کرد:

- قراردادن فلزها در آلکان های مایع
- اندود کردن سطح فلزها و وسایل فلزی با آلکان ها

بررسی خواص فیزیکی آلکان ها

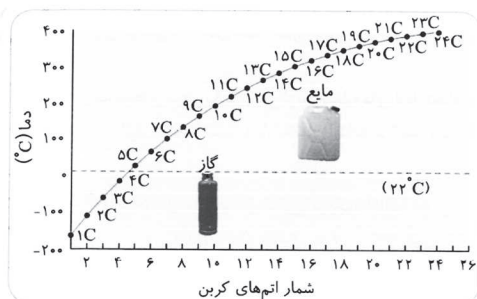
شمار اتم های کربن نقش مهمی در رفتار هیدروکربن ها دارد. به طوری که با تغییر تعداد آنها رفتار هیدروکربن ها تغییر می کند. در جدول با برخی از این رفتارها آشنا می شوید.

خواصی که با افزایش تعداد کربن افزایش می یابد.	خواصی که با افزایش تعداد کربن کاهش می یابد.
جرم مولی	فرار بودن: تمایل برای تبدیل به حالت گاز
چگالی بخار آن ها در شرایط یکسان	سیال بودن
نیروهای بین مولکولی	درصد جرمی هیدروژن
نقطه جوش	نسبت تعداد اتم های هیدروژن به اتم های کربن
نقطه ذوب	اختلاف نقطه جوش
گرانروی: مقاومت مایع در برابر جاری شدن	
چسبندگی	
درصد جرمی کربن	
نسبت تعداد اتم های کربن به اتم های هیدروژن	

بررسی تغییرات نقطه جوش آلکان های راست زنجیر

نمودار زیر نقطه جوش آلکان های راست زنجیر را نشان می دهد، با توجه به آن می توان به نکات زیر اشاره کرد:

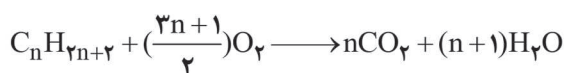
با افزایش تعداد اتم های کربن نیروهای بین مولکولی از نوع دوقطبی القایی - دوقطبی القایی تقویت شده، نقطه جوش افزایش می یابد.



- بیشترین تفاوت نقطه جوش میان متان و اتان است.
- با افزایش تعداد کربن اختلاف نقطه جوش آلکان ها کاهش می یابد.
- در دمای 22°C فقط ۴ آلکان راست زنجیر به حالت گازی هستند.
- در دمای 100°C فقط ۷ آلکان راست زنجیر به حالت گازی هستند.

واکنش پذیری آلکان ها

- ویژگی مهم و برجسته آلکان ها، سیر شده بودن آنهاست. یعنی در ساختار آنها هر اتم کربن با چهار پیوند اشتراکی به چهار اتم دیگر متصل است.
- به دلیل سیر شده بودن آلکان ها، این نوع ترکیبات تمایل چندانی به انجام واکنش های شیمیایی ندارند.
- معادله واکنش کلی سوخت کامل آلکان ها چنین است:



- عدم واکنش پذیری آلکان ها سبب شده است که میزان سمی بودن آنها کمتر شده و استنشاق آنها بر شش ها و بدن تاثیر چندانی نداشته باشد و تنها سبب کاهش مقدار اکسیژن در هوای دم می شود که در صورت زیاد بودن ممکن است سبب مرگ شود.
- توجه:** پس از شستن دست با بنزن، پوست خشک می شود و در صورت تماس مداوم پوست با آلکان های مایع و به بافت های پوست آسیب می رساند که دلیل آن حل شدن چربی پوست در آلکان های مایع است.

نام گذاری آلکان ها

- آلکان های راست زنجیره جدول زیر نام و فرمول مولکولی ده آلکان راسته زنجیر را نشان می دهد.

فرمول مولکولی	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}	C_6H_{14}	C_7H_{16}	C_8H_{18}	C_9H_{20}	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$
نام	متان	اتان	پروپان	بوتان	پنتان	هگزان	هپتان	اوکتان	نوتان	دکان

مطابق جدول براساس قواعد آیوپاک برای نامیدن آلکان راست زنجیر کافی است شمار اتم های کربن را با پیشوند معادل که در جدول زیر معرفی شده است، بیان کرده و در انتها پسوند «ان» را بیفزاییم.

پیشوند	مت	ات	پروپ	بوت	پنت	هگز	هپت	اکت	نون	دک
تعداد کربن	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰

• آلکان های شاخه دار:

مرحله اول: بلندترین زنجیر کربن را به عنوان زنجیر اصلی تعیین می کنیم. اگر دو یا چند زنجیر یا تعداد اتم کربن برابر داشته باشیم آنگاه، زنجیری را به عنوان زنجیر اصلی انتخاب می کنیم که تعداد شاخه فرعی بیشتری داشته باشد.

مرحله دوم: شماره گذاری زنجیر اصلی را از سمتی انجام می دهیم که زودتر به نخستین شاخه فرعی برسیم.

نام شاخه فرعی	متیل	اتیل	پروپیل	ایزوپروپیل
فرمول شاخه فرعی	$-\text{CH}_3$	$-\text{CH}_2\text{CH}_3$	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	$-\text{CH}(\text{CH}_3)_2$

مرحله سوم: اگر فاصله دو شاخه فرعی متفاوت از دو سر زنجیر یکسان باشد، شماره گذاری را از سمتی انجام می دهیم که حرف اول نام شاخه فرعی در حروف انگلیسی مقدم باشد.

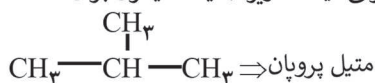
مرحله چهارم: اگر فاصله شاخه های فرعی از دو سر زنجیر یکسان باشد، شماره گذاری را از سمتی انجام می دهیم که به کربن دارای دومین شاخه نزدیک تر باشد.

مرحله پنجم: برای نوشتن نام آلکان ابتدا شماره کردن شاخه دار و نام شاخه فرعی را به ترتیب حروف انگلیسی نوشته و در پایان نام آلکان های زنجیر اصلی را می نویسیم.

توجه: برای شاخه های فرعی یکسان پس از ذکر شماره های آنها، تعداد آنها را با پیشوندهای عددی (دی، تری، تترا و ...) بیان می کنیم.

- برای نامگذاری هالوژن پسوند را به نام هالوژن اضافه می کنند: مانند فلوئورو، کربو، برومو و ...
- نکته:** در نامگذاری ترکیبات آلی اسامی زیر وجود ندارد.
- ۱- متیل ... ۱- اتیل ... ۱- پروپیل ... ۲- اتیل ... ۲- پروپیل

در برخی از آلکان های شاخه دار با وجود شاخه فرعی نیاز به نوشتن شماره کربن دارای شاخه فرعی نیست زیرا جایگاه دیگری برای شاخه فرعی قابل تصور نیست. مانند:



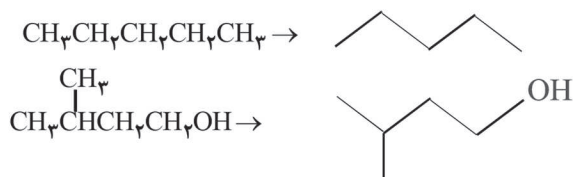
فرمول های نمایش ترکیب های آلی

• برای نمایش ترکیب های آلی، افزون بر فرمول گسترده و ساختار لوویس آنها می توان از دو نوع فرمول زیر نیز استفاده کرد.

◀ فرمول نقطه - خط (اسکتی):

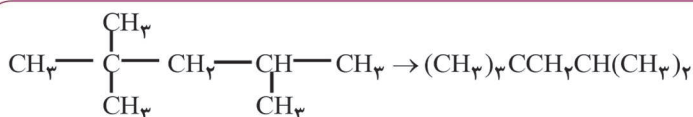
در این فرمول از خطوط به عنوان پیوند های شیمیایی و حروف به عنوان نماد شیمیایی عنصرها استفاده می شود. ویژگی مهم این نوع فرمول نویسی، نمایش ندادن اتم های کربن و هیدروژن است. محل شکست خطوط و همچنین ابتدا و انتهای آنها محل اتم های کربن است.

مثال:



◀ فرمول پرانتزدار یا فشرده:

در این فرمول شاخه های فرعی با بخش های تکراری را درون پرانتز قرار می دهند.



• شیمی دان ها به موادی که فرمول مولکولی یکسان اما ساختار متفاوتی دارند، ایزومری (هم پار) می گویند.

در آلکان ها ایزومری، از بوتان آغاز می شود که دارای ۲ ایزومر است.



سایر هیدروکربنها

۱- آلکن ها

- این دسته از هیدروکربن ها در ساختار خود یک پیوند دوگانه کربن - کربن دارند. پسوند «ان» در انتهای نام آلکن ها نشان دهنده وجود یک پیوند دوگانه در ساختار هیدروکربن است.
- فرمول عمومی آلکن ها C_nH_{2n} ($n \geq 2$) و اتن یا فرمول مولکولی C_2H_4 نخستین عضو خانواده آلکن ها است.
- این ماده در بیشتر گیاهان وجود دارد، موز و گوجه فرنگی رسیده گاز اتن آزاد می کنند (عامل عمل آورنده در کشاورزی نامیده می شود).

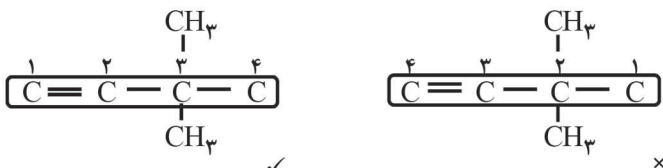
- اتن سنگ بنای پتروشیمی است و فراورده های فراوانی از آن تولید می شود. برای مثال در صنعت پتروشیمی، ترکیب ها، مواد و وسایل گوناگون از نفت با گاز طبیعی به دست می آید که به فراورده های پتروشیمی معروف هستند، موادی مانند آمونیاک، پلی اتن، سولفوریک اسید و ...
- در آلکن ها تعداد کل پیوندهای اشتراکی از رابطه $3n$ پیروی می کند.
- در آلکن ها به تعداد پیوندهای $C-H$ برابر $2n$ و تعداد پیوندهای اشتراکی یگانه برابر $(n-2)$ است.

۲- نامگذاری آلکن ها

- انتخاب زنجیر اصلی: زنجیر اصلی طولانی ترین زنجیر کربنی است که شامل پیوند دوگانه باشد.



- شماره گذاری زنجیر اصلی: جهت شماره گذاری انجیر اصلی براساس موقعیت پیوند دوگانه تعیین می شود. یعنی از سمت شماره گذاری کنیم که زودتر به پیوند دوگانه $C-C$ برسیم.



- برای نامگذاری زنجیر اصلی پیشوند تعداد را به پسوند «ان» اضافه می کنیم. مانند:

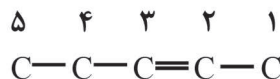
ات + ان $\Leftarrow$ اتن

پروپ + ان $\Leftarrow$ پروپن

بوت + ان $\Leftarrow$ بوتن

$\vdots$

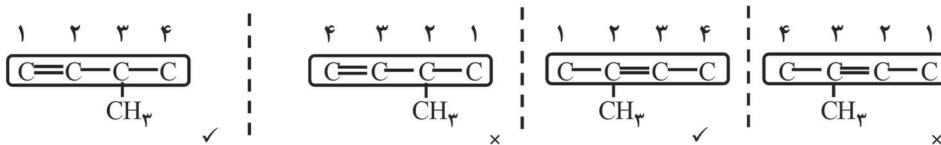
- بعد از نوشتن نام زنجیر اصلی، شماره نخستین کربنی که به پیوند دوگانه متصل شده است را در کنار نام زنجیر اصلی می نویسیم.



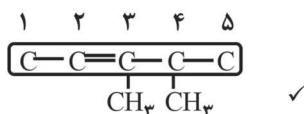
۲- پنتن

• شماره گذاری شاخه فرعی:

- در صورت وجود شاخه با شاخه های فرعی همچنان اولویت، زودتر رسیدن به پیوند دوگانه کربن - کربن است مگر اینکه رسیدن به پیوند دوگانه از هر دو سمت یکسان باشد، آنگاه زودتر رسیدن به شاخه فرعی اولویت دارد.



- قواعد نام گذاری شاخه های فرعی در آلکن ها همانند آلکان هاست.



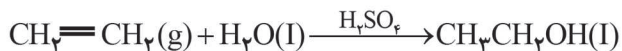
۳، ۴-دی متیل ۲- پنتن

واکنش آلکن ها

آلکن ها به دلیل داشتن پیوند دوگانه ، سیر نشده محسوب می شوند و برخلاف آلکان ها واکنش پذیری بیشتری دارند.

◀ واکنش با آب:

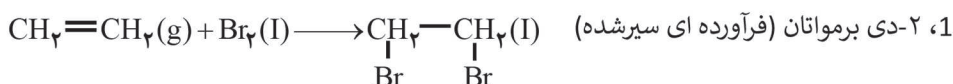
آلکن ها در مخلوط آب و اسید به الکل تبدیل می شوند. به عنوان مثال، گاز اتین در شرایط مناسب به اتانول صنعتی (فراورده سیر شده) تبدیل می شود.



اتانول بی رنگ و فرار است که به هر نسبتی در آب حل می شود و پس از آب مهم ترین حلال صنعتی است که در تهیه مواد دارویی، بهداشتی و آرایشی به کار می رود و هم چنین به عنوان ماده ضد عفونی کننده کاربرد دارد.

◀ واکنش با برم مایع:

هرگاه یک آلکن مانند اتن را در برم مایع وارد کنیم، رنگ قرمز آن از بین می رود.



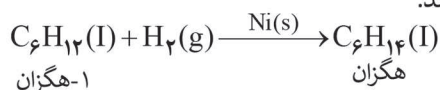
واکنش آلکن ها با برم مایع را می توان به عنوان واکنش شناسایی آلکن ها نیز در نظر گرفت. برای مثال مولکول چربی موجود در گوشت به دلیل سیر نشده بودن با بخار برم واکنش می دهد و آن را بی رنگ می کند.

