

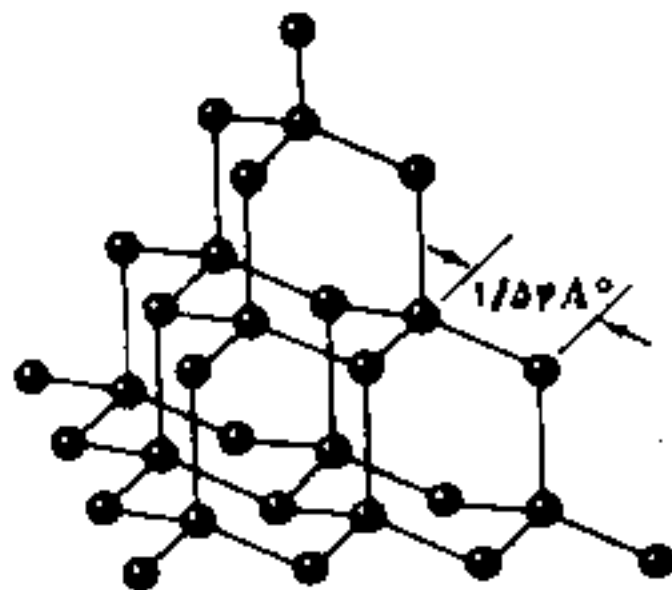
کربن خالص در طبیعت بسیار کم است و به صورت دو نوع آلوتروپ بلوری گرافیت و الماس وجود دارد. کربن ناخالص در طبیعت به صورت انواع ذغالها موجود است. ترکیبهای کربن در طبیعت فراوان است. مثال آنها گاز دی اکسید کربن، کربناتهای طبیعی، همچنین به صورت ترکیبهای آلی مانند نفت و مواد آلی موجود در بدن موجودات زنده می باشد. در این مبحث از کربن و ترکیبهای معدنی آن صحبت می کنیم و بررسی مواد آلی در فصلی جداگانه انجام می گیرد.

الماس سخت ترین ماده موجود در طبیعت است. فعالیت شیمیائی آن بسیار کم می باشد، مهمترین مصرف الماس در تهیه جواهرات، ساختن مته ها و ابزار تراشکاری است. در حدود ۹۵ درصد الماس طبیعی از معادن جنوب آفریقا به دست می آید. گرافیت بر خلاف الماس یکی از نرم ترین جامدهای طبیعی است که برای ساختن (Lubricant)، الکترودهای زغالی و مفر مداد به کار می رود. مصرف گرافیت در واکتورهای اتمی نیز زیاد است چون منابع گرافیت طبیعی کم است، آن را به طور مصنوعی در کوره های الکتریکی ویژه ای می سازند. در این کوره کربن ناخالص در دمای زیاد به گرافیت تبدیل می شود. علت تفاوت خواص الماس و گرافیت را باید در ساختمان آنها جستجو کرد. برای آگاهی از چگونگی پیوند میان اتمهای این دو نوع آلوتروپ به جاست که به طور کلی نوع پیوند را در کربن، که نقطه ذوب و جوش بسیار بالا دارد، بررسی کنیم.

۱-۱-۱- پیوند کربن در الماس و گرافیت

می دانید که اغلب غیر فلزهای گروههای هفتم، ششم و پنجم نقطه ذوب و جوش پائینی دارند. با جامدهای مولکولی عناصری چون ید، گوگرد و فسفر سفید آشنا هستید، مولکولهای دویا چند اتمی این غیر فلزها به وسیله نیروی واندروالس ضعیفی در کنار یکدیگر قرار گرفته اند. بالا بودن نقطه های ذوب و جوش غیر فلزی این گروه و استحکام ساختمان آنها وجود نوع دیگری از پیوند را در آنها ایجاب می نماید.

در بلورهای الماس هر یک از اتمهای کربن مطابق شکل زیر به وسیله چهار اتم دیگر احاطه شده و جامد مشبک غول آسایی به وجود می آورند.



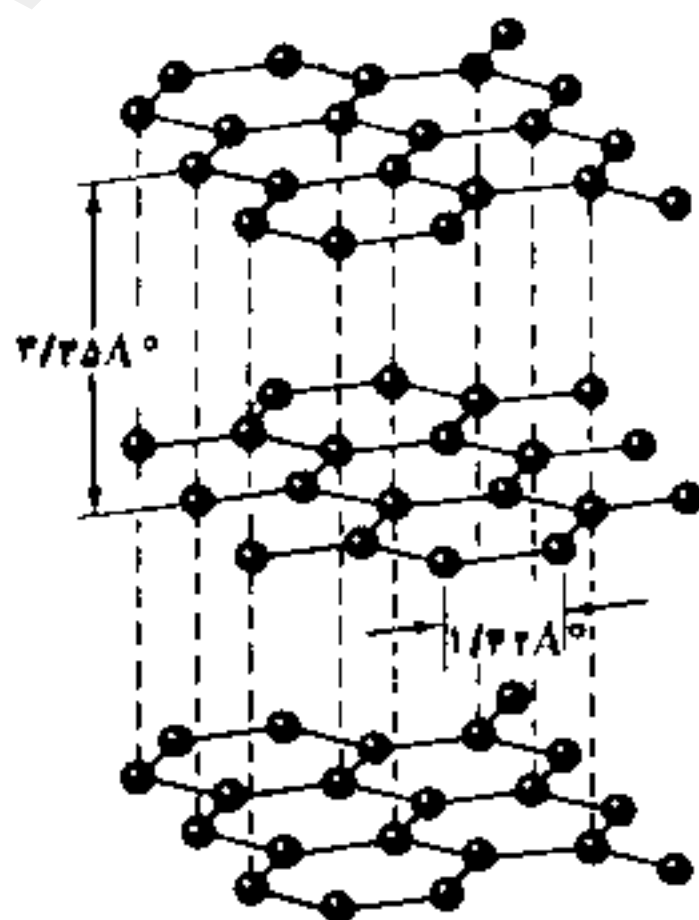
شکل ۱-۱-۱-۱: ساختار بلوری الماس

برش - به طرح ساختمانی الماس نگاه کنید. آیا می‌توانید مولکولهای چند اتمی مشخصی را در آن پیدا کنید؟

هر یک از دو اتم مجاور در بلور الماس، به وسیله یک پیوند کووالانسی به یکدیگر مربوط شده‌اند. این پیوند از همپوشانی دو ارییتال نیمه پر به وجود می‌آید. با این ترتیب هر یک از چهار الکترون ارییتال هیبریدی sp^3 اتمهای کربن با الکترونهاي اتمهای مجاور، به اشتراک درآمده و همپوشانی آنها را پر می‌کنند.

جامدهایی که مانند الماس شامل شبکه سه بعدی به هم پیوسته‌ای از اتمها باشند، جامد کووالانسی یا جامد مشبک نامیده می‌شوند. خواص کربن، سیلیسیم و ژرمانیم وجود چنین شبکه‌های سه بعدی و ساختمان جامد مشبک را در آنها تأیید می‌نماید. بلورهای این جامدها همگی سخت هستند و رسانای خوبی برای الکتریسته نمی‌باشند.

گرافیت که در مفر مداد وجود دارد، نوع دیگری از کربن جامد است که شبکه سه بعدی مانند آن چه در الماس دیدیم ندارد، بلکه به صورت لایه‌ها یا ورقه‌هایی است که پیوندهای کووالانسی آنها در یک صفحه قرار می‌گیرند (شکل زیر). اتمهای کربن در هر لایه به وسیله سه پیوند کووالانسی که از ارییتالهای هیبریدی sp^2 حاصل می‌شوند به‌طور محکم به هم پیوسته‌اند. در صورتی که بین دو لایه مجاور فقط نوعی نیروی جاذبه ضعیف و اندروالی وجود دارد. وجود چنین نیروهای ضعیفی باعث می‌شود که گرافیت در امتداد لایه‌ها شکننده باشد. نرمی و لغزندگی گرافیت را نیز می‌توان به همین علت دانست (با کشیدن مداد بر روی کاغذ، لایه‌های نازکی از گرافیت سیاه رنگ از مفر آن جدا شده و روی کاغذ قرار می‌گیرد). با این ترتیب می‌توان گرافیت را در یک بعد جامد کووالانسی و در بعد دیگر جامد وندروالی در نظر گرفت.



طرح ساختمانی گرافیت

چون هر اتم کربن در گرافیت با سه اتم دیگر پیوند یافته است ، بنابراین می توان گفت که از هر چهار الکترون آن فقط سه الکترون پیوند کووالانسی در سطح لایه ها تشکیل می دهند. الکترون چهارم غیر پیوندی بوده و در حکم الکترون غیر مستقر است (مانند الکترون غیر مستقر در فلزها). وجود این الکترون نسبتاً آزاد برای هر اتم کربن این انتظار را پدید می آورد که گرافیت رسانای جریان الکتریسته باشد، در عمل نیز می بینیم که گرافیت با وجود این که غیر فلز محسوب می شود، جریان برق را در امتداد لایه ها از خود عبور می دهد.

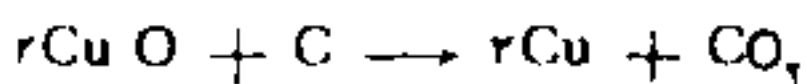
زغال چوب - زغال چوب ، از حرارت دادن چوب در ظرفهای سر بسته و دور از هوا به دست می آید . با خروج بخارات و مواد فرار از چوب ، توده متخلخلی از زغال چوب باقی می ماند. زغال چوب از نظر ساختمانی شبیه گرافیت است ولی چون بلورهای میکروسکوپی آن به طور نامنظم کنار یکدیگر قرار گرفته اند ، مانند گرافیت رسانای جریان الکتریسته نیست .

چون این نمونه های کربن ، به ویژه زغال چوب، نفوذ پذیر و دارای سطح تماس زیاد است، از این رو برای ساختن ماسکهای ضد گاز و تصفیه آب آشامیدنی به کار می رود. در این موارد گازهای سمی یا آلودگیهای بدبو که در آب وجود دارند، جذب سطح وسیع ذره های کربن متخلخل می شوند.

زغال کک - زغال کک از تقطیر زغال سنگ در دیگهای سر بسته به دست می آید . وقتی که بخارات و مواد فرار زغال به ویژه قطران از آن جدا شوند ، توده متخلخلی به نام زغال کک بر جای می ماند .

مصرف عمده کک در استخراج فلزات است . این زغال احیا کننده خوبی برای اکسیدهای فلزاتی چون آهن، مس، قلع و روی است. به همین دلیل برای استخراج این فلزها از سنگ معدن آنها به کار می رود .

در آزمایشگاه می توان از حرارت دادن شدید مخلوط اکسید سیاه مس با زغال، فلز مس (قرمز رنگ) به دست آورد.

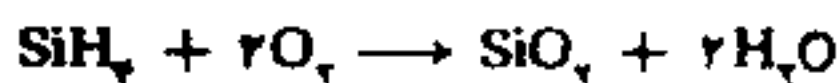


امروزه صنعت تقطیر زغال سنگ و تهیه کک در ایران به علت توسعه روزافزون صنایع ذوب آهن گسترش زیادی پیدا کرده است .