توجه: برم در حالت بخار یا گازی به رنگ نارنجی دیده می شود.

◀ **پلیمر شدن:** واکنش های تشکیل پلیمر دسته دیگری از واکنش آلکن هاست که برای تهیه انواع لاستیک ها، پلاستیک ها، الیاف و پلیمرهای سودمند انجام می شود.

◀ واکنش با هیدروژن:

آلکن ها در حضور کاتالیزگر نیکل با گاز هیدروژن به ترکیب سیر شده آلکان تبدیل می شوند.



توجه: هگزان و ۱- هگزن، هر دو مایعی بی رنگ هستند.

آلکین ها

• به هیدروکربن های سیر نشده با یک پیوند سه گانه کربن - کربن، آلکین گفته می شود. از این رو آلکین ها سیر نشده تراز آلکن ها هستند و با مواد شیمیایی مختلف واکنش می دهند.

فرمول عمومی آلکین ها $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ ($n \geq 2$) و اتین با فرمول مولکولی C_2H_2 ، ساده ترین آلکین و پروپین دومین عضو خانواده آلکین ها است.

نکته: در جوش کاربریدی دمای لازم برای جوش فلزها را از سوختن گاز اتین تهیه می کنند.

• تعداد کل پیوند های اشتراکی آلکین ها از رابطه $3n - 1$ محاسبه می شود.

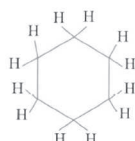
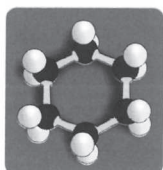
تعداد پیوندهای $\text{C}-\text{H}$ از رابطه $2n - 2$ به دست می آید.

• نام گذاری آلکین ها همانند آلکن ها است فقط به جای پسوند «ان» از پسوند «ین» برای مشخص کردن پیوند سه گانه استفاده می شود.

۵- سیکلو آلکان ها

• هیدروکربن های سیر شده ای هستند که در ساختار خود یک حلقه دارند، سیکلو پیشوندی به معنای حلقوی است که برای نامگذاری برخی ترکیبات حلقوی به کار می رود.

فرمول عمومی سیکلو آلکان ها C_nH_{2n} ($n \geq 3$) و سیکلو پروپان با فرمول C_3H_6 ساده ترین عضو خانواده سیکلو آلکان ها است.



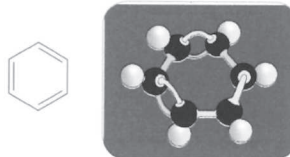
در شکل فرمول ساختاری و مدل گلوله-میله برای سیکلو هگزان نشان داده شده است.

• تعداد کل پیوند های اشتراکی در سیکلو آلکان ها از رابطه $4n$ محاسبه می شود و تمام پیوندهای اشتراکی در آنها همانند آلکان ها یگانه است.

نکته: سیکلو آلکان ها با آلکن ها دارای فرمول مولکولی یکسان (C_nH_{2n}) هستند ولی ساختار گسترده متفاوتی دارند. پس ایزومر یکدیگرند.

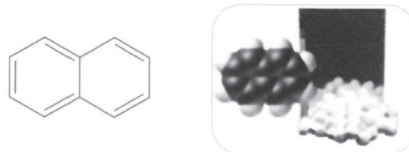
ترکیبات آروماتیک (معطر)

• بنزن هیدروکربنی سیر نشده با فرمول مولکولی C_6H_6 ، سرگروه خانواده مهمی از هیدروکربنها به نام آروماتیک ها است.



ترکیباتی که در ساختار خود دارای دست کم یک حلقه بنزی باشند آروماتیک به شمار می آیند.

نفثالی با فرمول مولکولی $C_{10}H_8$ مدت ها به عنوان ضد بید برای نگهداری فرش و لباس کاربرد داشته است.

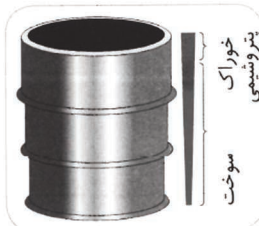


• هیدروکربن های آروماتیک به دلیل داشتن پیوندهای دوگانه سیر نشده محسوب می شوند. از این رو برای سیر شدن آنها به ازای هر پیوند دوگانه، یک مولکول H_2 نیاز است.

نفت و اقتصاد

• نفت خام مخلوطی از هیدروکربن های گوناگون، برخی نمکها، اسیدهها، آب و ... است. مقدار نمک و اسید در نفت خام، کم و در نواحی گوناگون متغیر است و به جنس زمین بستگی دارد.

بخش عمده هیدروکربن های موجود در نفت خام را آلکان ها تشکیل می دهند که به دلیل واکنش پذیری کم، اغلب به عنوان سوخت به کار می روند و تنها مقدار کمی از نفت خام به عنوان خوراک پتروشیمی در تولید مواد شیمیایی به کار می رود.



بررسی چهار نوع نفت خام

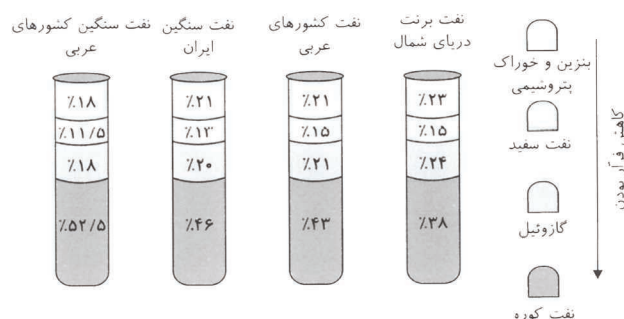
• نفت خام از چهار جزء اصلی تشکیل شده است، نفت کوره، گازوئیل، نفت سفید، بنزن و خوراک پتروشیمی.

ترتیب چگالی، اندازه مولکول، گرانروی و نقطه جوش: بنزن و خوراک پتروشیمی > نفت سفید > گازوئیل > نفت کوره

ترتیب میزان فرار بودن و سیال بودن: بنزن و خوراک پتروشیمی < نفت سفید < گازوئیل < نفت کوره

از میان اجزای مختلف نفت خام، بیشترین و کمترین درصد به ترتیب مربوط به نفت کوره و نفت سفید است.

• نفت خام براساس درصد نفت کوره به دو دسته سبک و سنگین تقسیم می شود. هرچه درصد نفت کوره بیشتر باشد، آن نفت سنگین تر و هرچه درنفتی درصد بنزن و خوراک پتروشیمیایی بیشتر باشد، آن نفت سبک تر است.



پالایش نفت خام

پس از جدا کردن نمکها، اسیدها و آب، نفت خام را پالایش می‌کنند. برای این منظور با استفاده از تقطیر جزء به جزء، هیدروکربن های آن را به صورت مخلوط هایی با نقطه جوش نزدیک به هم جدا می‌کنند برای انجام این کار:

❖ نفت خام را در محفظه ای بزرگ گرما می‌دهند و آن را به برج تقطیر هدایت می‌کنند.

❖ در برج تقطیر دما از پایین به بالا کاهش می‌یابد.

هنگامی که نفت خام داغ به قسمت پایین برج وارد می‌شود، مولکول های سبک تر و فرارتر از جمله مواد پتروشیمیایی، از مایع بیرون آمده و به سوی بالای برج حرکت می‌کنند.

به تدریج که مولکول ها بالاتر می‌روند، سرد شده و به مایع تبدیل می‌شوند و در سینی هایی که در فاصله های گوناگون برج قرار دارند، وارد شده و از برج خارج می‌شوند.

می‌توان چنین نتیجه گرفت که در پایین برج نفت کوره و در بالای برج تقطیر، بنزین و خوراک پتروشیمی جمع آوری می‌شود.

زغال سنگ

• زغال سنگ یکی از سوخت های فسیلی است. طول عمر ذخایر زغال سنگ به ۵۰۰ سال می‌رسد.

زغال سنگ می‌تواند به عنوان سوخت، جایگزین نفت شود، اما این عمل سبب ورود مقدار بیشتری از انواع آلاینده ها در هواکره شده و تشدید اثر گلخانه ای را به دنبال خواهد داشت.

• مقایسه سوختن بنزین و زغال سنگ:

مقدار گرمای آزاد شده $\left(\frac{\text{kJ}}{\text{g}}\right)$: زغال سنگ > بنزین

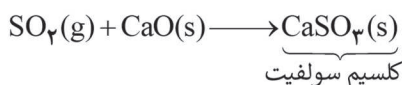
مقدار کربن دی اکسید به ازای هر کیلوژول انرژی تولید شده: بنزین > زغال سنگ
تنوع آلاینده ها: بنزین > زغال سنگ

نام سوخت	گرمای آزاد شده $(\frac{\text{kJ}}{\text{g}})$	فرآورده های سوختن	مقدار کربن دی اکسید به ازای هر کیلو ژول تولید شده (g)
بنزین	۴۸	CO_2 و $\text{CO.H}_2\text{O}$	۰/۰۶۵
زغال سنگ	۳۰	SO_2 و CO_2 و $\text{NO}_2.\text{CO.H}_2\text{O}$	۰/۱۰۴

• روش های بهبود کارایی زغال سنگ:

❖ شست و شوی زغال سنگ به منظور حذف گوگرد و ناخالصی های دیگر

❖ به دام انداختن گاز SO_2 خارج شده از نیروگاه ها با عبور گازهای خروجی از روی کلسیم اکسید (آهک)



• شرایط دشوار استخراج زغال سنگ:

یکی از مشکلات زغال سنگ، شرایط دشوار استخراج آن است. این دشواری شامل دو بخش است:

❖ فروریختن معدن

❖ انفجار در معدن: این انفجارها اغلب به دلیل تجمع گاز متان آزاد شده از زغال سنگ در معدن رخ می‌دهد (هرگاه مقدار آن به بیش از ۵ درصد برسد احتمال انفجار وجود دارد).

از این رو، اندازه گیری و کنترل پیوسته گاز متان و رعایت استانداردها و اصول ایمنی به طور دقیق در معدن ضروری است.

توجه: متان گازی سبک، بی بو و بی رنگ است.

دما کمیتی است که میزان گرمی و سردی مواد را نشان می دهد، به طوری که هرچه دما بالاتر باشد، جنبش های نامنظم ذره های آن شدیدتر است ترتیب شدت جنبش های نامنظم در حالت های فیزیکی گوناگون به صورت روبه رو است: جامد > مایع > گاز

هرچه دمای ماده بالاتر باشد. میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره های سازنده آن بیشتر است. پس می توان چنین گفت که: دما معیاری برای توصیف میانگین تندی و میانگین انرژی جنبشی ذره های سازنده یک ماده است.

انرژی گرمایی	دما
بیانگر مجموع انرژی جنبشی مولکول هاست.	بیانگر میانگین انرژی جنبشی مولکول هاست.
وابسته به مقدار ماده است.	مستقل از مقدار ماده است.
یکای آن ژول و کالری است. $1 \text{ cal} = 4/18 \text{ J}$	یکای آن درجه سلسیوس و کلوین است. $(\Delta\theta = \Delta T)$
با نماد Q نمایش می دهند.	با نماد θ و T نمایش می دهند.
برای توصیف یک فرایند به کار می رود.	برای توصیف یک نمونه ماده به کار می رود.

انرژی گرمایی گازهای تک اتمی مانند گازهای نجیب فقط به دما و تعداد مول آنها بستگی دارد و مستقل از نوع ذرات است یکای کالری (cal) برای بیان مقدار گرما استفاده می شود که معادل $4/18 \text{ J}$ است.

ظرفیت گرمایی (c')

ظرفیت گرمایی مقدار گرمایی است که برای افزایش دمای یک جسم به اندازه یک درجه سلسیوس لازم است.

نکته: ظرفیت گرمایی به مقدار، نوع و حالت فیزیکی ماده بستگی دارد.

مقدار گرمای مبادله شده در یک فرایند براساس ظرفیت گرمایی (c') از رابطه زیر به دست می آید.

$$Q = c' \Delta\theta$$

یکای ظرفیت گرمایی $\text{J}^\circ\text{C}^{-1}$ است.

تخم مرغ، درون آب در دمای 75°C پخته می شود، اما درون روغن زیتون در این دما تغییر محسوسی نمی کند، زیرا آب به دلیل داشتن ظرفیت گرمایی بیشتر برای رسیدن به دمای 75°C گرمای بیشتری را جذب کرده است و همین گرمای بیشتر سیب پخته شدن تخم مرغ شده است.

ظرفیت گرمایی ویژه (c)

ظرفیت گرمایی ویژه، مقدار گرمایی است که برای افزایش دمای یک گرم از یک جسم به اندازه یک درجه سلسیوس لازم است. ظرفیت گرمایی ویژه برخلاف ظرفیت گرمایی به مقدار ماده وابسته نیست و تنها به نوع ماده و حالت فیزیکی آن بستگی دارد.

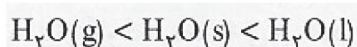
مقدار گرمای مبادله شده در یک فرایند براساس ظرفیت گرمایی ویژه (c) از رابطه مقابل قابل محاسبه است:

$$Q = mc\Delta\theta$$

یکای ظرفیت گرمایی ویژه $\text{Jg}^{-1}\text{K}^{-1}$ یا $\text{Jg}^{-1}\text{C}^{-1}$ است.

$$c' = mc$$

↓
مقدار ماده
بر حسب گرم



مقایسه گرمای ویژه حالت های فیزیکی مختلف آب:

گرمای مورد نیاز برای افزایش دمای یک محلول که از مخلوط کردن دو یا چند مایع به دست آمده است، به شرط آنکه گرمای ویژه هر مایع در حالت خالص و محلول یکسان باشد، برابر است با:

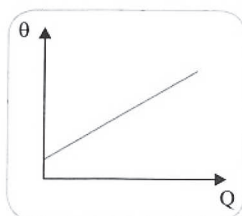
$$Q = m_1 c_1 \Delta\theta_1 + m_2 c_2 \Delta\theta_2 + \dots$$

نمودار دمای یک جسم نسبت به گرمای مبادله شده :

$$Q = c' \Delta \theta \Rightarrow Q = c'(\theta - \theta_0) \Rightarrow \frac{Q}{c'} = \theta - \theta_0 \Rightarrow \theta = \frac{1}{c'} Q + \theta_0$$

رسم نمودار برحسب c' :

$$Q = mc \Delta \theta \Rightarrow Q = mc(\theta - \theta_0) \Rightarrow \frac{Q}{mc} = \theta - \theta_0 \Rightarrow \theta = \frac{1}{mc} Q + \theta_0$$

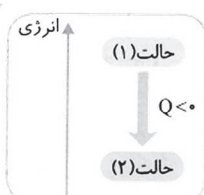
رسم نمودار برحسب c :

$$\text{شیب نمودار} = \frac{1}{c'} = \frac{1}{mc}$$

واکنش های گرماده: انرژی از سامانه به محیط داده می شود. در نتیجه انرژی سامانه کاهش و انرژی محیط افزایش می یابد. اگر فرایند از نوع واکنش شیمیایی باشد، آنگاه حالت (۱) نشان دهنده سطح انرژی واکنش دهنده ها و حالت (۲) نشان دهنده سطح انرژی فراورده هاست.

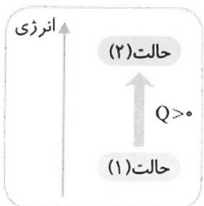
در نتیجه در فرایندهای گرماده داریم:

محتوای انرژی واکنش دهنده ها < محتوای انرژی فراورده ها



فرایندها و واکنش های گرماگیر: انرژی از محیط به سامانه داده می شود. در نتیجه انرژی سامانه افزایش و انرژی محیط کاهش می یابد. اگر یک واکنش شیمیایی گرماگیر باشد، آنگاه:

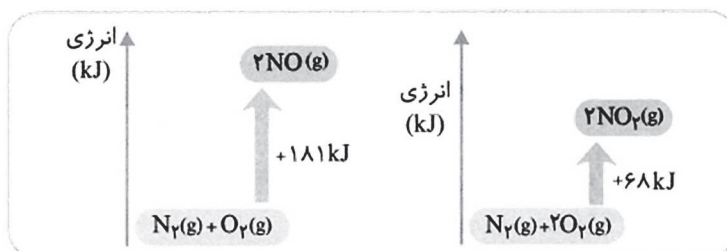
محتوای انرژی واکنش دهنده ها > محتوای انرژی فراورده ها



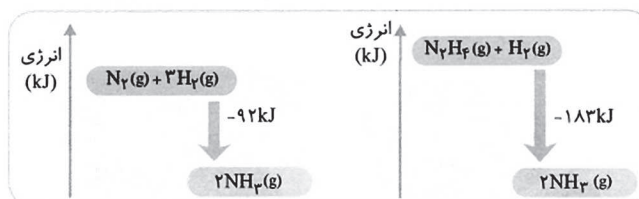
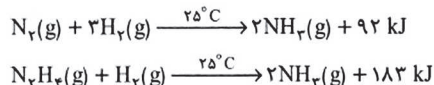
شاخه ای از علم شیمی است که به بررسی کمی و کیفی گرمای واکنش های شیمیایی، تغییر آن و تأثیری که در حالت ماده دارد، می پردازد. هر واکنش شیمیایی ممکن است با تغییر رنگ، تولید رسوب، مبادله گرما و ایجاد نور و صدا همراه باشد. ولی ویژگی بنیادی همه واکنش ها دادوستد گرما با محیط پیرامون است. شیمییدان ها گرمای جذب شده یا آزاد شده در هر واکنش شیمیایی را به طور عمده وابسته به تفاوت میان انرژی پتانسیل مواد واکنش دهنده و فراورده می دانند. انرژی پتانسیل انرژی ای است که ناشی از نیروهای نگه دارنده ذره های سازنده آن است.

انرژی پتانسیل موجود در یک نمونه ماده را با نام انرژی شیمیایی یاد می کنند. گرمای یک واکنش در دما و فشار ثابت به چهار عامل وابسته است:

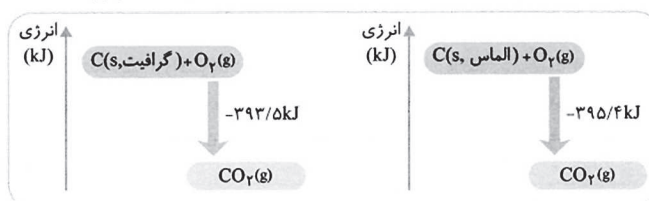
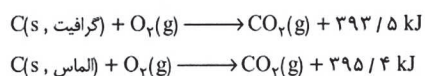
نوع فرآورده: در دو واکنش زیر، از واکنش دهنده های یکسان N_2 و O_2 دو فرآورده متفاوت تولید شده است که متفاوت بودن میزان پایداری آنها سبب متفاوت شدن گرمای دو واکنش می شود. فرآورده NO نسبت به NO_2 ناپایدارتر است و انرژی بیشتری دارد.



نوع مواد واکنش دهنده: در دو واکنش زیر، مقدار گرمای آزاد شده متفاوت است. زیرا هر چند فراورده هر دو واکنش یکسان است ولی نوع واکنش دهنده و میزان پایداری آنها متفاوت است، در واکنش اول به دلیل پایداری بودن N_2 نسبت به N_2H_4 گرمای کمتری آزاد می شود.

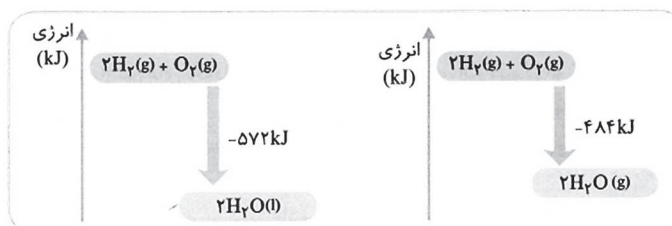
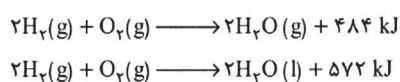


آرایش بلوری مواد واکنش دهنده و فراورده: الماس و گرافیت هر دو از اتم های کربن تشکیل شده اند و نسبت به هم آلوتروپ یا دگرشکل محسوب می شوند ولی تفاوت در آرایش اتم های کربن سبب شده که گرافیت نسبت به الماس پایداری بیشتری در اثر سوختن آزاد کند.



حالت فیزیکی مواد واکنش دهنده و فراورده:

در واکنش سوخت هیدروژن اگر به جای $H_2O(g)$ ، مولکول آب به حالت مایع تشکیل شود، به علت سطح انرژی کمتر $H_2O(l)$ نسبت به $H_2O(g)$ گرمای بیشتری آزاد می شود.

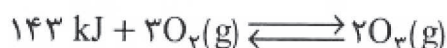


تغییر حالت فیزیکی مواد خالص با تغییر انرژی همراه است.

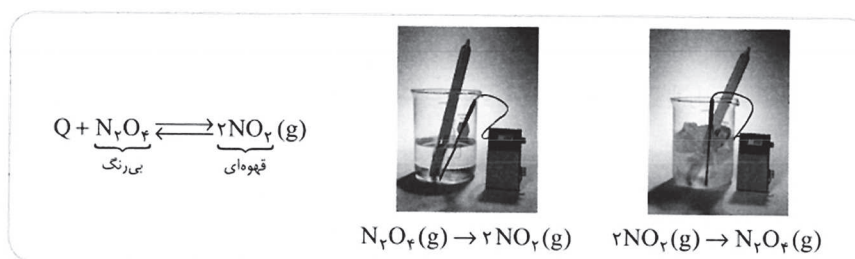
$$\Delta H_{\text{(واکنش)}} = H_{\text{(مواد فراورده)}} - H_{\text{(مواد واکنش دهنده)}} = Q_p$$

$\Delta H < 0$: گرماده $\Delta H > 0$: گرماگیر

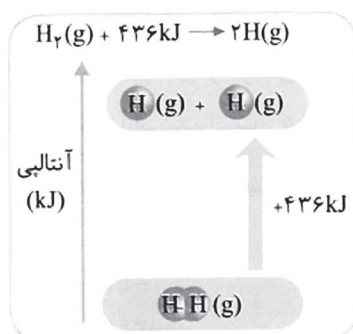
مثال: واکنش تشکیل گاز اوزون از مولکول اکسیژن یک واکنش برگشت پذیر گرماگیر است، زیرا اوزون نسبت به اکسیژن ناپایدارتر است.



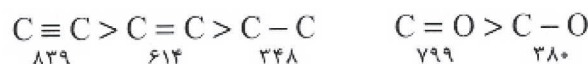
مثال: واکنش تبدیل $N_2O_4(g)$ به $NO_2(g)$ یک واکنش برگشت پذیر گرماگیر است، یعنی اگر مطابق شکل، مخلوط گازی شکل را از ظرف محتوی آب و یخ به ظرف محتوی آب $25^\circ C$ منتقل کنیم، پرتنگ می شود و اگر عکس این عمل را انجام دهیم، کم رنگ می شود.



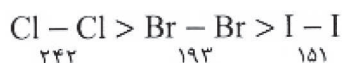
آنتالپی پیوند



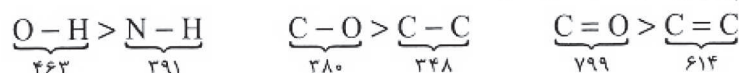
مقدار انرژی لازم برای شکستن یک مول پیوند از یک ترکیب گازی شکل و تبدیل آن به اتم های گازی شکل را آنتالپی پیوند می نامند. به عنوان نمونه، انرژی لازم برای شکستن پیوندهای اشتراکی موجود در یک مول $H_2(g)$ و تبدیل آن به دو مول $H(g)$ حدود ۴۳۶ کیلوژول است. به این مقدار، آنتالپی پیوند H-H می گویند. هرچه مرتبه پیوند اشتراکی بیشتر باشد (چندگانگی پیوند)، آنتالپی پیوند بزرگ تر خواهد بود.



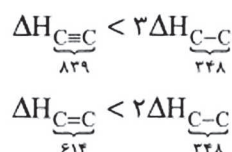
در یک گروه از جدول دوره ای از بالا به پایین شعاع اتمی افزایش می یابد. در نتیجه طول پیوند اشتراکی نیز زیاد می شود. هرچه طول پیوند اشتراکی بزرگ تر باشد، جاذبه هسته بر زوج الکترون اشتراکی کاهش یافته و آنتالپی پیوند نیز کاهش می یابد.



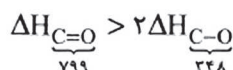
هرچه دو اتم تشکیل دهنده پیوند از نظر خصلت فلزی و نافلزی اختلاف بیشتری داشته باشند، پیوندهای اشتراکی قوی تری تشکیل می دهند و آنتالپی پیوند بیشتری نیز خواهد داشت.



با مقایسه آنتالپی پیوندهای مختلف کربن - کربن در می یابیم که:
آنتالپی پیوند سه گانه کربن - کربن کوچک تر از سه برابر آنتالپی پیوند بیگانه کربن - کربن است. این موضوع در مورد مقایسه پیوند دوگانه کربن - کربن با پیوند یگانه کربن - کربن نیز صدق می کند.



با مقایسه آنتالپی پیوندهای مختلف کربن - اکسیژن در می یابیم که: آنتالپی پیوند دوگانه کربن - اکسیژن بزرگ تر از دو برابر آنتالپی پیوند یگانه کربن - اکسیژن است.

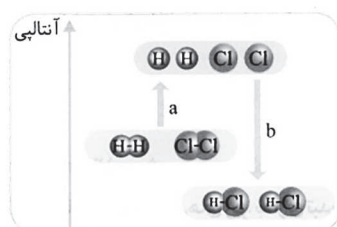


یافته های تجربی نشان می دهد که در مولکول هایی که اتم مرکزی به چند اتم کناری یکسان با پیوندهای اشتراکی متصل است، به کار بردن میانگین آنتالپی پیوند مناسب تر است. به عنوان نمونه در مولکول CH_4 انرژی لازم برای شکستن هر ۴ پیوند C-H یکسان نیست. بنابراین انرژی واکنش زیر را بر عدد ۴ تقسیم کرده و به عنوان میانگین آنتالپی پیوند C-H در نظر می گیرند.



$$\Delta H_{\text{C-H}} = \frac{1660}{4} = 415 \text{ kJ}$$

تأثیر دو عامل طول پیوند و اختلاف خصلت فلزی- نافلزی، هیچ اولیوی نسبت به یکدیگر ندارند. در برخی موارد طول پیوند تأثیرگذارتر و در برخی موارد اختلاف خصلت فلزی- نافلزی تأثیرگذارتر است.

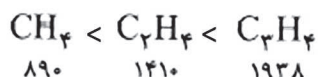


$$\Delta H = a - b$$

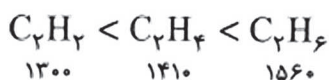
$$\Delta H_{\text{(واکنش)}} = \left(\text{مجموع آنتالپی های پیوند واکنش دهنده ها} \right) - \left(\text{مجموع آنتالپی های پیوند فراورده ها} \right)$$

به کار بردن آنتالپی های پیوند، تنها برای تعیین ΔH واکنش هایی مناسب است که همه مواد شرکت کننده در آنها به حالت گاز باشد.

هرچه مولکول های مواد شرکت کننده ساده تر باشد، آنتالپی واکنش محاسبه شده با داده های تجربی هم خوانی بیشتری دارد. آنتالپی سوختن یک ماده، هم ارز با آنتالپی واکنشی است که در آن یک مول ماده در اکسیژن کافی به طور کامل می سوزد. با افزایش تعداد اتم های کربن، گرمای سوختن افزایش می یابد.

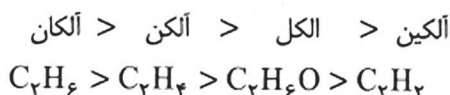


با افزایش تعداد اتم های هیدروژن، گرمای سوختن افزایش می یابد.

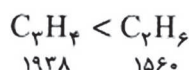


با افزایش تعداد اتم های اکسیژن، گرمای سوختن کاهش می یابد.

مقایسه گرمای سوختن ترکیب های هم کربن:



تأثیر افزایش تعداد کربن بر گرمای سوختن به مراتب بیشتر از تأثیر تعداد اتم هیدروژن است.