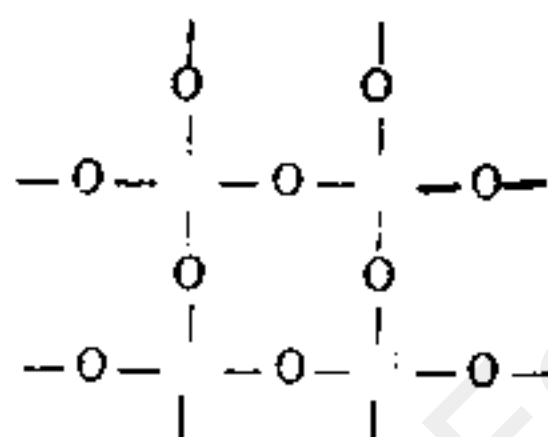
۲۱ - سیلیسیم و ترکیبات آن

با خواص کربن و ویژگیهای آن آشنا شدید . بین کربن و سیلیسیم از نظر خواص تفاوتها و شباهتهایی وجود دارد . مهمترین تفاوت آنها پایدار بودن پیوند $\text{C}-\text{C}$ و $\text{C}-\text{H}$ و ناپایداری

نسبی پیوندهای Si-H و Si-Si است. گاز متان (CH₄) ترکیبی پایدار است، در حالی که گاز سیلان SiH₄ ناپایدار بوده و در هوا خود به خود آتش می‌گیرد.

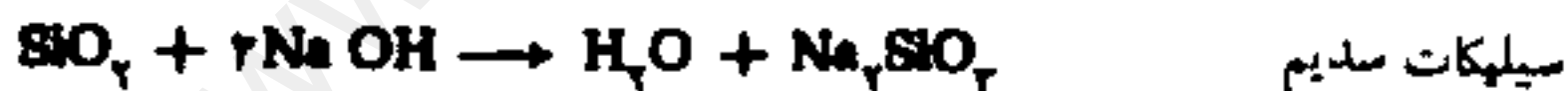


پیوند میان سیلیسیم و اکسیژن بسیار پایدار است و نمونه‌های آن را در انواع سیلیکاتهای طبیعی و سیلیس که قسمت اعظم قشر زمین را تشکیل می‌دهند، می‌بینیم. برخلاف دی‌اکسید کربن که از مولکولهای مجزای CO₂ تشکیل یافته و در نتیجه گازی شکل است، دی‌اکسید سیلیسیم (سیلیس) به صورت جامد مشبك (جامد کووالانسی) وجود داشته و ساختمان چهاروجهی مانند الماس دارا می‌باشد.



در حدود ۶۵ درصد قشر زمین به صورت سیلیس آزاد (SiO₂) با سیلیس ترکیب شده با اکسید آلومینیم (Al₂O₃) و برخی مواد دیگر وجود دارد.

سیلیس يك اكسيد نامحلول در آب است ولی توانائی خشی کردن با آنها را دارد.



در آزمایشگاه از ریختن اسید بر محلول سیلیکات سدیم، رسوب زله‌ای شکلی حاصل می‌شود که چنانچه آن را گرم کنیم سیلیس بی‌شکل (نهر متبلور) به دست می‌آید.



رسوب زله‌ای مزبور اسیدسیلیسیك است که فرمول آن را می‌توان به صورت SiO₂ · H₂O یا H₄SiO₄ نوشت. نمکهای این اسید، سیلیکاتها نام دارند.

سیلیس متبلور و شفاف است و چنان که گفتیم ساختمان مشبك غول‌آسای شیشه الماس دارد. ماسه سیلیس ناخالص به شمار می‌رود که با اکسید آلومینیم، اکسید آهن و برخی مواد دیگر همراه است.

شیشه مهم‌ترین مصرف سلیسی در شیشه‌سازی است. شیشه معمولی (مانند شیشه پنجره) را از ذوب سلیسی با کربنات سدیم و کربنات کلسیم به دست می‌آورند. شیشه حاصل را می‌توان ترکیبی از اکسیدهای بازی CaO و Na_2O با اکسید اسیدی SiO_2 دانست. اکسید سدیم از کربنات سدیم و اکسید کلسیم از کربنات کلسیم فراهم می‌گردد. از هم زدن گرد شیشه در آب مخلوای به دست می‌آید که فنل فتالین را از غوانی رنگ می‌نماید. علت آن است که چون سیلیکاتهای سدیم و کلسیم نمکهای یک اسید ضعیف و یک باز قوی می‌باشند، پس از حل شدن در آب هیدرولیز شده و تولید باز قوی می‌نمایند. به همین علت محلول آنها خاصیت بازی نشان می‌دهد.

واکنش هیدرولیز سیلیکات سدیم (Na_2SiO_3) و سیلیکات کلسیم (CaSiO_3) را بنویسید. رنگ شیشه‌ها به علت وجود ترکیبهای فلزهای مختلف در شیشه است. برای تهیه شیشه‌های آزمایشگاهی و انواع شیشه‌های مرغوب از مواد اولیه دیگری نیز استفاده می‌کنند. برای مثال، شیشه پیرکس که ضریب انبساط حرارتی آن کم است و در مقابل تغییرات ناگهانی دما نمی‌شکند، ترکیبی از SiO_2 ، B_2O_3 و Al_2O_3 است.

سیم نقر

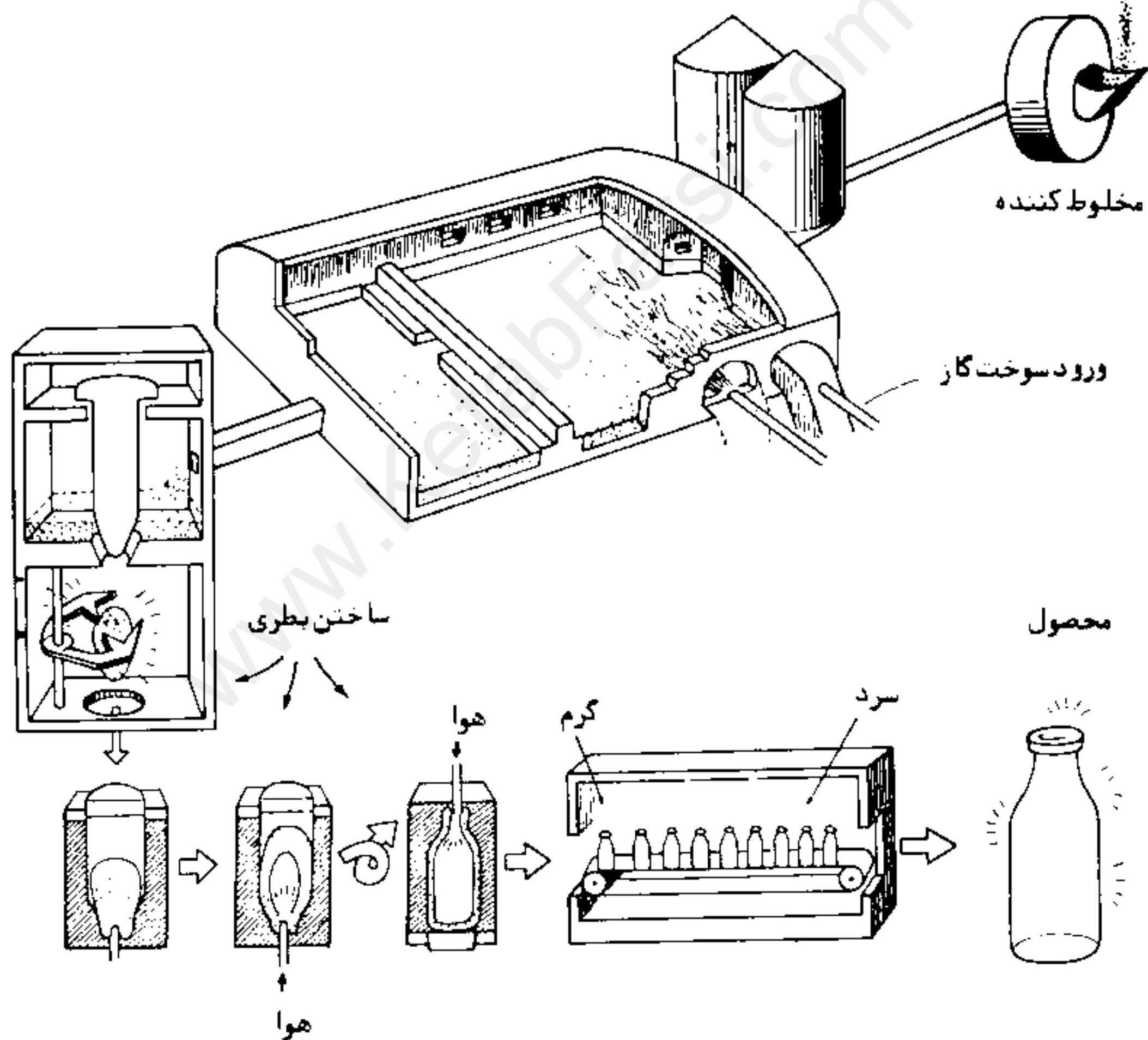
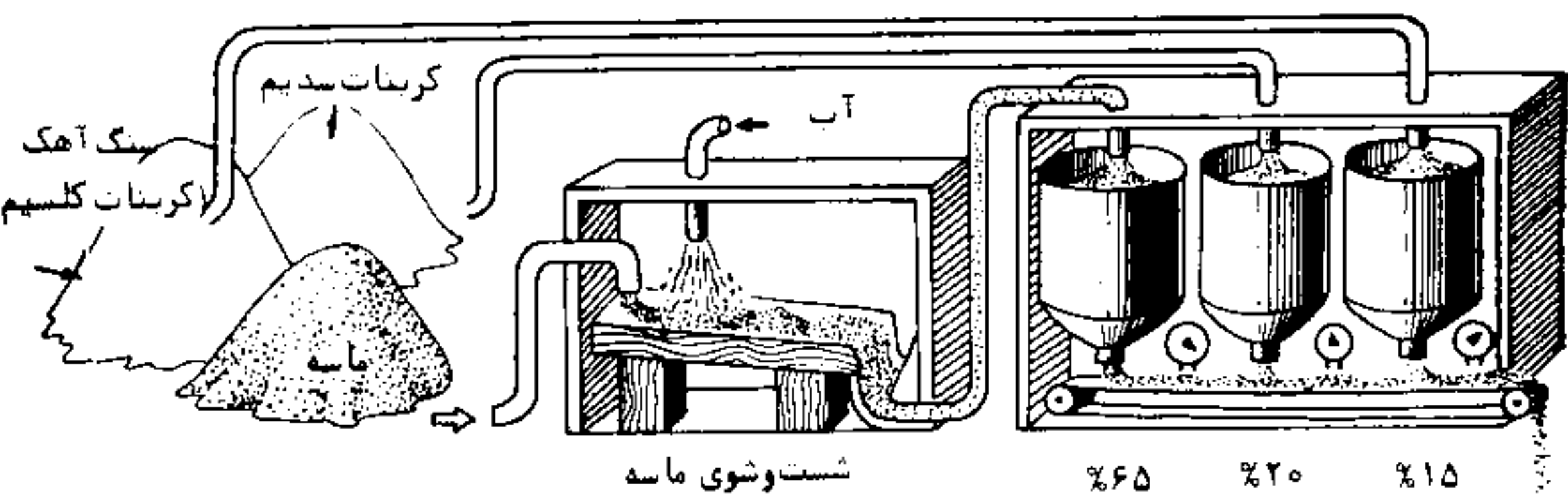
www.FarsSci.com

همان طور که دیده شد، خواص غیر فلزی در کربن آشکارتر است و در سلیسیم اندکی کاهش می‌یابد. چون خواص ژرمانیم به فلزها نزدیکتر است می‌توان آن را شبه فلز نامید. زمانی‌اوردن این عنصر منحصر به کارهای علمی و تحقیقاتی بود ولی از سال ۱۹۴۸ برای ساختن ترانزیستور به کار می‌رود. خواص قلع و سرب تا حدودی مشابه فلزهاست. از قلع برای ساختن حلی (مانند قوطیهای روغن نباتی و کنسرو) استفاده می‌شود. موارد کاربرد سرب نیز زیاد است. برای مثال از آلباژهای آن برای ساختن حروف چاپ و لحیم‌کاری استفاده می‌کنند.