نکته: در ترکیب های آلی متعلق به یک خانواده، اختلاف گرمای سوختن هر ترکیب با گرمای سوختن ترکیب های قبل و بعد از آن در خانواده موردنظر تقریباً یکسان است. به عنوان نمونه، اختلاف گرمای سوختن پروپان و اتان تقریباً با اختلاف گرمای سوختن پروپان و بوتان برابر است، زیرا تفاوت فرمول مولکولی آنها در هر دو حالت CH_2 است.

شواهد نشان می دهد که ΔH واکنش تولید CO از کربن و O_2 را به روش تجربی نمی توان تعیین کرد. ΔH مرحله تشکیل هیدرازین (N_2H_4) از عناصر سازنده اش را نمی توان به روش تجربی تعیین کرد؛ زیرا نیتروژن بر اثر واکنش با هیدروژن به آمونیاک تبدیل می شود.

هیدروژن پراکسید (H_2O_2) ماده ای است با نام تجاری آب اکسیژنه که تهیه آن از واکنش مستقیم گازهای هیدروژن و اکسیژن ممکن نیست؛ زیرا از واکنش میان این دو گاز، آب تولید می شود.

تعیین ΔH واکنش با استفاده از آنتالپی های سوختن

برای تعیین ΔH یک واکنش می توان از آنتالپی های سوختن مواد شرکت کننده در واکنش با استفاده از رابطه زیر استفاده کرد:

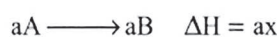
$$\Delta H = (\text{مجموع آنتالپی های سوختن فراورده ها}) - (\text{مجموع آنتالپی های سوختن واکنش دهنده ها})$$

قانون هس (قانون جمع پذیری گرمای واکنش ها)

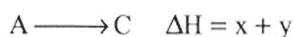
اگر طرفین یک واکنش را معکوس می کنیم، آنتالپی واکنش در (-1) ضرب می شود.



اگر طرفین یک واکنش را در عدد ثابتی مانند a ضرب کنیم، آنتالپی واکنش نیز در عدد a ضرب خواهد شد.



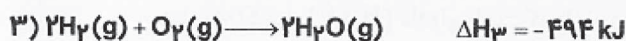
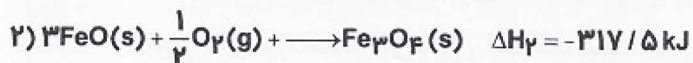
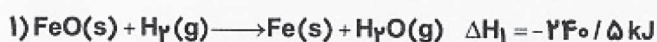
اگر یک واکنش از مجموع چند واکنش به دست آید، آنتالپی آن واکنش نیز برابر مجموع آنتالپی واکنش های اولیه خواهد بود.



برای تعیین آنتالپی مجهول یک واکنش با استفاده از معادله های ترموشیمیایی که در اختیار داریم، باید به موادی در معادله با آنتالپی مجهول، توجه کنیم که در معادله های ترموشیمیایی در اختیار داشته تنها یک بار تکرار شده باشند.

اگر با استفاده از قاعده بالا هنوز واکنش با واکنش هایی وجود داشته باشند که ضریب ΔH آنها معلوم نشده است، باید به موادی توجه کنیم که در معادله با آنتالپی مجهول نیستند ولی در معادله های معلوم هستند. پس باید معادله ها را در عددی ضرب کنیم تا موادی اضافی با یکدیگر حذف شوند.

مثال: با توجه به واکنش های زیر، مقدار ΔH واکنش $3Fe(s) + 4H_2O(g) \rightarrow Fe_3O_4(s) + 4H_2(g)$ کدام است؟



ابتدا مواد شرکت کننده در واکنش اصلی را با واکنش های داده شده مقایسه می کنیم (موادی که فقط در یک واکنش حضور داشته باشند).

Fe فقط در واکنش (۱) حضور دارد، پس این واکنش را برعکس و در عدد ۳ ضرب می کنیم. $(-240/5) \times 3 = -720/5$ فقط در واکنش (۲) حضور دارد و از نظر موقعیت و ضریب، تفاوتی با واکنش اصلی ندارد. $(-317/5)$

برای تعیین ضریب واکنش ۳، دیگر نمی توان از مواد شرکت کننده در واکنش اصلی استفاده کرد؛ زیرا H_2O و H_2 در بیش از یک واکنش حضور دارند، پس باید ضریب واکنش ۳ را به گونه ای تعیین کرد که با جمع کردن واکنش ها، ضریب

H_2O یا H_2 در معادله اصلی به دست آید و یا به گونه ای جمع کرد که O_2 در واکنش ها حذف شود، زیرا در معادله اصلی وجود ندارد، در نتیجه واکنش (۳) را در $-\frac{1}{2}$ ضرب می کنیم: $-\frac{1}{2}(-494)$

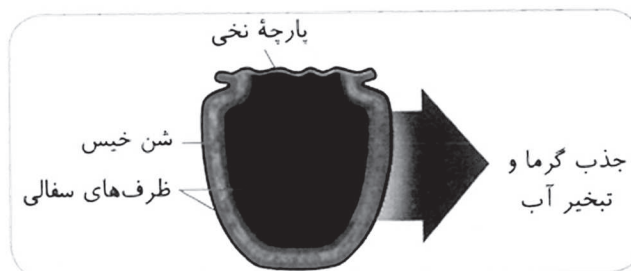
$$\Delta H_{total} = -3(-240/5) - 317/5 - \frac{1}{2}(-494) = +651 kJ$$

نکته: روغن و چربی از جمله ترکیب های آلی هستند که به دلیل تفاوت در ساختار، رفتارهای فیزیکی و شیمیایی متفاوتی دارند، روغن دارای حالت فیزیکی مایع بوده اما چربی جامد است. از دیدگاه شیمیایی در ساختار مولکول های روغن پیوندهای دوگانه بیشتری وجود داشته و واکنش پذیری بیشتری نیز دارند.

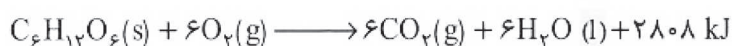
یخچال صحرایی

این دستگاه از دو ظرف سفالی (از جنس خاک رس) تشکیل شده است که درون یکدیگر قرار دارند و فضای بین آنها را با شن خیس پر کرده اند.

درپوش این مجموعه، پوششی نخی و مرطوب است که تهویه را به آسانی انجام می دهد. آب در بدنه سفالی ظرف بیرونی نفوذ کرده و به آرامی تبخیر می شود که همین عامل سبب افت دما شده و فضای درونی دستگاه را خنک نگه می دارد.

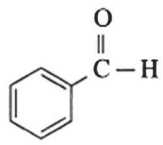
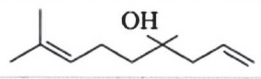
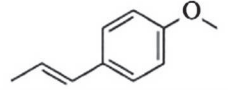
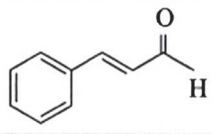
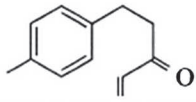


زغال کک، واکنش دهنده ای رایج در استخراج آهن بوده که تأمین کننده انرژی لازم برای انجام این واکنش نیز است. اکسایش گلوکز در بدن مطابق واکنش زیر انجام می شود:



که مولکول های آب تولید شده در این واکنش به صورت مایع است.

نوع ترکیب	گروه عاملی	فرمول عمومی	تعداد کربن	نام آیوپاک (زنجیره ای)
آلدهیدها	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-H \end{array}$	$C_nH_{2n}O$	$n \geq 1$	آلکانال
کتون ها	$\begin{array}{c} O \\ \\ C-C-C \end{array}$	$C_nH_{2n}O$	$n \geq 3$	آلکانون
کربوکسیلیک اسیدها	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-O-H \end{array}$	$C_nH_{2n}O_2$	$n \geq 1$	آلکانونیک اسید
استرها	$\begin{array}{c} O \\ \\ -C-O-C \end{array}$	$C_nH_{2n}O_2$	$n \geq 2$	آلکیل آلکانوات
الکل ها	$C-O-H$	$C_nH_{2n+2}O$	$n \geq 1$	آلکانول
اترها	$C-O-C$	$C_nH_{2n+2}O$	$n \geq 2$	-

گروه‌های عاملی اکسیژن دار	فرمول مولکولی	نام (یا ادویه‌ای که شامل این ترکیب است.)	برخی ترکیبات مهم
آلدهید	C_7H_6O	بنزآلدهید (بادام)	
کتون	$C_7H_{12}O$	۲- هپتانون (میخک)	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2C(=O)CH_3$
الکل	$C_{11}H_{20}O$	گشنیز	
ایتر	$C_{10}H_{12}O$	رازپانه	
آلدهید	C_9H_8O	دارچین	
کتون	$C_{13}H_{16}O$	زردچوبه	

کربوهیدرات‌ها
چربی‌ها

افزون بر تأمین مواد اولیه برای سوخت و ساز یاخته‌ها، منابعی برای تأمین انرژی آنها نیز هستند.

پروتئین‌ها

فقط کربوهیدرات‌ها در بدن به گلوکز شکسته شده و گلوکز حاصل از آنها در خون حل می‌شود. خون این ماده را به یاخته‌ها می‌رساند (گلوکز، قند خون است) و این ماده هنگام اکسایش در یاخته‌ها انرژی مورد نیاز آنها را تأمین می‌کند. ارزش سوختی مقدار گرمای آزاد شده برحسب kJ در اثر سوختن یک گرم از ماده با یکای kJg^{-1} است. ارزش سوختی سه ماده غذایی که بدن ما از غذا دریافت می‌کند در جدول زیر آمده است:

ماده غذایی	کربوهیدرات	چربی	پروتئین
ارزش سوختی (kJg^{-1})	۱۷	۳۸	۱۷

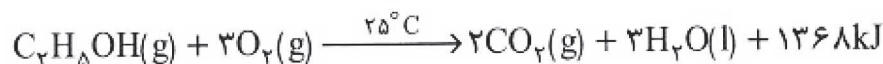
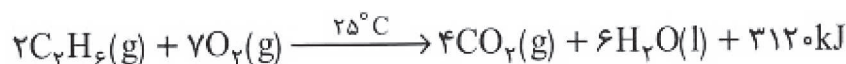
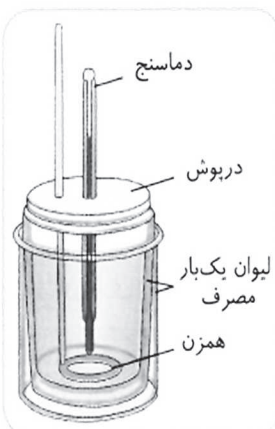
(کربوهیدرات = پروتئین) > چربی

سوخت‌های سبز در ساختار خود افزون بر هیدروژن و کربن، اکسیژن نیز دارند و از پسماندهای گیاهانی مانند سویا، نیشکر و دیگر دانه‌های روغنی استخراج می‌شوند.

با وجود آنکه ارزش سوختی اتانول از آنان کمتر است ولی به دو دلیل سوخت سبز محسوب می‌شود و همانند سوخت می‌توان از آن استفاده کرد:

به ازای یک گرم ماده سوختنی، مقدار CO_2 کمتری تولید می‌شود.

به ازای یک گرم ماده سوختنی مقدار اکسیژن کمتری مصرف می‌شود.



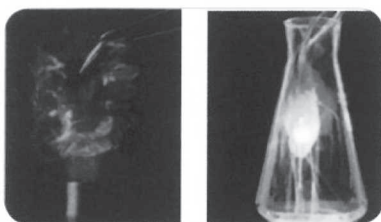
برای اندازه گیری ΔH به روش مستقیم (آزمایشگاهی) از وسیله ای به نام گرماسنج (کالریمتر) استفاده می شود. گرماسنج لیوانی نمونه ساده ای از گرماسنج هاست که از دو لیوان یک بار مصرف (پلی استیرن) تشکیل شده است که عایق گرما هستند، دو لیوان درون هم قرار دارند و به درپوشی از یونولیت که در آن دماسنج و همزن تعبیه شده مجهز است.

گرمای اندازه گیری شده در این نوع گرماسنج، گرما در فشار ثابت با همان آنتالپی واکنش است

عوامل مؤثر بر سرعت واکنش

برای کاهش یا افزایش سرعت (زمان انجام واکنش) عواملی مانند دما، غلظت، نوع مواد واکنش دهنده، کاتالیزگر و سطح تماس واکنش دهنده ها تاثیر دارند.

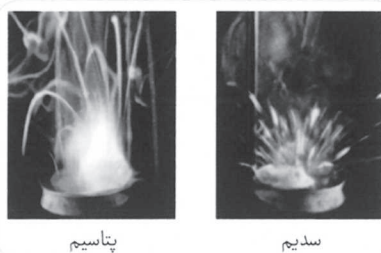
دما: افزایش دما سبب افزایش سرعت تمام واکنش ها می شود به طوری که هم در واکنش های گرماگیر و هم در واکنش های گرماده، دما با سرعت واکنش رابطه مستقیم دارد. برای مثال محلول بنفش رنگ پتاسیم پرمنگنات ($KMnO_4$) با یک اسید آلی در دمای اتاق به کندی واکنش می دهد. اما با گرم شدن، محلول به سرعت بی رنگ می شود.



غلظت و مقدار مواد واکنش دهنده:

الیاف آهن داغ و سرخ شده، در هوا نمی سوزد، در حالی که همان مقدار الیاف آهن داغ و سرخ شده در یک ارلن پر از اکسیژن می سوزد. بیماریارانی که مشکلات تنفسی دارند، در شرایط اضطراری نیاز به تنفس از کپسول اکسیژن دارند.

نوع مواد واکنش دهنده (ماهیت): مواد واکنش دهنده گوناگون با موقعیت های متفاوتی در واکنش شرکت می کنند. برای مثال:



فلزهای قلیایی سدیم و پتاسیم در شرایط یکسان با آب سرد به شدت واکنش می دهند، اما سرعت واکنش ها متفاوت است. زیرا در گروه فلزهای قلیایی از بالا به پایین به دلیل افزایش شعاع اتمی خصلت فلزی و واکنش پذیری افزایش می یابد. **نکته:** ماهیت مواد واکنش دهنده اگرچه به عنوان متغیر برای بهبود سرعت مطرح نیست ولی از سایر عوامل مهم تر است.

کاتالیزگر: کاتالیزگرها موادی هستند که سبب افزایش سرعت واکنش می شوند؛ ولی در پایان واکنش بدون تغییر باقی می مانند.

محلول هیدروژن پراکسید در دمای اتاق به کندی تجزیه شده و گاز اکسیژن تولید می کند، در حالی که افزودن دو قطره از محلول

پتاسیم یدید، سرعت واکنش را به طور چشمگیری افزایش می دهد.

سطح تماس مواد واکنش دهنده ها: شعله آتش، گرد آهن موجود در کپسول چینی را داغ و سرخ می کند، ولی نمی سوزد در حالی که پاشیدن و پخش کردن گرد آهن بر روی شعله، سبب سوختن آن می شود. دلیل این اتفاق، افزایش سطح تماس میان گرد آهن و اکسیژن هواست.

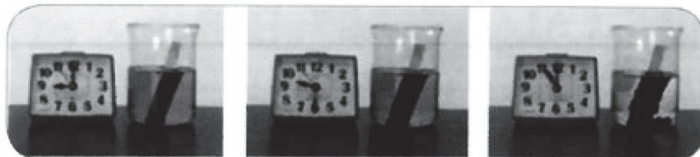
$$R_A = - \frac{\Delta n_A}{\Delta t}$$

$$R_B = + \frac{\Delta n_B}{\Delta t}$$

واکنش کلی $aA \rightarrow bB$ سرعت مصرف A و تولید B عبارتند از:



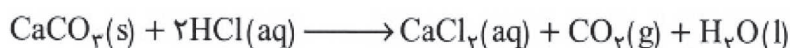
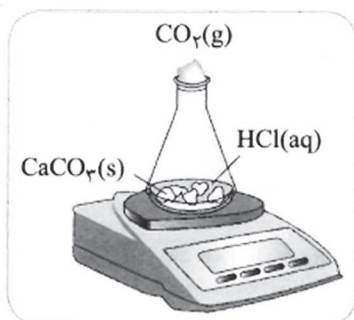
توجه: علامت منفی در رابطه $\bar{R}_A$ به دلیل منفی بودن تغییرات تعداد مول واکنش دهنده است زیرا سرعت کمی مثبت است.



واکنش پذیری فلز روی از فلز مس بیشتر است.

در این واکنش، فلز سرخ رنگ مس تولید شده و با گذشت زمان، در کف ظرف و یا روی تیغه فلز روی می نشیند. محلول مس (II) سولفات (به دلیل یون $\text{Cu}^{2+}\text{(aq)}$) آبی رنگ و محلول روی سولفات (به دلیل یون $\text{Zn}^{2+}\text{(aq)}$) بی رنگ است.

واکنش کلسیم کربنات با محلول هیدروکلریک اسید
معادله واکنش عبارتند از:



توجه: حالت فیزیکی H_2O ، مایع است.

به دلیل خروج گاز کربن دی اکسید، جرم مخلوط واکنش مطابق جدول زیر با گذشت زمان کاهش می یابد. از طرفی به دلیل قانون پایستگی جرم مخلوط واکنش همواره باید ثابت باشد، از این رو می توان با محاسبه اختلاف جرم مخلوط واکنش در هر زمان، جرم کربن دی اکسید خارج شده را محاسبه کرد.

زمان (s)	۰	۱۰	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰
جرم مخلوط واکنش (گرم)	۶۵/۹۸	۶۵/۳۲	۶۴/۸۸	۶۴/۶۶	۶۴/۵۵	۶۴/۵	۶۴/۵
جرم کربن دی اکسید (گرم)	۰	۰/۶۶	۱/۱	۱/۳۲	۱/۴۳	۱/۴۸	۱/۴۸
	۶۵/۹۸-۶۵/۳۲	۶۵/۳۲-۶۴/۸۸	۶۴/۸۸-۶۴/۶۶	۶۴/۶۶-۶۴/۵۵	۶۴/۵۵-۶۴/۵	۶۴/۵-۶۴/۵	۶۴/۵-۶۴/۵

زمان پایان واکنش ثانیه ۵۰ است، چون پس از ثانیه ۵۰ دیگر تغییری در جرم مخلوط واکنش (یا جرم گاز CO_2 تولیدی) مشاهده نمی شود.

سرعت واکنش از دیدگاه کمی

سینتیک شیمیایی شاخه ای از علم شیمی است که شرایط و چگونگی انجام واکنش های شیمیایی و عوامل مؤثر بر سرعت آنها را بررسی می کند.

۱- سرعت واکنش

برای یک واکنش با شکل کلی $aA + bB \rightarrow cC + dD$ سرعت واکنش از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$R_{\text{واکنش}} = -\frac{\bar{R}_A}{a} = -\frac{\bar{R}_B}{b} = \frac{\bar{R}_C}{c} = \frac{\bar{R}_D}{d}$$

یعنی سرعت واکنش از تقسیم سرعت متوسط هر یک از مواد شرکت کننده در واکنش بر ضریب استوکیومتری آن در معادله واکنش به دست می آید.

به عنوان نمونه در واکنش تولید آمونیاک به روش هابر، میان سرعت مواد شرکت کننده در واکنش و همچنین سرعت واکنش رابطه زیر برقرار است:

$$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$$

$$R_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}_{\text{N}_2}}{1} = \frac{\bar{R}_{\text{H}_2}}{3} = \frac{\bar{R}_{\text{NH}_3}}{2}$$

$$R_{\text{واکنش}} = \frac{-\Delta n_{\text{N}_2}}{\Delta t} = \frac{-\Delta n_{\text{H}_2}}{3\Delta t} = \frac{+\Delta n_{\text{NH}_3}}{2\Delta t}$$

که می توان به شکل مقابل نوشت:

نکته: از میان مواد مختلف شرکت کننده در واکنش، هر کدام ضریب استوکیومتری بزرگ تری داشته باشد، سرعت مصرف یا تولید آن ماده نسبت به سایر مواد شرکت کننده در واکنش بیشتر خواهد بود، به عنوان نمونه در واکنش $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$ سرعت مصرف H_2 از سرعت مصرف N_2 و از سرعت تولید NH_3 بیشتر است.

مثال: اگر در واکنش $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) + 12\text{HF}(\text{aq}) + 6\text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{Na}_3\text{AlF}_6(\text{s}) + 9\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ سرعت متوسط مصرف HF برابر ۰/۰۱ مول بر ثانیه باشد، سرعت متوسط تشکیل H_2O چند مول بر دقیقه است؟

$$\frac{\bar{R}_{\text{HF}}}{12} = \frac{\bar{R}_{\text{H}_2\text{O}}}{9} \Rightarrow \frac{0.01 \text{ mol s}^{-1}}{12} = \frac{\bar{R}_{\text{H}_2\text{O}}}{9} \Rightarrow \bar{R}_{\text{H}_2\text{O}} = 7.5 \times 10^{-3} \text{ mol s}^{-1}$$

$$7.5 \times 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{s}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 0.45 \text{ mol min}^{-1}$$

مثال ۲: اگر در واکنش سوختن کامل اتانول پس از ۵۰ ثانیه مقدار ۵/۶ لیتر گاز کربن دی اکسید در STP تشکیل شود، سرعت متوسط مصرف اکسیژن در این واکنش چند مول بر دقیقه است؟

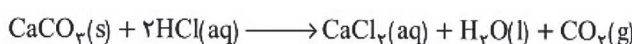
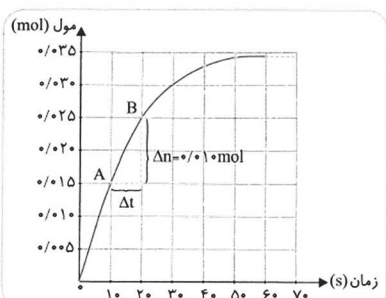
$$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$$

$$\bar{R}_{\text{CO}_2} = \frac{\Delta n_{\text{CO}_2}}{\Delta t} = \frac{5/6 \text{ L} \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{22.4 \text{ L}}}{50 \text{ s} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}} = 0.3 \text{ mol min}^{-1}$$

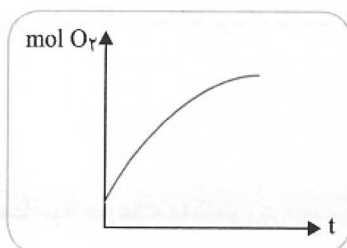
$$\frac{\bar{R}_{\text{CO}_2}}{2} = \frac{\bar{R}_{\text{O}_2}}{3} \Rightarrow \frac{0.3 \text{ mol min}^{-1}}{2} = \frac{\bar{R}_{\text{O}_2}}{3} \Rightarrow \bar{R}_{\text{O}_2} = 0.45 \text{ mol min}^{-1}$$

نمودارهای مول - زمان

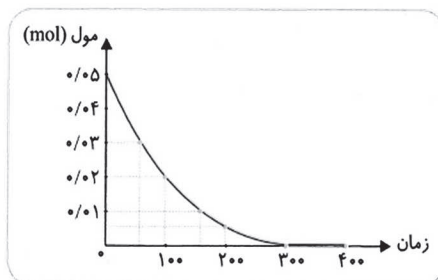
بررسی نمودار تغییرات تعداد مول یکی از فراورده ها نسبت به زمان:
برای بررسی نمودار تغییرات تعداد مول فراورده ها نسبت به زمان نمودار مول - زمان تولید کلسیم کلرید در واکنش کلسیم کربنات با محلول هیدروکلریک اسید را مورد بررسی قرار می دهیم.



نمودار مول - زمان همواره برای فراورده ها صعودی است و همواره از مبدأ مختصات شروع می شود، زیرا در زمان صفر، هنوز فراورده ای به وجود نیامده است.



نکته: ممکن است قبل از شروع واکنش، مقداری فراورده در ظرف واکنش وجود داشته باشد که در این صورت نمودار فراورده از عددی بالاتر از صفر شروع می شود. شیب خط مماس بر منحنی مول - زمان در هر نقطه یا هر لحظه همان سرعت لحظه ای واکنش است. پس سرعت تولید فراورده همواره در زمان های شروع واکنش بیشترین است و با گذشت زمان، شیب نمودار ملایم تر و مقدار تولید فراورده کم و کمتر می شود.



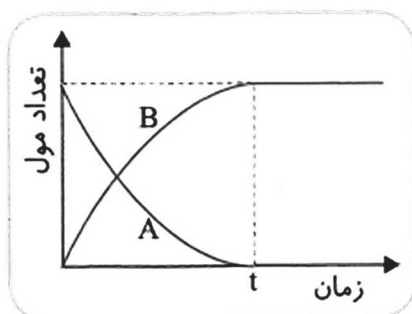
بررسی نمودار تغییرات تعداد مول یکی از واکنش دهنده ها نسبت به زمان:

برای انجام این بررسی، نمودار تغییرات تعداد مول نوعی رنگ غذا در واکنش با یک محلول سفیدکننده را مورد توجه قرار می دهیم. نمودار مول - زمان همواره برای واکنش دهنده ها نزولی است؛ زیرا در زمان صفر، مقدار آنها بیشترین است و با گذشت زمان از مقدار یا مول آنها کاسته می شود. اگر ضریب استوکیومتری دو یا چند واکنش دهنده در معادله واکنش یکسان باشد، آنگاه نمودار مول - زمان آنها بر هم منطبق خواهد بود.

شیب این نمودار دارای علامت منفی است و به همین دلیل برای محاسبه سرعت واکنش در رابطه سرعت واکنش، علامت منفی را در رابطه قرار می دهند.

$$\bar{R} = - \frac{\Delta n_{\text{واکنش دهنده}}}{\Delta t}$$

هرچه به پایان واکنش نزدیک تر می شویم، شیب نمودار مول - زمان کندتر شده تا اینکه بعد از ثانیه ۳۰۰ به بعد، شیب نمودار صفر و مقدار رنگ غذا نیز صفر می شود. چنین واکنشی را واکنش کامل گویند.



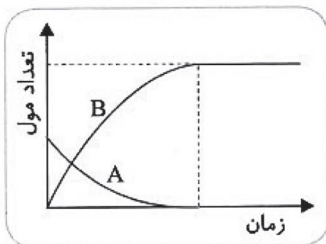
بررسی نمودار تغییرات مول مواد شرکت کننده در واکنش نسبت به زمان

در یک واکنش کلی مانند $A \rightarrow B$ می توان تغییرات تعداد مول مواد واکنش دهنده و فراورده ها را در یک نمودار رسم کرد.

با توجه به برابر بودن ضرایب A و B در معادله واکنش نمودار A و B قرینه یکدیگر است و نسبت تغییرات مول هر یک از آنها در یک بازه زمانی معین، برابر است. برای مثال اگر ماده A در مدت ۱۰ ثانیه به میزان ۰/۱ مول مصرف می شود. ماده B نیز ۰/۱ مول تولید می شود.

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{a}{b}$$

نکته: در نمودار مول - زمان، در یک بازه زمانی مشخص، مقدار تغییرات تعداد مول مواد شرکت کننده در واکنش با ضرایب استوکیومتری آنها متناسب است.



در واکنش فرضی $A \rightarrow 2B$ تغییرات تعداد مول B در واحد زمان دو برابر تغییرات تعداد مول A است؛ زیرا ضریب B در معادله دو برابر ضریب A است.

محاسبه سرعت واکنش برحسب تغییرات غلظت

سرعت متوسط هر ماده ای را برحسب تغییرات غلظت مولار آن ماده می توان بیان کرد و بنابراین برای واکنش $aA(g) \rightarrow bB(aq)$ می توان با استفاده از روابط زیر سرعت متوسط A و B را محاسبه کرد:

$$\bar{R}_A = \frac{-\Delta[A]}{\Delta t}, \quad \bar{R}_B = \frac{-\Delta[B]}{\Delta t} \Rightarrow R_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}_A}{a} = \frac{\bar{R}_B}{b}$$

ویکای این نوع سرعت همان طور که ذکر شد، به صورت Ms^{-1} یا $\text{mol.L}^{-1}\text{s}^{-1}$ نوشته می شود
(M بیانگر یکای مولار یا مول بر لیتر)

نکته: غلظت مواد خالص جامد (s) یا مایع (l) ثابت است و با گذشت زمان دستخوش تغییر نمی شود،
سرعت برای این دسته از مواد تنها با یکای مول بر واحد زمان معنادار است.