پارامش در اهری

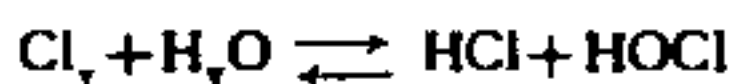
- ۱- چرا نقطه ذوب عنصر شماره ۱۵ در جدول پائین‌تر از عنصر شماره ۱۴ است؟
- ۲- بانمایش آرایش الکترونی عنصر شماره ۳۲ و تعیین محل آن در جدول تناوبی پیشگویی کنید که نقطه ذوب آن بالا یا پائین است.
- ۳- جامدات مولکولی و جامدات کووالانسی از نظر ساختمان، سختی و نقطه ذوب چه تفاوتی با هم دارند؟

۱- فرمول شیشه را معمولاً به صورت CaO ، M_2O ، SiO_2 می‌نویسند که M یک فلز قلیائی است.

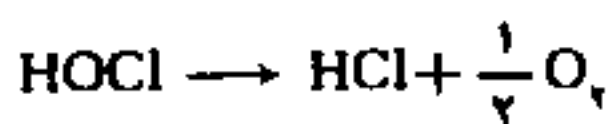


طرح ساده‌ای از صنعت شیشه‌سازی

۳ - می‌دانید که از حل شدن گاز کلر در آب، محلولی به دست می‌آید که آن را آب کلر می‌نامند، حل شدن کلر در آب نوعی حل شدن شیمیایی است که می‌توان واکنش آن را به صورت زیر نوشت:



اسید هیپوکلرید که در این عمل حاصل می‌شود بر اثر نور تجزیه شده و اکسیژن آزاد می‌کند:



با توجه به توضیح بالا و قوت اسیدی اسید کلریدریک و خاصیت اکسید کنندگی اسید هیپوکلرید توضیح دهید که اثر گاز کلر، آب کلر تازه و آب کلر کهنه بر کاغذ تورنسل چه تفاوتی دارد؟
 محلول اسیدی ید در یدید پتاسیم که قهوه‌ای رنگ است بر اثر افزودن یون نیتريت پررنگتر و بر اثر افزودن یون فسفیت مونویدروژن، بی‌رنگ می‌شود. علت را توضیح دهید.

۵ - ۱۰۰ سانتیمتر مکعب محلول اسید کلریدریک با یک گرم کربنات کلسیم خنثی شده است: غلظت و نرمالیتته اسید را تعیین کنید.

۷ - از اثر ۱۰۰CC محلول اسید سولفوریک دقیق بر فلز روی ۵۶ سانتیمتر مکعب گاز در شرایط متعارفی تولید شده است.

الف- غلظت معمولی، مولاریته و نرمالیتته اسید را حساب کنید.

ب- جرم روی به کار رفته چقدر است؟

پ- چند لیتر هوا برای سوختن کامل گاز حاصل لازم است؟

۸ - چرا کاغذ صافی آغشته به محلول یدید پتاسیم در مجاورت ازن قهوه‌ای رنگ می‌شود؟

۹ - اگر ۷۰CC گاز یدروژن و ۵۰CC گاز اکسیژن را مخلوط کرده و در دستگاه مناسبی

مطهر کنیم، چه مقدار گاز و از کدام یک باقی می‌ماند؟

۱۰ - ۵/۳۲ گرم فلز مس را با اسید سولفوریک غلیظ گرم می‌کنیم تا کاملاً حل شود. حجم گاز

تولید شده را در شرایط متعارفی حساب کنید. این گاز چند گرم پتاس را به صورت محلول کاملاً خنثی می‌کند؟

۱۱ - چرا اسید سولفوریک را برای تهیه بسیاری از اسیدهای دیگر به کار می‌برند؟

۱۲ - می‌خواهیم رطوبت گازهای زیر را بگیریم کدام یک از آنها را می‌توان به وسیله اسید

سولفوریک غلیظ خشک کرد؟ گاز دی‌اکسید گوگرد، گاز سولفید یدروژن، گاز اکسیژن، گاز دی‌اکسید کربن و گاز آمونیاک.

۱۳ - چرا هالوژنها در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی‌شوند؟

۱۴ - با آن که اکسیژن گاز و گوگرد جامد است چه شواهدی باعث شده است که آنها

را در یک خانواده کنار هم قرار دهیم؟

۱۵- سه ظرف شیشه‌ای بدون برجسب، هر يك محتوی يكي از گازهای اكسيژن، نيتروژن و آمونياك می‌باشد. چگونه هر يك از آنها را تشخيص می‌دهيد؟

۱۶- آیا می‌توان برای اثبات اینکه فلوتور از کالرفعالتر است، گاز فلوتور را در محلول آبی

کلريد سدیم وارد کرد؟ چرا؟

۱۷- از تأثیر چند گرم کلريد آمونیم با پیتاس جامد 280°C گاز آمونياك در شرایط منعارفی

به دست می‌آید؟

۱۸- معادله واکنش‌های تبدیل فسفر را به فسفات کلسیم بنویسید.

۱۹- 0.2 مول از هر يك از کلريدهای عناصر a, b, c را در سه ظرف جداگانه در

آب حل کرده و به محلول حاصل نترات نقره کافی اضافه کرده‌ایم. وزن رسوبهای کلريد نقره

تولید شده به ترتیب $2/87, 5/74, 8/61$ گرم شده است. اولاً تعیین کنید هر يك از عناصر

فوق به کدام گروه از جدول تناوبی تعلق دارد؟ ثانياً اگر این عناصر در دوره سوم جدول تناوبی

قرار گرفته باشند با استفاده از جدول تناوبی نام آنها را بیایید و کلیه واکنشهای انجام شده در

این عمل را بنویسید.

۲۰- کداميك از هالوژنها :

الف - از همه الكترونگاتیوتر است. ()

ب - در تصفیه بهداشتی آب به کار می‌رود. ()

ج - رنگ آن زرد مایل به سبز است. ()

د - از هالوژنهاي ديگر فراوانتر است. ()

ه - فقط از روش الكترولیز می‌توان آنرا تهیه کرد. ()

و - در دمای معمولی مایع است. ()

ز - چسب نشاسته را آبی رنگ می‌کند. ()

ح - در صنعت از آب دریا تهیه می‌شود. ()

ط - در طبیعت یافت نمی‌شود. ()

ی - بر آب به شدت اثر می‌کند و اكسيژن آزاد می‌کند. ()

۲۱- در مقابل جمله‌های صحیح حرف (ص) و در مقابل جمله‌های غلط حرف (غ) قرار

دهید:

الف- برای نوشتن روی شیشه می‌توان از اسید پدیدريك استفاده کرد. ()

ب- فلوتور فعالترین غیر فلزهاست. ()

ج - کلر نیز می‌تواند مانند ید دارای ظرفیت ۷ باشد. ()

د - فلوتور چون در خارجی ترین سطح انرژی خود، ۷ الكترون دارد می‌تواند هفت ظرفیتی

باشد .

()

()

د - فعالیت شیمیایی گوگرد از کربن بیشتر است.

و - چون فسفر سفید در دمای معمولی در مقابل هوا خود به خود آتش می گیرد پس فعالیت

()

شیمیایی آن از نیتروژن بیشتر است.

()

ز - فلئوئور می تواند کربن را از ترکیباتش خارج کند.

با توجه به اینکه ساختمان بلورهای کربن و سیلیسیم مشابه است چرا نقطه ذوب

سیلیسیم خیلی پایین تر از کربن است؟

دو عنصر کربن و سیلیسیم اکسیدهایی می دهند که فرمول آنها به هم شبیه است، CO_2

و SiO_2 اولی در $5/78^\circ C$ - تصمید می شود . دومی در حدود $1700^\circ C$ ذوب می شود و در حدود

$2200^\circ C$ می جوشد. علت این تفاوت زیاد را در خواص دو جامد نامبرده بیان کنید.

۵CC از يك محلول پراکسید نیدروژن را اختیار کرده و به آن یدید پتاسیم کافی و

چند قطره اسید سولفوریک افزوده ایم . به محلول حاصل کمی چسب نشاسته اضافه کرده ایم،

محلول آبی رنگ شده است. آزمایش نشان داده است که برای بی رنگ کردن محلول به دست آمده

۱۲۵CC محلول دسی نرمال نیو سولفات سدیم مصرف می شود . معادله شیمیایی واکنشهای انجام

شده را نوشته و ارزش حجمی پراکسید نیدروژن را محاسبه کنید .

بخش دوم
شیمی ترکیبات کربن
(شیمی آلی Organic Chemistry)

www.KitaboSunnat.com

پیش گفتار

مقدمه تاریخی - موضوع و سیر تکاملی شیمی آلی - اگرچه ترکیبهای مانند قند، نشاسته، الکل، نیل و غیره از زمانهای خیلی قدیم شناخته شده بود، با وجود این، شیمی این ترکیبات تا اوایل قرن هجدهم پیشرفتی نکرد. در سال ۱۶۷۵ میلادی، لومری (Lemery) دانشمند فرانسوی در کتاب مشهور خود با نام «درسهای شیمی» ترکیبهای را که از منابع طبیعی به دست می آید، به سه دسته تقسیم کرد: ۱- ترکیبهای معدنی، ۲- ترکیبهای گیاهی، ۳- ترکیبهای حیوانی. در سال ۱۷۸۴، لاوروازیه (Lavoisier) نشان داد که تمام ترکیبهایی که از منابع گیاهی و حیوانی به دست می آیند، حداقل دارای کربن و هیدروژن و در بسیاری از موارد دارای نیتروژن نیز می باشند. بررسیهای بعدی نشان داد که در برخی موارد، یک ترکیب معین را می توان هم از منابع حیوانی و هم از منابع گیاهی به دست آورد. بنابراین آشکار گردید که تفاوت چندانی بین ترکیبهای گیاهی و ترکیبهای حیوانی موجود نیست و لزومی ندارد که آنها را در دو گروه جداگانه مطالعه کنیم. با این ترتیب مواد طبیعی به دو دسته تقسیم شد:

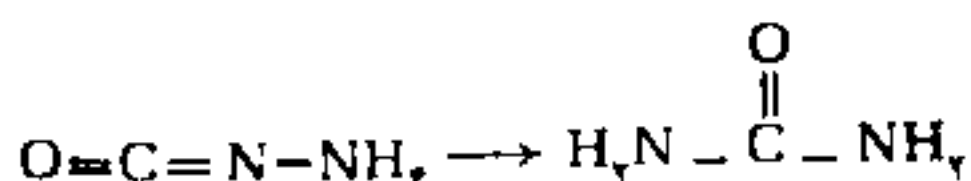
۱- ترکیبهای آلی - این ترکیبها فرآوردههایی از گیاهان و حیوانات هستند، به زبان دیگر به وسیله موجود زنده ساخته می شوند.