مثال: اگر یون هیپوبرمیت در محلول $2/5 \text{mol.L}^{-1}$ خود، مطابق واکنش $3\text{BrO}^{-}(\text{aq}) \rightarrow \text{BrO}_3^{-}(\text{aq}) + 2\text{Br}^{-}(\text{aq})$ تجزیه شود و ۹۰ ثانیه پس از آغاز واکنش، غلظت این یون در محلول به $1/96$ مول بر لیتر کاهش یابد، سرعت متوسط تشکیل یون برومات چند $\text{mol.L}^{-1} \text{min}^{-1}$ است؟

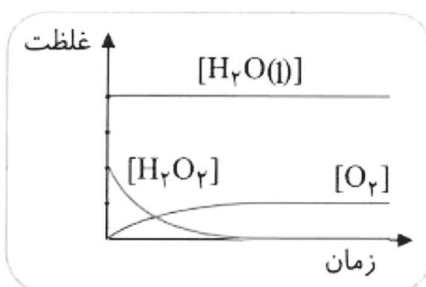
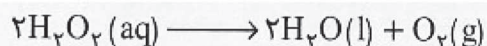
$$\Delta[\text{BrO}^{-}] = 2/5 - 1/96 = 0/57 \text{mol.L}^{-1}$$

$$\bar{R}_{\text{BrO}^{-}} = \frac{\Delta[\text{BrO}^{-}]}{\Delta t} = \frac{0/57 \text{mol.L}^{-1}}{90 \text{s}} \times \frac{60 \text{s}}{1 \text{min}} = 0/38 \text{mol.L}^{-1} \text{min}^{-1}$$

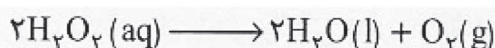
$$\frac{\bar{R}_{\text{BrO}^{-}}}{3} = \frac{\bar{R}_{\text{BrO}_3^{-}}}{1} \Rightarrow \frac{0/38 \text{mol.L}^{-1} \text{min}^{-1}}{3} = \frac{\bar{R}_{\text{BrO}_3^{-}}}{1} \Rightarrow \bar{R}_{\text{BrO}_3^{-}} = 0/12 \text{mol.L}^{-1} \text{min}^{-1}$$

نمودارهای غلظت - زمان

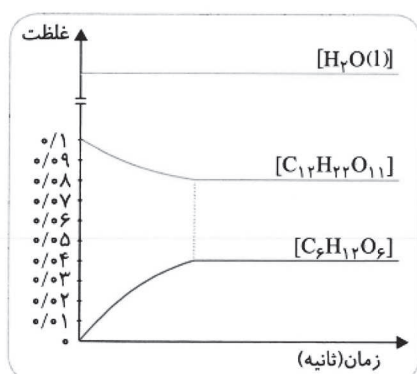
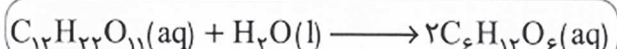
واکنش تجزیه آب اکسیژنه، نمودار تغییرات غلظت $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ نسبت به زمان ثابت است.



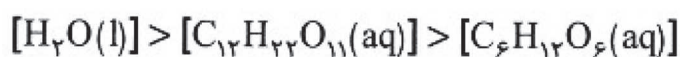
نکته: توجه داشته باشید غلظت مواد جامد یا مایع خالص نسبت به حالت های فیزیکی گازی و محلول بیشتر است و در رسم نمودارها باید رعایت شود.
به عنوان نمونه، نمودار تغییرات غلظت مواد شرکت کننده در واکنش تجزیه آب اکسیژنه به صورت زیر باید ترسیم شود:



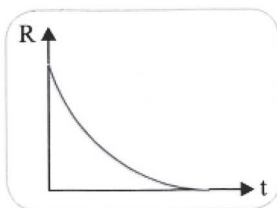
سمنو که از جوانه گندم تهیه می شود، محتوی مواد غذایی گوناگونی از جمله مالتوز ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) است که این ماده مطابق واکنش زیر به گلوکز تبدیل می شود.



نمودار تغییرات غلظت مواد شرکت کننده آن در واکنش عبارت اند از:
همان طور که در این نمودار مشاهده می شود، غلظت $[\text{H}_2\text{O}(\text{l})]$ به مراتب بیشتر از غلظت سایر گونه های شرکت کننده در واکنش است و همچنین در پایان واکنش غلظت مالتوز از غلظت گلوکز بیشتر است، در نتیجه:



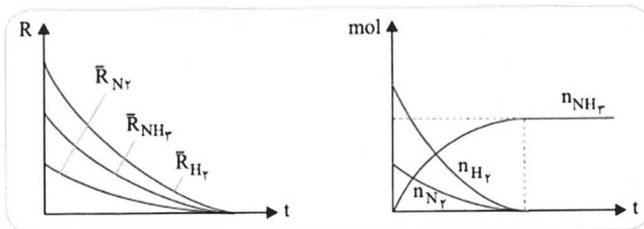
نمودارهای سرعت- زمان



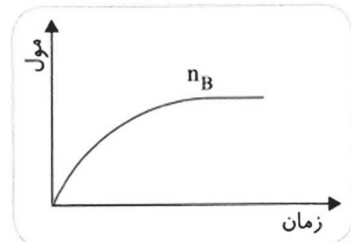
در یک واکنش با گذشت زمان، شیب نمودار مول - زمان با غلظت زمان کاهش می یابد که این شیب نمودارها همان سرعت واکنش است، یعنی در یک واکنش با گذشت زمان سرعت واکنش نیز همانند مول یا غلظت مواد واکنش دهنده کاهش می یابد:

سرعت مصرف مواد واکنش دهنده یا تولید فرآورده ها با گذشت زمان کاهش می یابد و نزولی است و براساس تفاوت در ضرایب استوکیومتری، شیب نمودار سرعت - زمان متفاوتی خواهند داشت.

به عنوان نمونه نمودار مول - زمان و سرعت - زمان مربوط به واکنش کامل یک مول گاز نیتروژن با سه مول گاز هیدروژن را به صورت زیر رسم می کنیم.



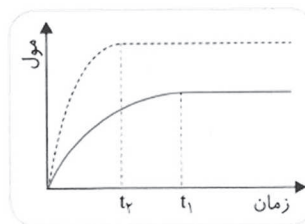
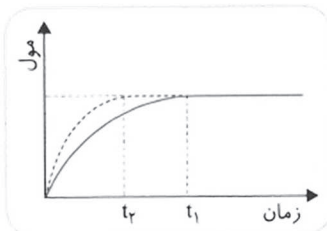
عوامل مؤثر بر نمودار مول - زمان



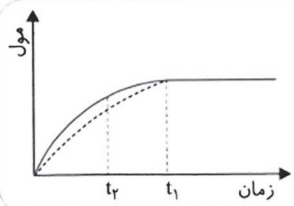
اگر در واکنش $A \rightarrow B$ نمودار تغییرات تعداد مول B به صورت زیر باشد: آنگاه در اثر تغییر هر یک از عوامل زیر، نمودار به شکل جدیدی تبدیل خواهد شد. (نمودار جدید با خط چین مشخص شده است.)

افزایش دما، سطح تماس و افزودن کاتالیزگر، تأثیری بر تعداد مول پایانی واکنش ندارند و فقط سرعت واکنش (شیب نمودار) را افزایش و زمان انجام واکنش را کاهش می دهند.

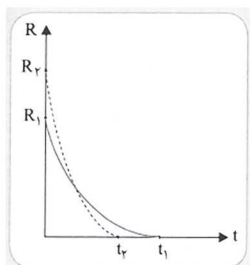
افزایش تعداد مول واکنش دهنده ها نه تنها سرعت واکنش را افزایش می دهد بلکه تعداد مول پایانی B را نیز زیاد می کند.



بازدارنده ها تأثیری بر تعداد مول نهایی فرآورده های تولید شده ندارند (همانند کاتالیزگر) ولی برخلاف کاتالیزگر، زمان رسیدن به این تعداد مول فرآورده را افزایش می دهند.



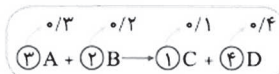
نکته: عوامل مؤثر در افزایش سرعت واکنش، نمودار سرعت - زمان را به صورت زیر تغییر می دهند. (نمودار خط چین مربوط به اثر عوامل است.)
یعنی این عوامل نه تنها سرعت اولیه واکنش را افزایش می دهند، بلکه زمان انجام واکنش را نیز کاهش می دهند.



استفاده از ضرایب استوکیومتری برای تعیین غلظت های مجهول:

با توجه به جدول زیر که مربوط به واکنش $3A + 2B \rightarrow C + 4D$ است، x، y و z را تعیین کنید.
با توجه به اینکه نسبت تغییرات تعداد مول با ضرایب استوکیومتری معادله متناسب است، بنابراین با تعیین تغییرات تعداد مول B که برابر ۰/۲ است و با استفاده از ضرایب استوکیومتری، تغییرات تعداد مول هر کدام از مواد شرکت کننده را می توان مشخص کرد:

نوع ماده \ زمان (ثانیه)	۱۰	۲۰
A	۰/۹	x
B	۰/۵	۰/۳
C	۰/۱	y
D	۰/۳	z



نوع ماده \ زمان (ثانیه)	۱۰	۲۰
۳ A	۰/۹	x = ۰/۶
۲ B	۰/۵	۰/۳
۱ C	۰/۱	y = ۰/۲
۴ D	۰/۳	z = ۰/۷

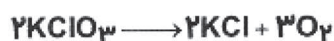
این تغییرات با علامت منفی برای واکنش دهنده ها و با علامت مثبت برای فراورده ها اعمال می شود.

استوکیومتری در مسائل سینتیک

در این گونه مسائل، همانند مباحث قبلی، ابتدا از دو روش، کسر تبدیل و تناسب، تعداد مول را به دست می آوریم، سپس با استفاده از تعریف سرعت، مول را به زمان تقسیم می کنیم و یا با استفاده از رابطه $\frac{\bar{R}_A}{a} = \frac{\bar{R}_B}{b}$ ، ابتدا سرعت ماده A را محاسبه و سپس سرعت ماده B را به دست می آوریم.

مسئله

مثال: مقدار ۱۲/۲۵ گرم پتاسیم کلرات در مدت زمان ۲ دقیقه مطابق واکنش زیر به طور کامل تجزیه شده است، سرعت تشکیل گاز اکسیژن را برحسب mol min^{-1} محاسبه کنید. ($\text{KClO}_3 = 122/5 \text{ g.mol}^{-1}$)



روش اول: کسر تبدیل

$$? \text{ mol O}_2 = 12/25 \text{ g KClO}_3 \times \frac{1 \text{ mol KClO}_3}{122/5 \text{ g KClO}_3} \times \frac{3 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol KClO}_3} = 0/15 \text{ mol O}_2$$

مول اکسیژن را بر زمان تقسیم می کنیم:

$$\bar{R}_{\text{O}_2} = \frac{0/15}{2} = 0/075 \frac{\text{mol}}{\text{min}}$$

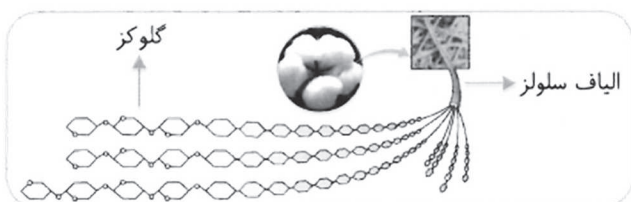
همچنین می توان در ابتدا سرعت KClO_3 را محاسبه کرد و سپس با استفاده از رابطه $\frac{\bar{R}_A}{a} = \frac{\bar{R}_B}{b}$ سرعت O_2 را به دست آورد.

$$? \text{ mol KClO}_3 = 12/25 \text{ g KClO}_3 \times \frac{1 \text{ mol KClO}_3}{122/5 \text{ g KClO}_3} = 0/1 \text{ mol KClO}_3$$

$$\bar{R}_{\text{KClO}_3} = \frac{0/1 \text{ mol}}{2 \text{ min}} = 0/05 \frac{\text{mol}}{\text{min}}$$

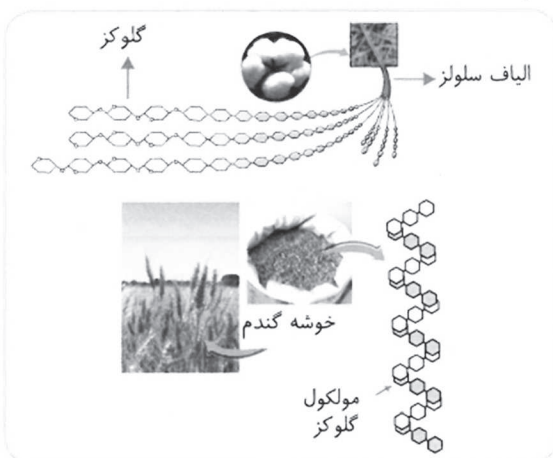
$$\frac{\bar{R}_{\text{KClO}_3}}{2} = \frac{\bar{R}_{\text{O}_2}}{3} \Rightarrow \frac{0/05}{2} = \frac{\bar{R}_{\text{O}_2}}{3} \Rightarrow \bar{R}_{\text{O}_2} = 0/075 \frac{\text{mol}}{\text{min}}$$

پنبه از الیاف طبیعی است که در تولید پوشاک سهم قابل توجهی دارد و حدود نیمی از لباس های تولیدی در جهان از پنبه است. پنبه افزون بر تولید پوشاک، در تولید مواد زیر نیز استفاده می شود:



- رویه مبل
- پرده
- تور ماهیگیری
- گاز استریل

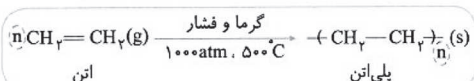
• بررسی ساختار درشت مولکول های طبیعی سلولز و نشاسته (پلی ساکاریدها)



- هر دو از اتصال بی شمار مولکول گلوکز ساخته شده اند، بنابراین هر دو درشت مولکول محسوب می شوند،
- در هر دو ساختار، مولکول های گلوکز از طریق اتم های اکسیژن (به صورت گروه اتری -O-) به هم متصل شده اند.
- جرم مولی سلولز و نشاسته با مجموع جرم مولی گلوکزهای سازنده آنها برابر نیست. زیرا هنگام به هم پیوستن هر دو گلوکز به یکدیگر یک مولکول آب از آنها خارج می شود. به عبارتی گلوکزها برای تشکیل ساختار سلولز یا نشاسته متراکم می شوند.
- در اصطلاح به سلولز و نشاسته پلیمرها یا بسپارهای تراکمی می گویند.