۲- ترکیبهای غیر آلی - این ترکیبها از موجودات زنده به دست نمی آیند.

ساختمان پیچیده، قابلیت سوختن و تفاوتهای چشمگیر دیگر که بین ترکیبهای آلی و معدنی دیده می شد، برزیلیوس (برسلیوس Berzelius) را بر آن داشت تا در سال ۱۸۱۵ نظریه «نیروی حیاتی» را ابراز کند.

به عقیده برزیلیوس، قوانین حاکم بر تهیه ترکیبهای آلی از عناصر سازنده آنها با قوانین حاکم بر چگونگی تشکیل ترکیبهای معدنی تفاوت دارند، به طوری که ترکیبهای آلی فقط به کمک نوعی نیروی حیاتی پدید می آیند. بنابراین تهیه آنها از راههای آزمایشگاهی غیر ممکن می نمود.

در سال ۱۸۲۸، وهلر^۱ دانشمند آلمانی توانست ایزوسیانات آمونیم را که یک ترکیب معدنی است، به اوره یعنی ترکیبی که فقط از منابع حیوانی به دست می آمد تبدیل کند:



۱- فردریک وهلر (F. Wöhler، ۱۸۸۲-۱۸۰۰)

سنتز آورده از این راه پایه‌های دیوار موجود بین ترکیبهای آلی و ترکیبهای معدنی راست کرد. در سال ۱۸۴۸ کولبه (Kolbe) دانشمند آلمانی، اسیداستیک را از حرارت دادن سیانیدمتیل با پتاس تهیه کرد. با سنتز متان به وسیله برتلو (Berthelot) دانشمند فرانسوی در سال ۱۸۵۶ این دیوار به کلی فرو ریخت. با ازمیان رفتن تفاوت‌های بنیادی موجود بین این دو دسته ترکیب، چنین به نظر می‌رسد که استفاده از کلمه‌های آلی و معدنی دیگر لزومی نداشته باشد و می‌توان به جای ترکیبهای آلی از نام ترکیبهای کربن استفاده کرد. در حال حاضر دو نام گذاری فوق با وجود آن که مفهوم حقیقی خود را از دست داده‌اند همچنان مورد استفاده می‌باشند. شاید بتوان برای توجیه ادامه طبقه‌بندی مواد شیمیایی به آلی و معدنی، دلایل زیر را بیان کرد:

- ۱- تعداد ترکیبهای کربن خیلی بیشتر از ترکیبهای شناخته شده از عناصر دیگر است.
- ۲- اتمهای کربن می‌توانند با یکدیگر ترکیب شوند و زنجیرهای طویل تشکیل دهند. این خاصیت در عناصر دیگر خیلی کمتر دیده می‌شود.
- ۳- تمام ترکیبهایی که تاکنون به نام ترکیبهای آلی شناخته شده‌اند دارای کربن می‌باشند. ترکیبهایی مانند مونوکسید کربن (CO)، دی‌اکسید کربن (CO_2)، کربنات‌ها (مانند کربنات سدیم Na_2CO_3)، سولفید کربن (CS_2) و غیره که بیشتر در بین مواد معدنی مشاهده می‌شوند معمولاً در مبحث شیمی معدنی بررسی می‌شوند.

فصل اول

تیدروکربنها

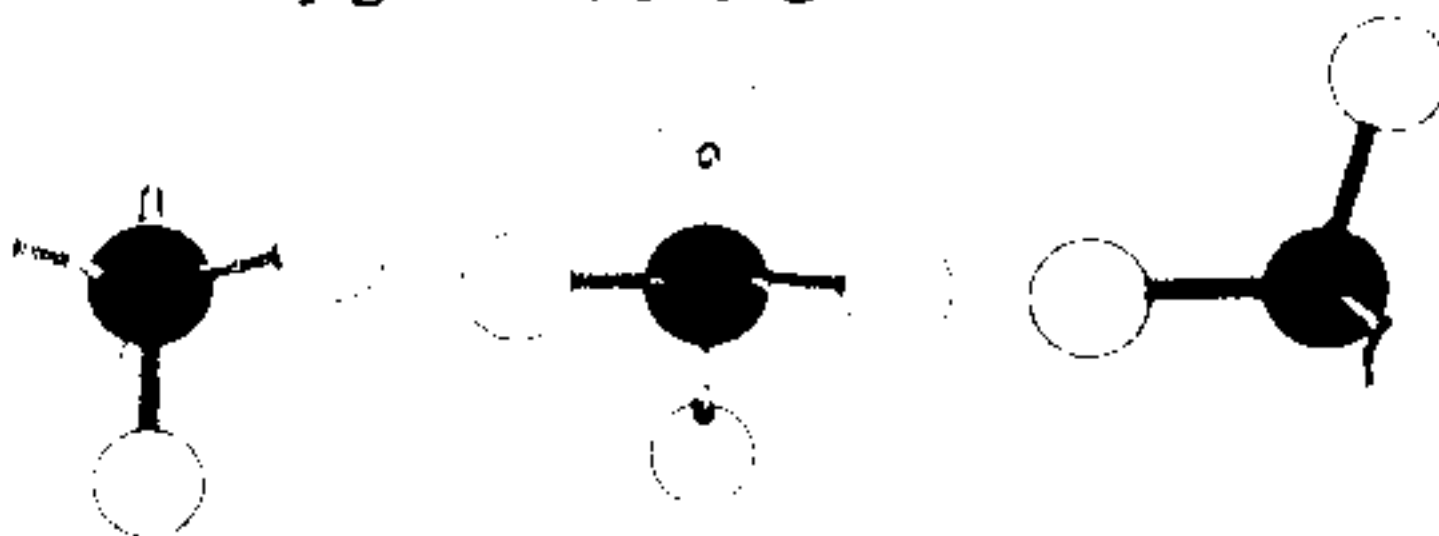
در این فصل ، بررسی ترکیبات کربن را با تیدروکربنها که ترکیبهای گوناگونی از کربن و تیدروژن هستند ، آغاز می کنیم . از آنجا که متان (CH_4) ساده ترین تیدروکربن است ، ابتدا این ترکیب را بررسی می کنیم .

متان CH_4

متان ساده ترین ترکیب آلی است که از یک اتم کربن و چهار اتم تیدروژن تشکیل شده است . هیبریداسیون آرینتالهای اتم کربن در متان sp^3 است بنا بر این ، نحوه قرار گرفتن اتمها در مولکول متان به صورتی است که در مجموع یک چهار وجهی منتظم به وجود می آورند . اتم کربن در مرکز و هر یک از اتمهای تیدروژن در یکی از رئوس این چهار وجهی قرار می گیرند ، در نتیجه زوایای پیوندی برابر $109^\circ, 28'$ می باشند . برای نمایش هندسی مولکول متان از مدلهای مختلفی استفاده می شود . ۱- روش فرمول ساختمانی (یا گسترده) و مدل نقطه ای - چنان که می دانید برای سادگی مولکول متان را با فرمول الکترون نقطه ای یا گسترده مطابق شکلهای زیر نشان می دهند .



۲- روش گلوله و میله (یا گلوله و فنر) - در این روش اتمهای کربن و تیدروژن را به صورت گلوله با اندازه و رنگهای مختلف و پیوندهای موجود بین آنها را به صورت فنر یا میله نشان می دهند . در اینجا زوایای پیوندی با مقدار واقعی مطابقت دارند . از این روش بیشتر به منظور نشان دادن آرایش فضایی اتمها در مولکول (شکل فضایی مولکول) استفاده می شود :



۳- روش به هم فشرده - در این روش اتمها را از گلوله‌های پلاستیکی می‌سازند و شمع آنها متناسب با شمع اتمها انتخاب می‌شود. در اینجا نیز زوایای پیوندی با مقدار واقعی مطابقت دارد. در این روش طول نسبی پیوند نیز رعایت می‌شود :

معمولا مدلی را که با این روش بدست می‌آید، مدل فضاپرکن می‌نامند.



وجود در طبیعت و برخی خواص C_6H_6 یکی از تشکیل دهنده‌های اصلی گاز طبیعی است و بیش از ۹۷ درصد آن را تشکیل می‌دهد. در گازهای حاصل از پالایش نفت نیز موجود است. در حدود ۳۵ درصد گازهای حاصل از تقطیر زغال سنگ متان می‌باشد چون متان محصول نهائی تجزیه و تخمیر گیاهان در غیاب هواست. از این رو در معادن زغال سنگ و در سطح مردابها مشاهده می‌شود. (به همین علت گاهی آن را گاز مرداب می‌نامند.) متان خالص گازی است بی‌رنگ و بی‌بو، از هوا سبکتر است سنگینی آن نسبت به هوا $d = \frac{M}{29} = \frac{16}{29}$ است. می‌دانید که پیوندهای کربن-کربن در مولکول متان قطبی است ولی چون مولکول آن متقارن است، متان روی هم رفته غیر قطبی می‌باشد و نیروی جاذبه موجود بین مولکولهای آن از نوع نیروهای واندروالسی است. به علت کوچکی زیاد مولکول متان، این نیروها نیز ناچیز بوده و از این رو نقطه ذوب و جوش آن بسیار پایین است و با اندکی انرژی گرمایی می‌توان متان جامد را ذوب یا تبخیر کرد. (نقطه ذوب متان $182/5^\circ\text{C}$ - و نقطه جوش آن $161/5^\circ\text{C}$ - است). همانطوری که گفتیم متان در دمای معمولی گازی شکل است و به سختی تبدیل به مایع می‌شود. <

۱- چگالی گازها نسبت به هوا از تقسیم جرم حجم معینی از گاز بر جرم هوای هم حجمش به دست

می‌آید $(d = \frac{m}{m'})$. اگر شرایط متعارفی باشد و حجم مورد نظر $22/4$ لیتر در نظر گرفته شود

می‌توان نوشت $d = \frac{\text{جرم } 22/4 \text{ لیتر گاز}}{\text{جرم } 22/4 \text{ لیتر هوا}}$. از طرفی می‌دانیم که $22/4$ لیتر از هر گاز، یک مول

از آن گاز می‌باشد پس به جای جرم $22/4$ لیتر گاز، جرم مولکولی گاز (M) را قرار می‌دهیم. در شرایط متعارفی هر لیتر هوا در حدود $1/293$ گرم وزن دارد که جرم $22/4$ لیتر آن تقریباً 29 گرم می‌گردد.

پس برای تعیین چگالی یک گاز نسبت به هوا معمولا جرم مولکولی آن را بر 29 تقسیم می‌کنند

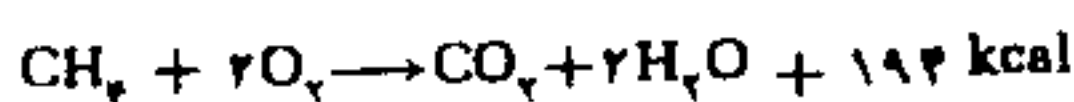
$$d = \frac{M}{29}$$

پرسش - چرا نمی‌توان گاز متان را تنها با سرد کردن و بدون متراکم نمودن به مایع تبدیل نمود؟

تمرین - آزمایش نشان می‌دهد که حلالیت متان در آب بسیار کم ولی در حلالهای آلی نظیر نفت و بنزین زیاد است. علت را توضیح دهید.

در مقام مقایسه با سایر ترکیبهای آلی، متان ترکیبی بسیار پایدار است و تا دمای ۱۵۰۰ درجه سانتیگراد تجزیه نمی‌شود.

سوختن متان - مخلوط يك حجم متان و دو حجم اکسیژن، به کمک شعله یا جرقه الکتریکی منفجر می‌شود. به همین جهت، اغلب در مماندن زغال سنگ انفجارهایی صورت می‌گیرد و خسارتهای جانی و مالی فراوان وارد می‌سازد. از سوختن متان، مقداری دی‌اکسید کربن و آب و از همه مهمتر مقدار قابل توجهی گرما تولید می‌شود. گرمای سوختن مولی متان ۱۹۴ کیلوکالری است یعنی این مقدار گرما از سوختن يك مول از این گاز به دست می‌آید:



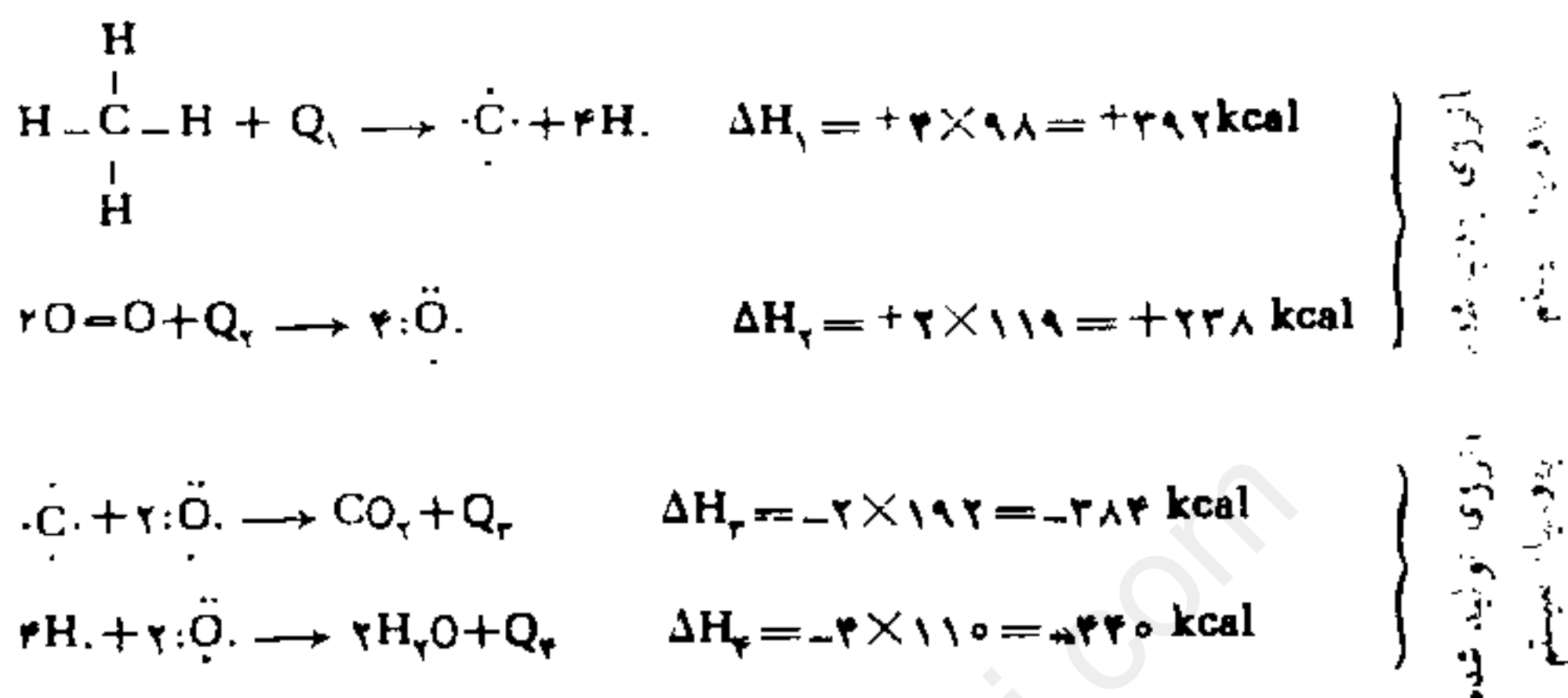
توجیه چگونگی پیدایش گرمای سوختن متان - با توجه به جدول انرژی پیوند، (ضمیمه شماره ۳)، انرژی پیوند C-H برابر ۹۸ کیلوکالری می‌باشد. بنا بر این برای شکستن چهار پیوند C-H در مولکول متان، (۴ × ۹۸ = ۳۹۲) کیلوکالری انرژی مصرف می‌شود. همچنین انرژی لازم برای شکستن پیوند O=O در مولکول اکسیژن برابر ۱۱۹ کیلوکالری است که چون در معادله سوختن کامل متان دو مولکول اکسیژن مصرف می‌شود از این رو، (۲ × ۱۱۹ = ۲۳۸) کیلوکالری انرژی نیز در این مورد مصرف می‌شود. با این ترتیب جمع کل انرژی مصرف شده برای شکستن پیوندها برابر (۳۹۲ + ۲۳۸ = ۶۳۰) کیلوکالری می‌باشد.

حال به محاسبه انرژی حاصل از تشکیل پیوندهای پدیدار می‌آید. چون انرژی پیوند C=O برابر ۱۹۲ کیلوکالری می‌باشد پس انرژی تولید شده از پیدایش يك مول CO₂ از اتمهای کربن و اکسیژن برابر (۲ × ۱۹۲ = ۳۸۴) کیلوکالری است. انرژی پیوند O-H برابر ۱۱۰ کیلوکالری و انرژی آزاد شده از پیدایش دو مول آب از اتمهای هیدروژن و اکسیژن برابر (۴ × ۱۱۰ = ۴۴۰) کیلوکالری می‌باشد. با این ترتیب جمع کل انرژی تولید شده از تشکیل پیوندها برابر (۳۸۴ + ۴۴۰ = ۸۲۴) کیلوکالری خواهد بود.

چون در شیمی مقدار گرمایی را که سیستم جذب می‌کند با علامت مثبت و مقدار گرمایی که تولید می‌نماید با علامت منفی نشان می‌دهند، بنابراین در واکنش سوختن متان، مقدار گرمای آزاد شده به صورتی که در صفحه بعد آمده است محاسبه می‌شود.

$$\Delta H = +630 - 824 = -194 \text{ kcal}$$

می‌توان مقادیر گرمای جذب شده و تولید شده طبق قرارداد بالا را به صورت زیر خلاصه کرد:



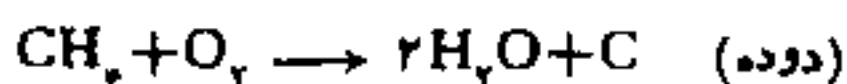
چون انرژی آزاد شده جمع جبری انرژیهای جذب شده و تولید شده می‌باشد، بنابراین :

$$\Delta H = (\Delta H_1 + \Delta H_2) + (\Delta H_3 + \Delta H_4)$$

$$\Delta H = (+392 + 238) + (-384 - 440) = -194 \text{ kcal}$$

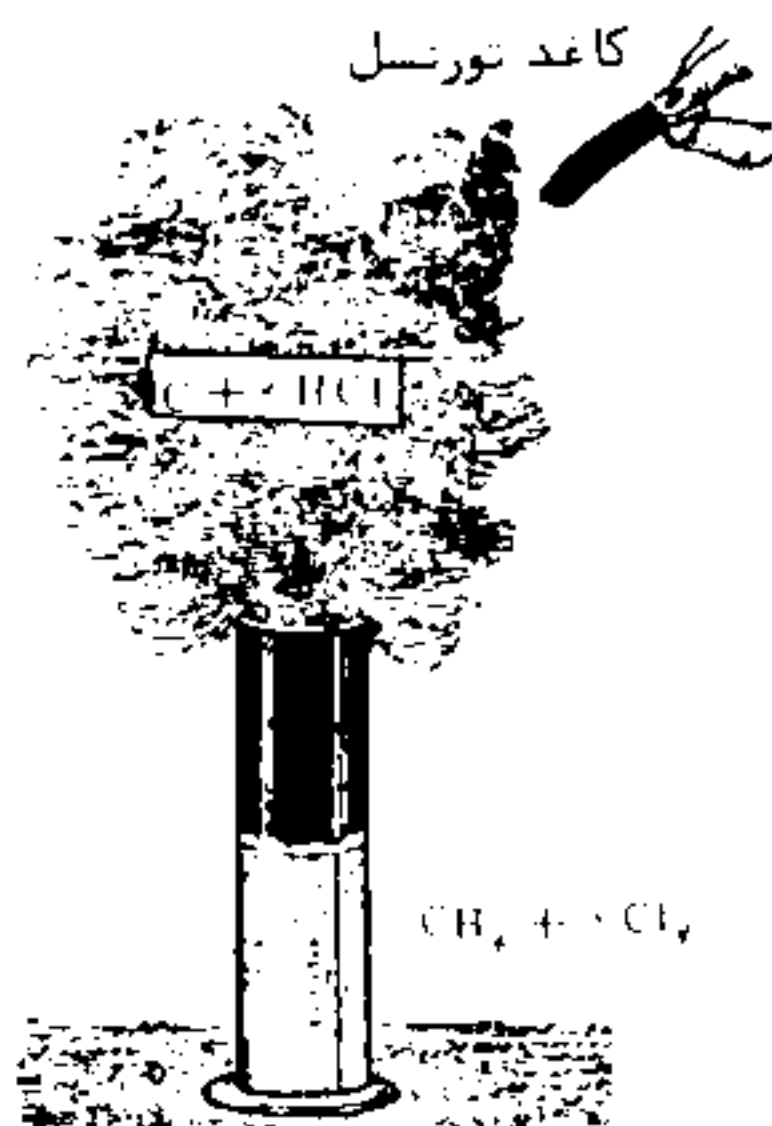
چنان‌که ملاحظه می‌شود، سوختن متان یک واکنش گرمازا است که در آن، سیستم مقداری انرژی از دست می‌دهد و به همین علت ΔH آن منفی است. بدیهی است که در یک واکنش گرماگیر که سیستم در آن مقداری انرژی جذب می‌کند، ΔH مثبت خواهد بود.

سوختن کامل متان از نظر تولید انرژی حرارتی قابل استفاده می‌باشد (استفاده از گاز طبیعی به عنوان سوخت). در صنعت از سوختن ناقص متان دوره تهیه می‌کنند:

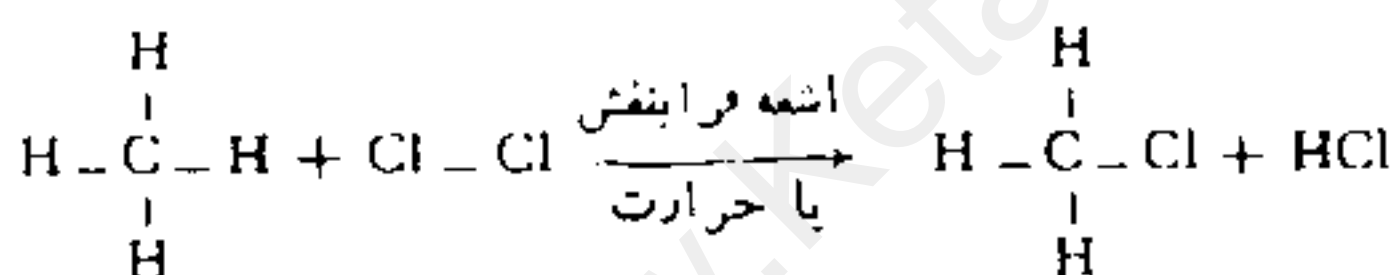


ماده اخیر در صنایع لاستیک سازی، رنگ سازی، تهیه واکس و غیره مصرف فراوانی دارد.