• نحوه اتصال مولکول های گلوکز در سلولز خطی ولی در نشاسته مارپیچ است.

• نیروی بین مولکولی در درشت مولکول ها و کوچک مولکول ها اغلب از نوع واندروالسی است، نیروی بین مولکولی در درشت مولکول ها به مراتب از کوچک مولکول ها قوی تر است، زیرا هر چه جرم و حجم مولکولی بیشتر باشد نیروی بین مولکولی قوی تر است، از این رو درشت مولکولها جامدند.



• نحوه تشکیل پلیمر پلی اتن (P.E)

• هرگاه گاز اتن را در فشار بالا گرما دهیم، جامد سفید رنگی به دست می آید.

پلی اتن مذاب را در دستگاهی با عمل دمیدن هوا به ورقه های نازک پلاستیکی تبدیل می کنند.

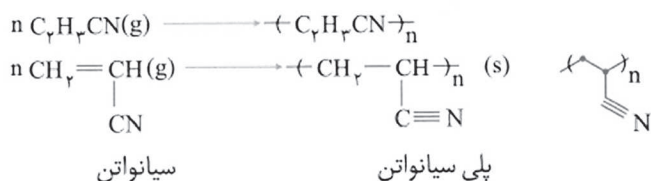
مولکول های این می توانند به دو صورت به یکدیگر افزوده شوند و دو پلی اتن متفاوت بر مبنای چگالی ایجاد کنند.

توضیحات	پلی اتن سبک	پلی اتن سنگین	ساختار
شاخه دار	شاخه دار	بدون شاخه	ساختار
بدون شاخه	فشار و حرارت کم و کاتالیزورها	فشار و حرارت زیاد	شرایط تولید
از آنجا که رشته ها با زنجیرهای بدون شاخه، به راحتی به صورت موازی و منظم کنار هم قرار می گیرند. بنابراین در پلی اتن سنگین سطح تماس مولکول ها بیشتر است و زنجیرها متراکم تر قرار می گیرند و در واحد حجم تعداد بیشتری مولکول قرار می گیرد و چگالی آن بیشتر از پلی اتن سبک است.	۰/۹۲	۰/۹۷	چگالی نسبی
تراکم موجود بین مولکول ها در پلی اتن سنگین سبب ایجاد جاذبه بین مولکولی قوی تر و استحکام بیشتر می شود به طوری که نقطه ذوب پلی اتن سنگین بیشتر از پلی اتن سبک است.	کمتر	بیشتر	نیروی بین مولکولی نسبی
از آنجا که در پلی اتن سبک شاخه های جانبی در مولکول ها ایجاد ازدحام فضایی می کنند و مولکول ها نمی توانند به یکدیگر نزدیک شوند، فضاهای خالی بین مولکول های پلی اتن سبک ایجاد می شود و عبور نور در این فضاها باعث ایجاد ظاهر شفاف در پلی اتن سبک می شود در حالی که در پلی اتن سنگین تراکم مولکولی اجازه عبور نور را نمی دهد و پلیمر کدر به نظر می رسد.	شفاف	کدر	ظاهر پلیمر
از پلی اتن سبک به خاطر استحکام کم اغلب در کسه های پلاستیکی موجود در مغازه ها استفاده می شود ولی از پلی اتن سنگین به خاطر استحکام بالا در لوله ها، تانکرها، درب ظروف بسته بندی، اسباب بازی ها و دیه ها و ... استفاده می شود.	زیاد	کم	انعطاف پذیری نسبی
	کم	زیاد	کاربرد

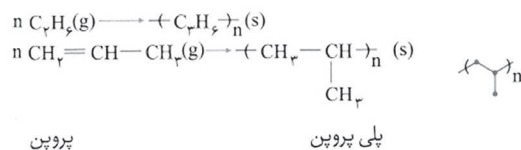


بررسی چند پلیمر افزایشی پرکاربرد

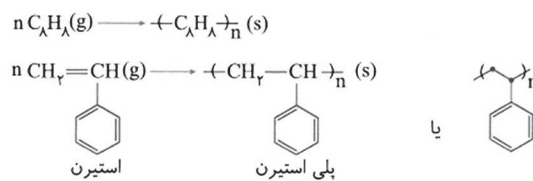
پلی سیانواتن یا پلی وینیل سیانید: در تهیه پتو کاربرد دارد.



پلی پروپن: در تهیه تجهیزات پزشکی، سرنگ و ... کاربرد دارد.

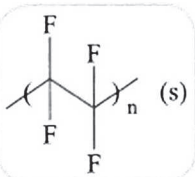
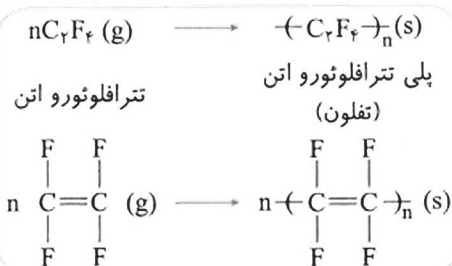
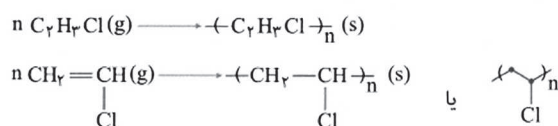


پلی استیرن یا پلی وینیل بنزن:



در تهیه ظروف یکبار مصرف و ... کاربرد دارد.

پلی کلرواتن یا پلی وینیل کلرید (PVC): در تهیه لوله های آب، گاز و کیسه خون و ... کاربرد دارد.





مهم ترین ویژگی های تفلون عبارتند از:

- نقطه ذوب بالا
- مقاوم بودن در برابر گرما
- نچسب بودن
- بی اثر بودن از نظر شیمیایی و عدم واکنش با مواد شیمیایی
- حل نشدن در حلال های آلی
- برخی از کاربردهای مهم تفلون در زندگی روزانه عبارتند از:
- تهیه ظروف نچسب
- کف اتو
- نوارهای تفلون (برای آب بندی لوله ها)
- نخ دندان و ...
- الکل ها

الکل ها

الکل ها ترکیب های آلی اکسیژن دار با فرمول عمومی $C_nH_{2n+2}O$ یا $C_nH_{2n+1}OH$ هستند.

الکل ها در ساختار خود دارای دو بخش قطبی و ناقطبی هستند.

بخش قطبی: عامل هیدروکسیل ($-OH$) بخش قطبی مولکول را تشکیل می دهد و گشتاور دوقطبی بالایی دارد. (آب دوست)

بخش ناقطبی: زنجیر هیدروکربنی (R) بخش ناقطبی مولکول بوده و گشتاور دوقطبی ناچیز و حدود صفر دارد. (چربی دوست)

نکته: برای مقایسه نقطه ذوب و جوش الکل های خالص، هر چه مقدار کربن در زنجیر هیدروکربنی الکل افزایش یابد، اندازه الکل بزرگ تر شده و در نتیجه نیروی بین مولکولی از نوع واندروالسی افزایش می یابد.

قطبیت یک الکل بستگی به برتری دو بخش قطبی و ناقطبی نسبت به هم دارد به طوری که در الکل های کوچک تا پنج کربن بخش قطبی ($-OH$) بر بخش ناقطبی (R) غلبه دارد و الکل قطبی محسوب می شود و در آب حل می شود.

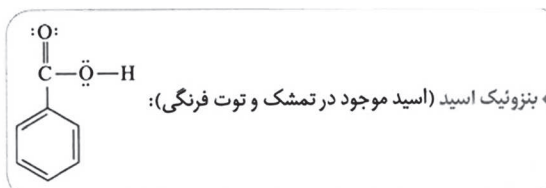
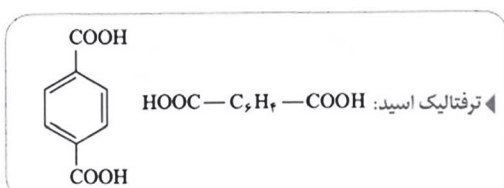
به عبارتی نیروی بین مولکولی برتر در الکل ها تا پنج کربن از نوع هیدروژنی بوده و به همین دلیل به خوبی در آب حل می شوند. اما با افزایش تعداد اتم های کربن بخش ناقطبی مولکول بزرگ تر شده و میزان قطبیت مولکول کاهش می یابد. این روند سبب می شود که الکل هایی با تعداد اتم کربن بیشتر در آب حل نشوند بلکه در چربی حل شوند.

کربوکسیلیک اسیدها

دسته ای از ترکیب های آلی اکسیژن دار با فرمول مولکولی $C_nH_{2n}O_2$ هستند

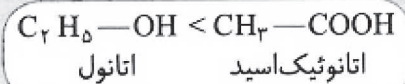
توضیحات	نام های دیگر	ساختار لوویس	فرمول بسته	نام	تعداد کربن
ساده ترین کربوکسیلیک اسید محسوب می شود که در اثر گزش مورچه سرخ وارد بدن و باعث سوزش و خارش در محل گزیدگی می شود.	فرمیک اسید یا جوهر مورچه	$\begin{array}{c} :O: \\ \\ H-C-\ddot{O}-H \end{array}$	CH_2O_2	متانویک اسید	$n = 1$
پرمکاربردترین کربوکسیلیک اسید در زندگی روزانه است.	استیک اسید یا جوهر سرکه	$\begin{array}{c} H & :O: \\ & \\ H-C & -C-\ddot{O}-H \\ \\ H \end{array}$	$C_2H_4O_2$	اتانویک اسید	$n = 2$

کربوکسیلیک اسیدهایی وجود دارند که در ساختار خود حلقه بنزنی دارند مانند:



کربوکسیلیک اسیدها مانند الکل ها دارای دو بخش قطبی (-COOH) و بخش ناقطبی یا همان زنجیر کربنی (R-) هستند. از این رو با افزایش طول زنجیر کربنی از انحلال پذیری آنها در آب کاسته می شود

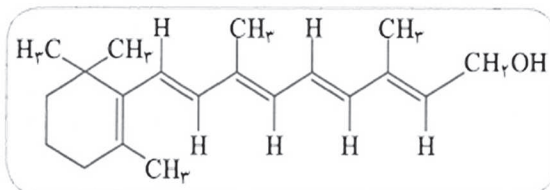
نکته: پیوند هیدروژنی اسیدهای آلی از الکل های هم کربن قوی تر است.



: قدرت پیوند هیدروژنی

زیرا تعداد اکسیژن بیشتر در اسید سبب افزایش جرم، قطبیت و نیروی بین مولکولی اسید نسبت به الکل هم کربن می شود. ویتامین آ (رتینول)

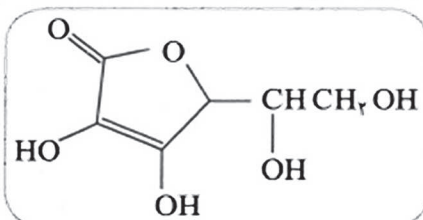
دارای بخش ناقطبی بزرگ و بخش قطبی کوچک است؛ زیرا تعداد کربن ها زیاد است ولی تنها یک OH در ساختار وجود دارد، بنابراین بخش ناقطبی بر قطبی غلبه می کند.



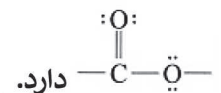
ویتامین آ (A)، در آب حل نمی شود و در چربی حل می شود (آب گریز و چربی دوست است) دارای فرمول $\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}$ است. ۵ عامل آلکنی ($\text{C}=\text{C}$) و یک گروه هیدروکسیل (OH) دارد. در شیر، لبنیات، هویج و ... وجود دارد.

ویتامین ث (آسکوربیک اسید)

دارای بخش قطبی بزرگ و بخش ناقطبی کوچک است، بنابراین بخش قطبی بر ناقطبی غلبه می کنند (زیرا دارای ۴ عامل OH است) ویتامین ث (C) در آب حل می شود و در چربی حل نمی شود (آب دوست و چربی گریز است) دارای فرمول $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ است.



۱ عامل آلکنی $\text{C}=\text{C}$ ، ۴ گروه هیدروکسیل (OH) و ۱ عامل استری

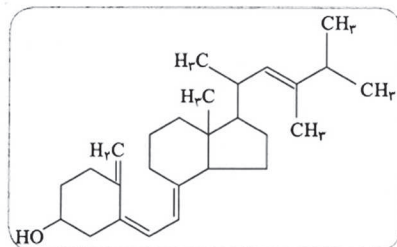


در میوه ها از جمله مرکبات مانند نارنج و پرتقال وجود دارد.

نکته: ویتامین ث (C) یا اسکوربیک اسید برخلاف سایر اسیدهای آلی فاقد گروه کربوکسیل در ساختار خود است.

ویتامین دی

دارای بخش ناقطبی بزرگ و بخش قطبی کوچک است، بنابراین بخش ناقطبی بر قطبی غلبه می کند (زیرا تنها یک عامل OH دارد). در آب حل نمی شود و در چربی حل می شود (آب گریز و چربی دوست است) دارای فرمول مولکولی $\text{C}_{27}\text{H}_{44}\text{O}$ است.



۴ عامل آلکنی ($\text{C}=\text{C}$) و یک گروه هیدروکسیل دارد.

در دانه خشکبار مانند پسته و بادام وجود دارد.