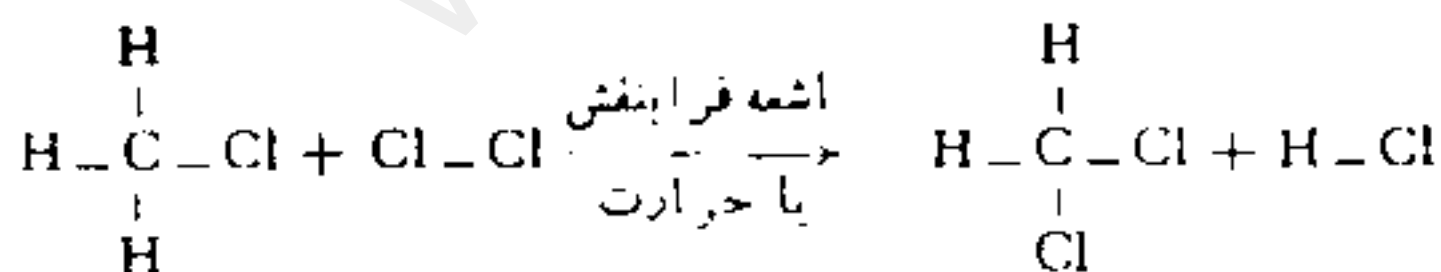
کلر اسیون متان - مخلوط گاز متان و کلر در مقابل نور مستقیم منفجر شده، دوده و کلرید تیدروژن تولید می‌کند. چنین واکنشی به علت آنکه کلیه پیوندهای بین اتمهای تشکیل دهنده شکسته شده و ساختمان چهاروجهی مولکول متان درهم می‌ریزد، اصطلاحاً واکنش تخریبی نامیده می‌شود. واکنش متان و گاز کلر در برابر اشعه فرابنفش و با در دمای 250°C تا 400°C به نحو متفاوتی صورت



می‌گیرد و در نتیجه کلرید متیلرژن دوترکیبی به فرمول CH_3Cl حاصل می‌شود. این عمل را کلراسیون می‌نامند. محصول آلی واکنش CH_3-Cl ، کلرید متیل^۱ یا کلرومتان نام دارد. واکنش کلراسیون متان نمونه‌ای از واکنشهای جانشینی است. زیرا در این واکنش یک اتم کلر، جای یک اتم متیلرژن را می‌گیرد.



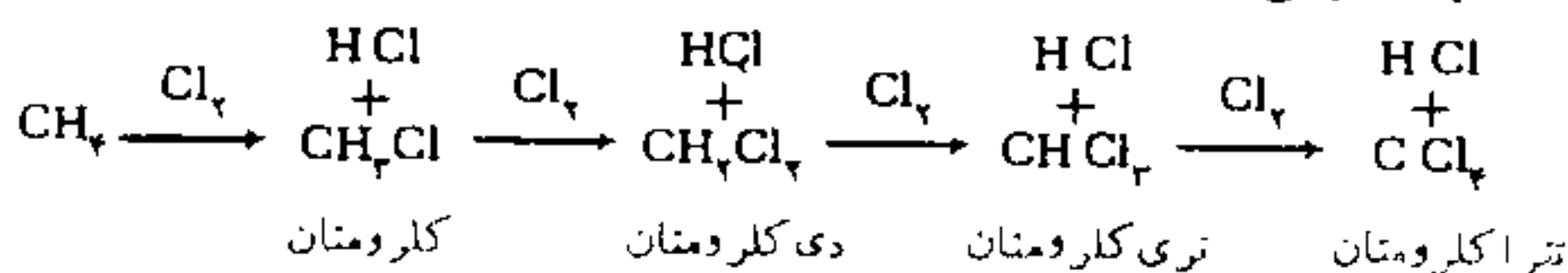
با ادامه کلراسیون، کلرید متیلرژن تحت تأثیر کلر به CH_2Cl_2 (دی‌کلرومتان) تبدیل می‌شود. در این عمل یکی دیگر از اتمهای متیلرژن در مولکول کلرید متیل به وسیله یک اتم کلر جانشین می‌گردد.



به همین ترتیب اتمهای متیلرژن باقیمانده بر روی کربن نیز می‌توانند به وسیله اتمهای کلر جانشین شوند و دو ترکیب آلی دیگر به نامهای تری‌کلرومتان یا کلروفرم $CHCl_3$ و تتراکلرومتان یا تتراکلرید کربن CCl_4 به دست می‌آید. کلروفرم به عنوان داروی بیهوشی و تتراکلرید کربن به عنوان

۱- گروه CH_3- را که از برداشتن یک متیلرژن از متان حاصل شده است گروه متیل می‌نامند.

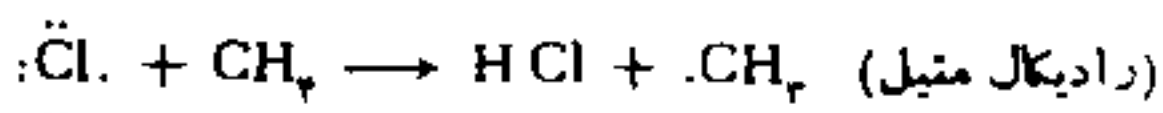
حلال به کار می رود. ماده اخیر به علت سنگینی (چگالی بخار آن نسبت به هوا $d = \frac{M}{29} = \frac{154}{29}$ است).
و غیر قابل اشتعال بودن در بعضی موارد نیز به عنوان آتش نشان مصرف می شود.
واکنشهای متوالی کلرآسیون متان را می توان به صورت زیر خلاصه نمود:



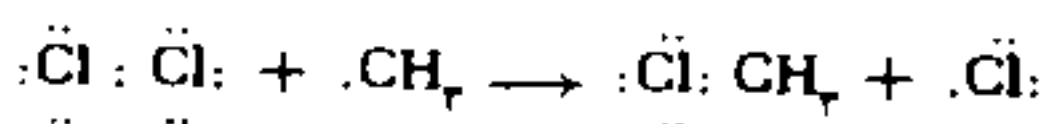
چگونگی (مکانیسم) واکنش کلرآسیون - برای پی بردن به چگونگی کلرآسیون متان و نقش اشعه فرابنفش در این عمل به جاست مطالعه خود را با پرسشهایی مانند زیر آغاز کنیم:
چگونه مولکول متان به مولکول کلرید متیل تبدیل می شود؟ آیا این تبدیل طی یک مرحله صورت می گیرد یا از مراحل مختلفی می گذرد؟ اگر واکنش چند مرحله ای است، این مرحله ها چگونه انجام می شوند؟ بالاخره نقش اشعه فرابنفش یا حرارت در این واکنش چگونه است؟
برای آغاز واکنش کلر با متان در ابتدا باید پیوندی شکسته شود. جدول انرژی پیوند نشان می دهد که انرژی لازم برای گستن پیوند C-H خیلی بیشتر از انرژی لازم برای شکستن پیوند Cl-Cl می باشد. بنابراین منطقی به نظر می رسد که تحت تأثیر اشعه فرابنفش و دردمای معمولی ابتدا پیوند Cl-Cl به صورت زیر شکسته شود (این عمل به ۵۸ کیلوکالری بر مول انرژی نیاز دارد).



معمولا یک اتم (مانند کلر) و یا گروهی متشکل از اتمها را که دارای یک الکترون منفرد باشند، «رادیکال آزاد» می نامند. رادیکال آزاد کلر می تواند یک اتم تیدروژن از مولکول متان بگیرد و کلرید تیدروژن همراه با یک رادیکال آزاد متیل ایجاد کند.

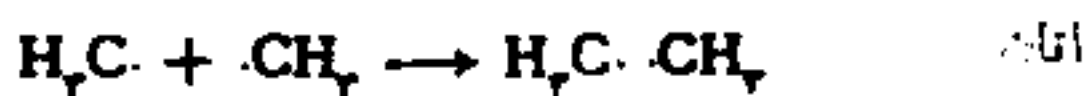
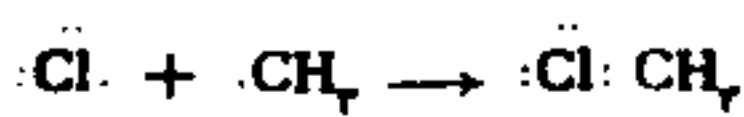
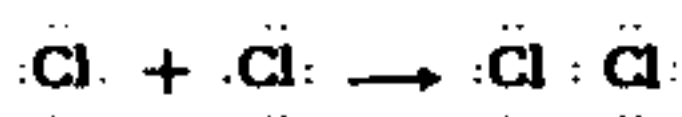


رادیکال آزاد متیل به نوبه خود می تواند به یک مولکول کلر حمله کرده و با گرفتن یک اتم کلر از آن یک رادیکال آزاد کلر بر جای گذارد.



این اعمال همچنان زنجیروار تکرار می شوند و به همین دلیل این گونه واکنشها را واکنش زنجیری ای (Chain Reaction) می نامند.

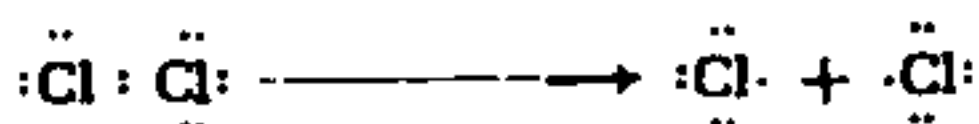
با پوشرفت واکنش زنجیره‌ای، به تدریج بر غلظت CH_3Cl افزوده شده و از غلظت متان کاسته می‌شود. از طرفی چون رادیکالهای آزاد متیل و کلر بسیار فعال هستند ممکن است به گونه‌های دیگری در واکنش شرکت کنند مثلاً :



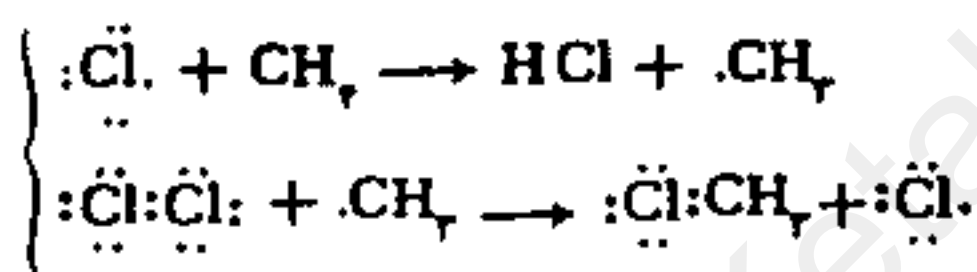
این واکنشها باعث از بین رفتن رادیکالهای آزاد می‌شوند و در نتیجه واکنش زنجیره‌ای متوقف می‌گردد.

سایر واکنشهای زنجیره‌ای نیز مانند واکنش زنجیره‌ای فوق‌قطبی سه مرحله زیر انجام می‌گیرند:

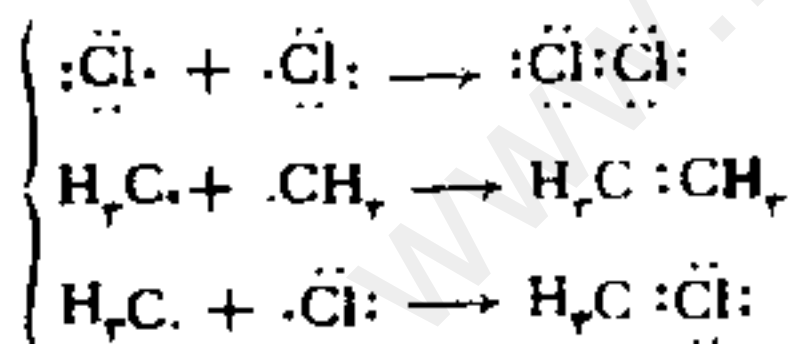
۱- مرحله آغازی. مانند :



۲- مرحله انتشار. مانند :



۳- مرحله پایانی. مانند :



بررسی جزء به جزء مراحل واکنش را اصطلاحاً «مکایسم واکنش» می‌نامند.

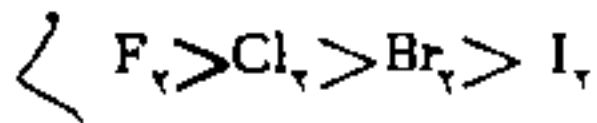
در پایان یادآور می‌شویم که واکنشهای جانشینی نظیر واکنش کلر اسیون متان را که از طریق تشکیل رادیکال آزاد انجام می‌گیرند، واکنش جانشینی رادیکالی می‌نامند.

تمرین - با توجه به جدول انرژی پیوندها (ضمیمه شماره ۳)، گرمای واکنش کلر اسیون متان را

محاسبه کرده و توضیح دهید که این واکنش گرماگیر است یا گرمازا؟ <

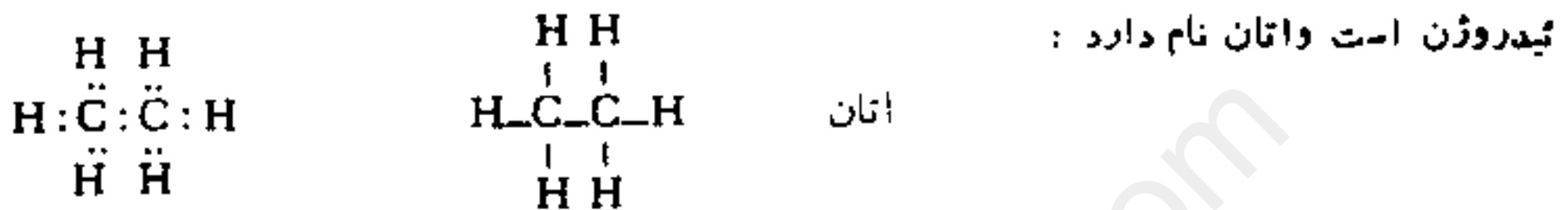
اثر سایر هالوژنها بر متان (هالوژناسیون متان) - می‌دانید که با زیاد شدن عدد اتمی هالوژن فعالیت شیمیایی آن کم می‌شود. به همین دلیل اثر برم بر متان کاملاً شبیه اثر کلر می‌باشد ولی واکنش

کنندتیر صورت می گیرد . بد اصولاً بر متان بی تأثیر است . اثر فلواتور بر متان بقدری شدید است که حتی در تاریکی و دمای معمولی کنترل آن مشکل است و واکنش تخریبی صورت می گیرد . بنابراین شدت واکنش هالوژنها با متان مشابه فعالیت شیمیائی آنها در سایر واکنشهاست

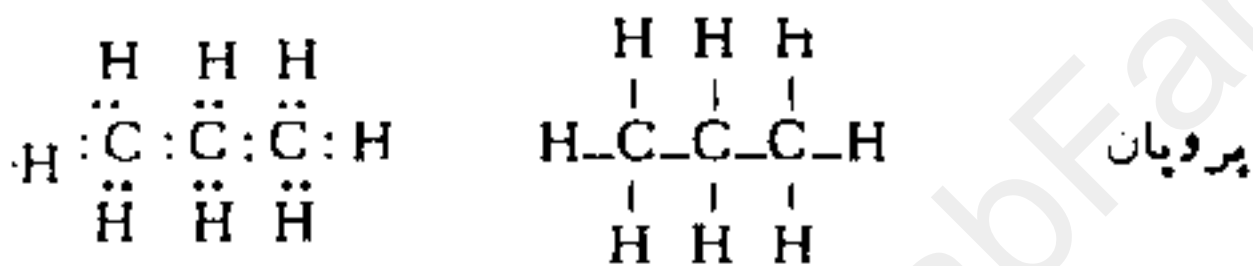


گیدروکربنهای هم خانواده متان

قبلاً با ساده ترین ترکیب آلی یعنی متان CH_4 آشنا شدید . اگر به جای یک هیدروژن متان ، یک گروه متیل ($-CH_3$) قرار دهیم ، ترکیب دیگری به دست می آوریم که دارای دو اتم کربن و شش اتم



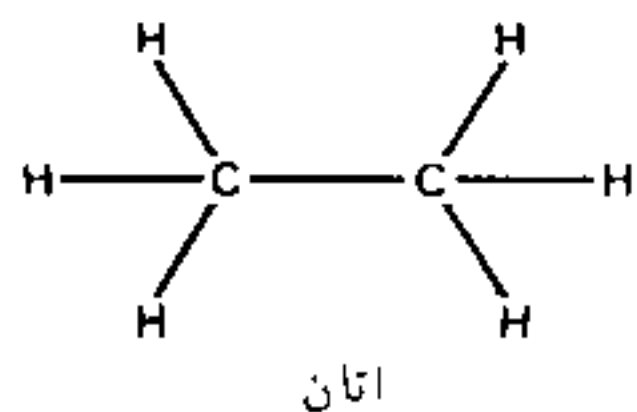
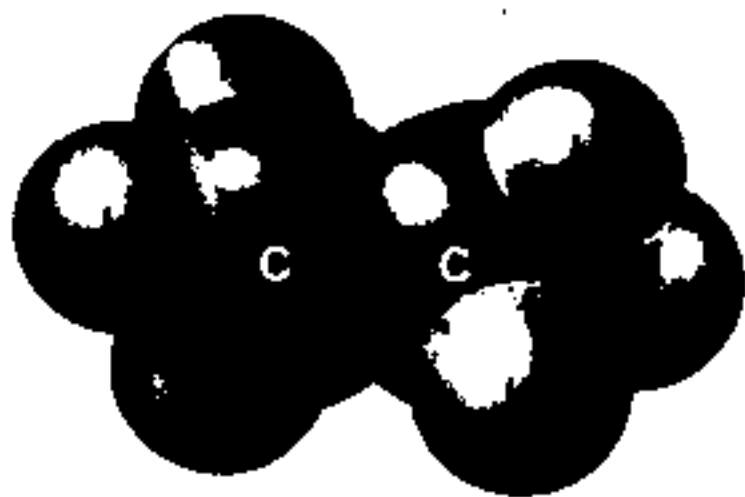
به همین ترتیب اگر به جای یکی از هیدروژنهای اتان یک گروه متیل ($-CH_3$) قرار دهیم ، عضو بعدی این خانواده یعنی پروپان به دست می آید :

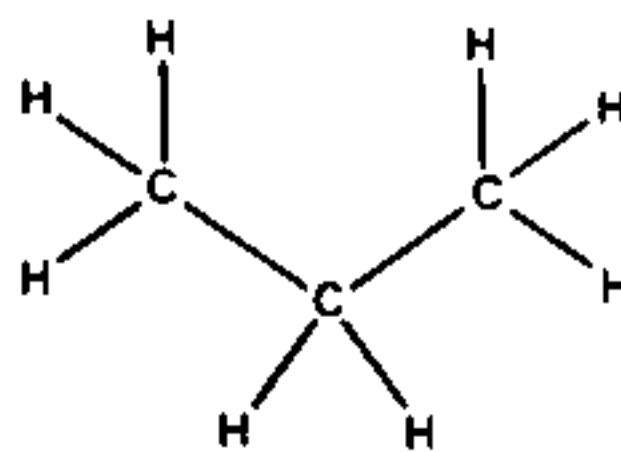
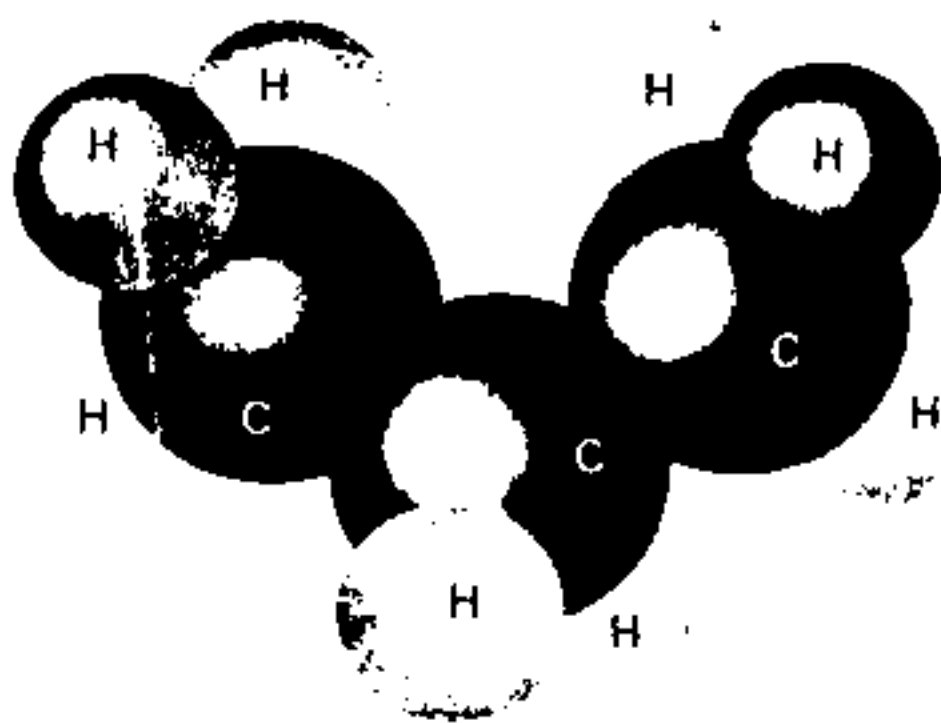


در اینجا از مقایسه این هیدروکربنها با یکدیگر ملاحظه می شود که هر ترکیب با ترکیب بعدی با قبلی خود فقط در یک ($-CH_2-$) اختلاف دارد . این نوع ترکیبات را که تفاوت آنها در یک یا چند ($-CH_2-$) می باشد هومولوگ (Homologous) می نامند .

آرایش فضایی هر یک از اتمهای کربن در مولکولهای اتان و پروپان نیز مانند متان چهاروجهی

است و بنابراین زوایای پیوندی $H-C-H$ و $C-C-H$ و $C-C-C$ همگی مانند زوایای پیوندی در متان برابر $109^\circ 28'$ می باشند . مدل زیر و مدل صفحه بعد ساختمان مولکولی اتان و پروپان را مجسم می نمایند .