ویتامین کا

دارای بخش ناقطبی بزرگ و بخش قطبی کوچک است و بنابراین بخش ناقطبی بر قطبی غلبه می کند. در آب حل نمی شود و در چربی حل می شود (آب گریز و چربی دوست است). دارای فرمول $\text{C}_{31}\text{H}_{46}\text{O}_2$ است.

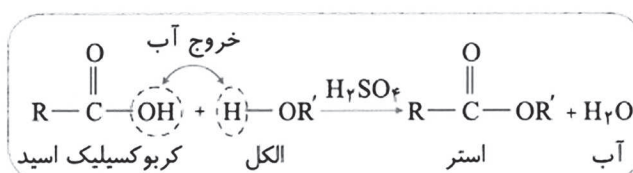
۲ عامل آلکنی $\text{C}=\text{C}$ و دو گروه کربونیل $\text{C}=\text{O}$ دارد و یک حلقه آروماتیک دارد. در کلم، کاهو و برگ سبزیجات وجود دارد.

به طور کلی ویتامین هایی مانند ویتامین ث که در آنها بخش قطبی بر ناقطبی غلبه می کند در آب حل می شوند و مصرف بیش از اندازه آن برای بدن مشکل ایجاد نمی کند؛ زیرا مقدار اضافی مصرف شده این ویتامین ها از طریق ادرار دفع می شود. ویتامین های آ، ث و دی در ساختار خود بخش حلقوی دارند اما آروماتیک محسوب نمی شوند؛ زیرا ترکیبات آروماتیک در ساختار خود حلقه بنزی () دارند، بنابراین تنها ویتامین کا، آروماتیک محسوب می شود.

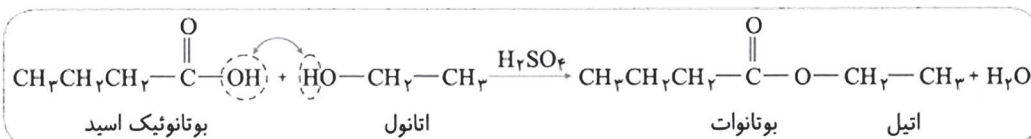
(۳ × تعداد نیتروژن) + (۲ × تعداد اکسیژن) + (۱ × تعداد هیدروژن) + (۴ × تعداد کربن) = تعداد الکترون مورد نیاز برای اکتت شدن اتم های ترکیب

استرها دسته ای از مواد آلی اکسیژن دار هستند که منشأ بوی خوش شکوفه ها، گل ها، عطرها و نیز بو و طعم میوه ها هستند.

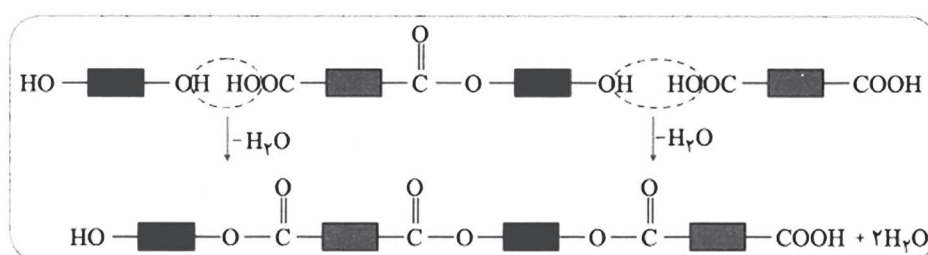
استرها فرمول مولکولی $C_nH_{2n}O_2$ دارند که در ساختار خود دارای گروه عاملی $-CO_2-$ یا $-C(=O)-O-$ هستند و شکل کلی آنها به صورت RCO_2R' است.



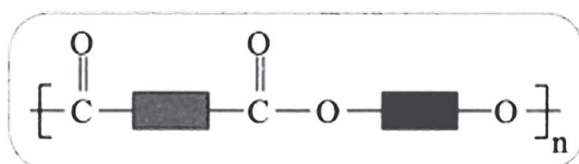
به واکنش فوق که طی آن استر و آب تولید می شود، در اصطلاح استری شدن می گویند.



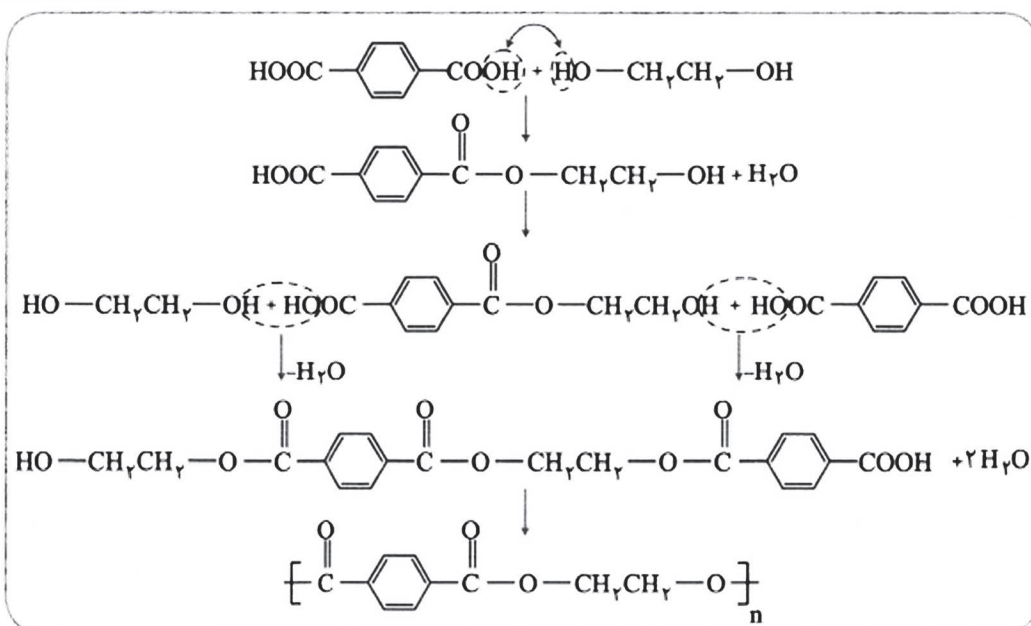
اتیل بوتانات یکی از مواد اصلی سازنده طعم و بوی میوه آناناس است و در مقیاس صنعتی برای تولید شوینده با بوی آناناس از آن استفاده می شود.



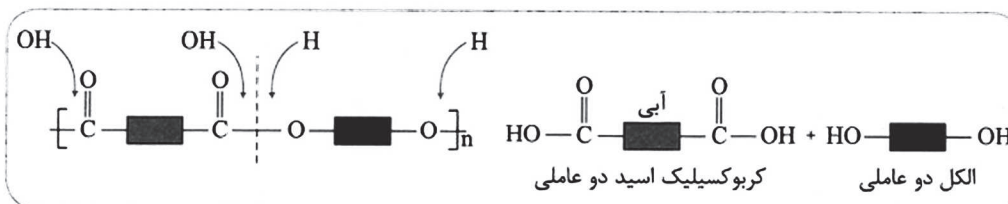
ساختار ایجاد شده از یک سو با عامل کربوکسیل اسید دو عاملی و از سوی دیگر با عامل هیدروکسیل الکل دو عاملی موجود، دو گروه استری دیگر ایجاد می کند و به هم متصل می شوند و دو مولکول آب نیز خارج می شود.



مثال: پلیمر حاصل از واکنش اتان دی ال (اتیلن گلیکول) و ترفتالیک اسید

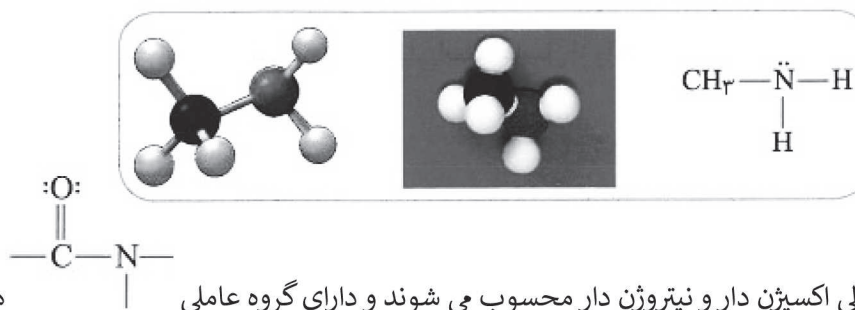


برای تعیین مونومرهای سازنده پلی استر کافی است در واحد تکرار شونده به عامل های کربونیل OH و به عامل های اکسیژن اتم H اضافه کنیم:



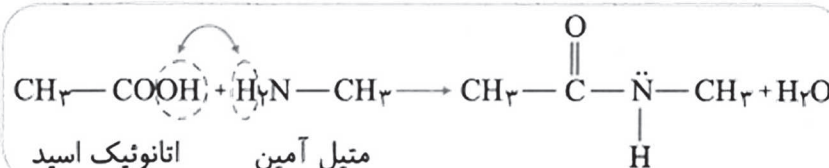
آمین ها ترکیب های آلی نیتروژن دار به شمار می آیند

متیل آمین ساده ترین عضو خانواده آمین ها محسوب می شود. بوی ماهی به دلیل وجود متیل آمین و برخی آمین های دیگر است.

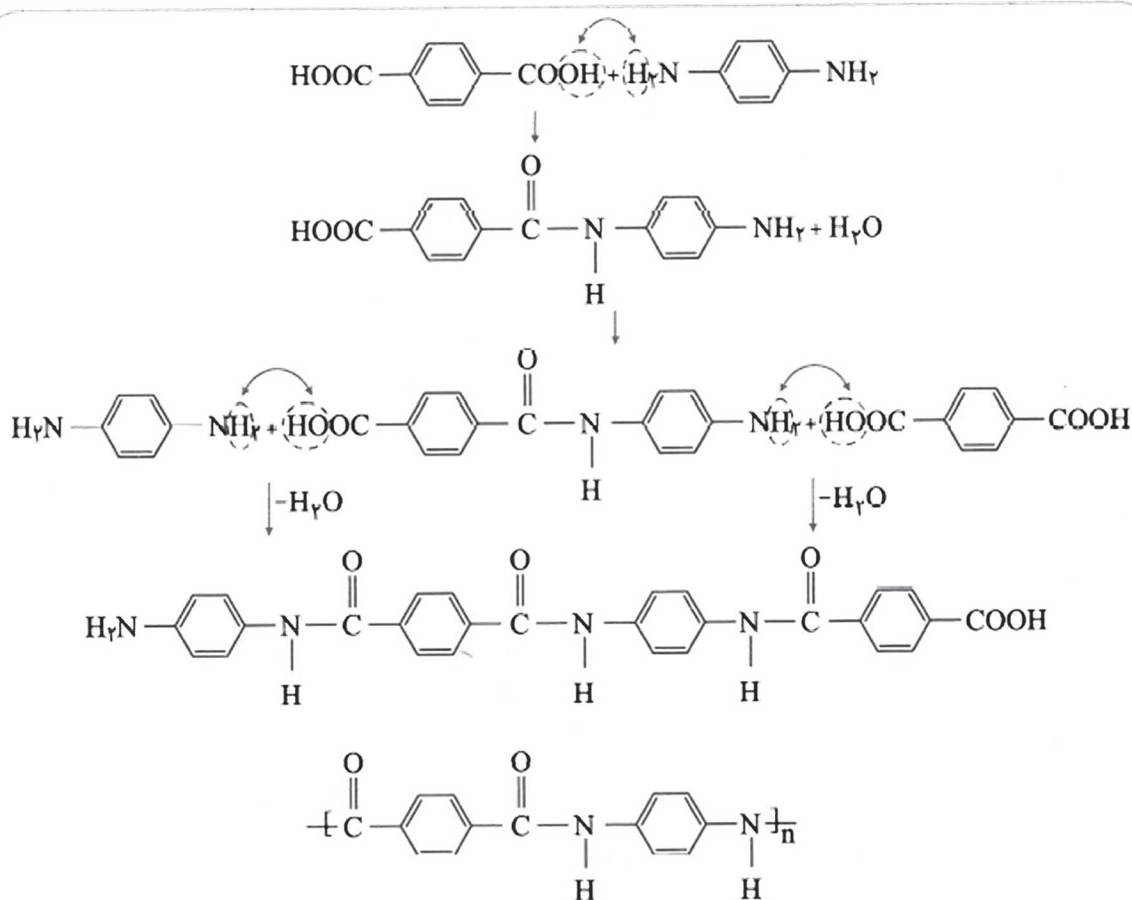


آمیدها ترکیب های آلی اکسیژن دار و نیتروژن دار محسوب می شوند و دارای گروه عاملی هستند.

آمیدها از واکنش کربوکسیلیک اسیدها با آمین های نوع اول، نوع دوم و یا آمونیاک به دست می آیند

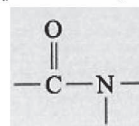


مثال: پلیمر حاصل از واکنش دی اسید و دی آمین



کولاریکی از معروف ترین پلی آمیدهاست. این پلیمر ساختگی از فولاد هم جرم خود ۵ برابر مقاوم تر است، از کولار در تهیه تایر اتومبیل، قایق بادبانی، لباس مخصوص مسابقه موتورسواری و جلیقه ضدگلوله استفاده می شود.

نکته: پلی آمیدهای طبیعی زیادی شناسایی شده اند. مانند: مو، ناخن، شاخ حیوانات، پشم گوسفندان، پوست بدن انسان و



... که گروه عاملی آمیدی در طول زنجیر کربن آنها تکرار شده است.

پلیمرهای سبز را از فراورده های کشاورزی مانند سیب زمینی، ذرت و نیلوفر آبی می کنند. در این فرایند ابتدا نشاسته موجود در این محصولات را به لاکتیک اسید تبدیل کرده و سپس طی واکنش پلیمر شدن تراکمی در شرایط مناسب به پلی لاکتیک اسید (PLA) تبدیل می کنند.

پلی لاکتیک اسید → پلیمر شدن تراکمی → لاکتیک اسید → نشاسته

لاکتیک اسید ماده ای است که دارای دو گروه عاملی کربوکسیل و هیدروکسیل است.