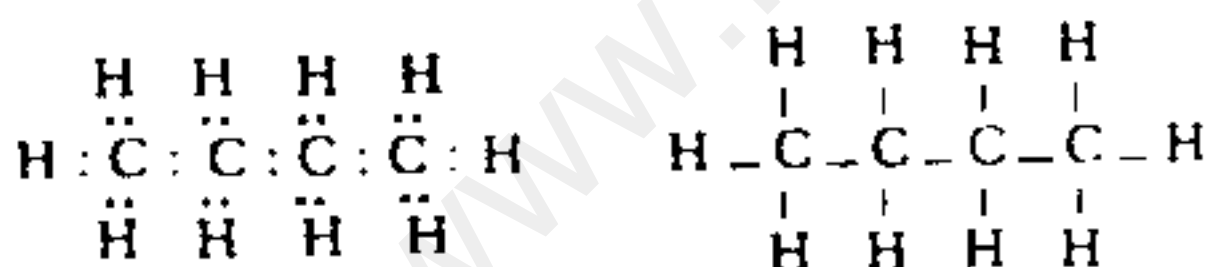




پروپان

همانطوری که گفته شد در این ترکیبها ، هر ترکیب با ترکیب قبلی و یا بعدی خود در یک $(-CH_2-)$ تفاوت دارد . یعنی به ازای هر اتم کربن ، دو اتم هیدروژن به هیدروکربن قبلی اضافه می شود . پس اگر تعداد کربن n باشد تعداد هیدروژنها $2n$ خواهد بود از طرفی چون متان که اولین عضو این خانواده است ، خود دو اتم هیدروژن بیشتر از $-CH_2-$ دارد ، پس می توان فرمول کلی هیدروکربنهای این خانواده را $(CH_2)_n + 2H$ نوشت . این فرمول را معمولاً برای سادگی به صورت C_nH_{2n+2} می نویسند ، یعنی در این هیدروکربنها تعداد اتمهای هیدروژن در هر مولکول 2 اتم بیشتر از 2 برابر تعداد اتمهای کربن است

با این ترتیب در این خانواده بعد از پروپان ، ترکیبی با فرمول C_4H_{10} خواهیم داشت ($n=4$) است پس $CH_2 \times 4 + 2H$ یعنی (C_4H_{10}) . این هیدروکربن پروپان نام دارد و فرمول ساختمانی آن را می توان به صورت زیر نوشت :



چون متان (CH_4) ، اتان (C_2H_6) ، پروپان (C_3H_8) و بوتان (C_4H_{10}) و سایر اعضاء این خانواده همگی از کربن و هیدروژن ساخته شده اند ، بدین جهت آنها را هیدروکربن می نامند . از طرف دیگر چون در این سری از هیدروکربنها ، هر اتم کربن با چهار اتم دیگر پیوند دارد ، هیدروکربن ساده یا اشباع شده نامیده می شوند و بنا به قرارداد نام انگلیسی آن **Alkane** یا **Alcane**) به آنها اطلاق می شود .

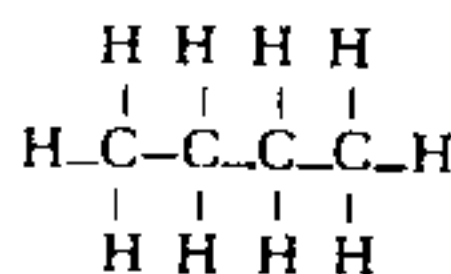
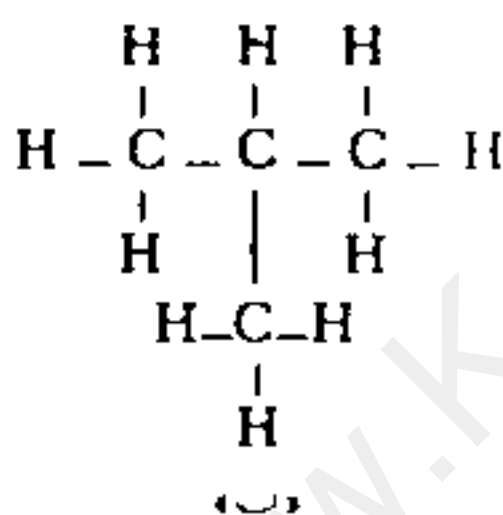
تجزیه

آزمایش و بررسیهای گوناگون نشان می دهد که دو نوع ماده با فرمول مولکولی C_4H_{10}

وجود دارد که از نظر برخی خواص با یکدیگر تفاوت دارند. جدول زیر برخی ویژگیهای فیزیکی این دو ماده را نشان می‌دهد.

ماده شماره ۲	ماده شماره ۱	ویژگیها
-۱۵۹	-۱۳۸	نقطه ذوب (C)
-۱۲	۰	نقطه جوش (C)
۰/۶۰۴	۰/۶۲۲	چگالی مایع (در ۲۰°C)
۱۳۲۰CC	۱۸۱۳CC	حجم محلول در ۱۰۰ میلی لیتر متانول

چگونه می‌توان این واقعیتها را توجیه کرد؟ با توجه به دانستنیهای قبلی، در مورد تأثیر ساختمان مواد بر روی خواص آنها آیا می‌توان چنین فرض کرد که این دو ماده نیز ساختمان متفاوتی داشته باشند؟ هر گاه درصدد باشیم، که آرایشهای ممکن را برای مولکول C_4H_{10} به صورت گسترده روی کاغذ بیاوریم، مشاهده خواهیم کرد که دو امکان زیر وجود دارد:



(الف)

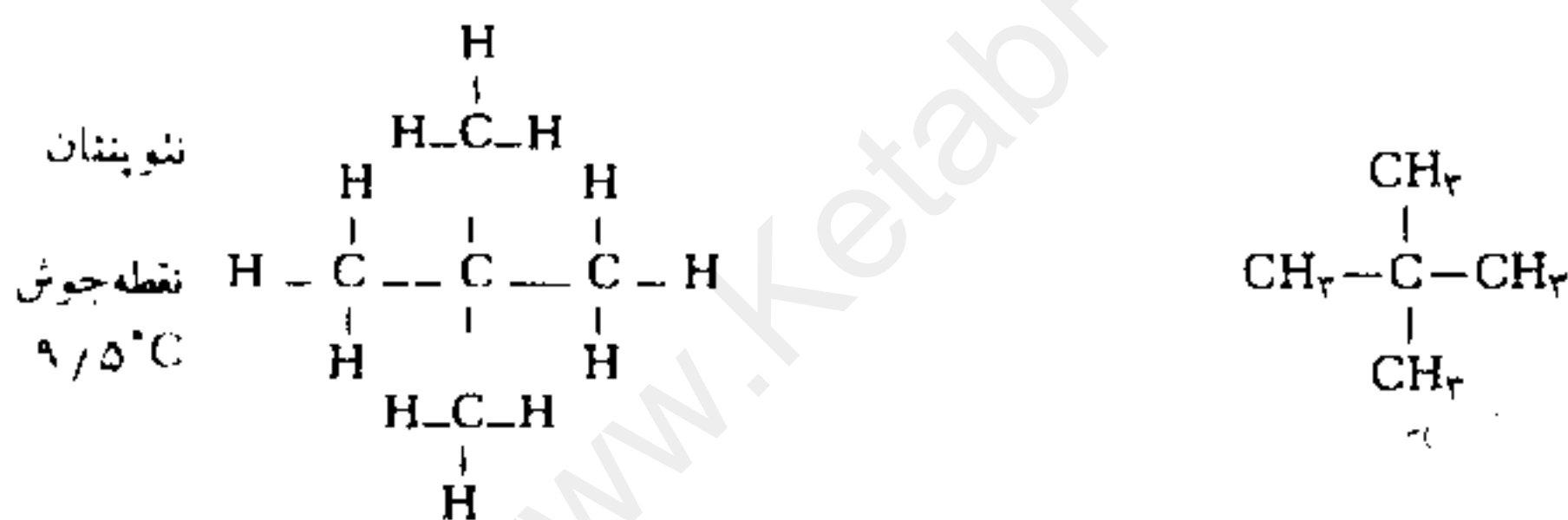
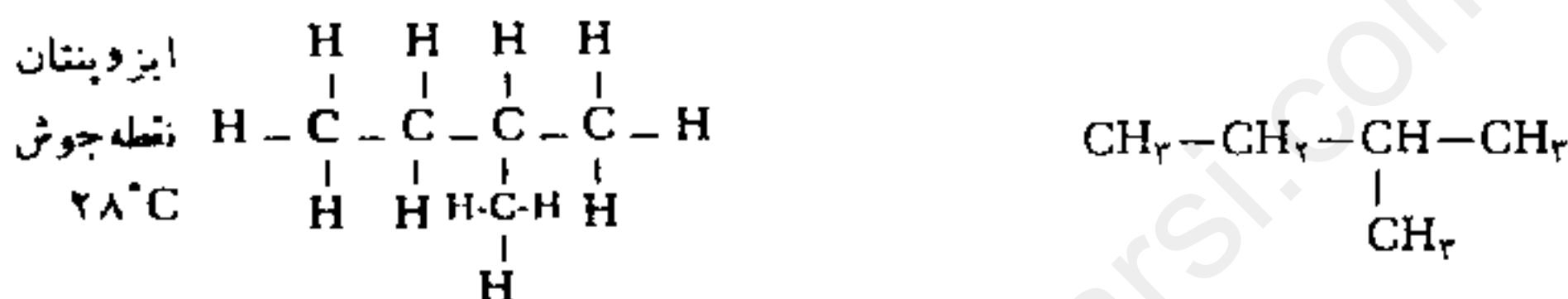
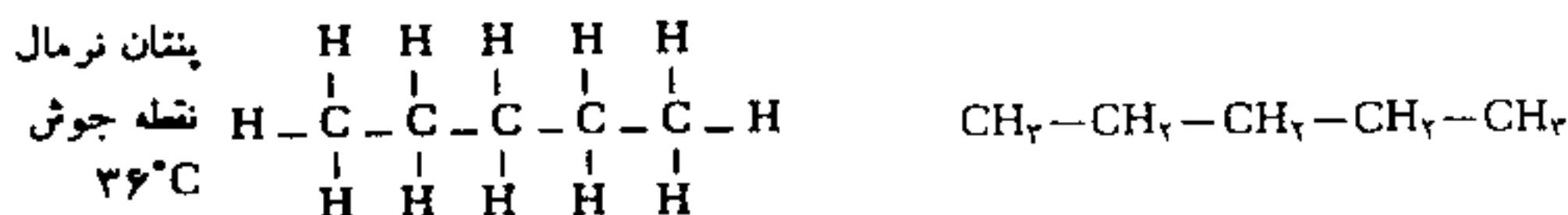
بررسی تجربی وجود دو نوع ماده را با آرایشهای فوق تأیید می‌نماید و نشان می‌دهد که ماده شماره ۱ (در جدول) دارای فرمول ساختمانی (الف) و ماده شماره ۲ دارای فرمول ساختمانی (ب) می‌باشد.

مواد مختلفی که مانند دو ماده فوق، دارای فرمول مولکولی یکسان هستند، امروزه نامیده می‌شوند. بدیهی است که در مورد C_4H_{10} برای نام گذاری دو ماده فوق نمی‌توان به کلمه بوتان اکتفا کرد. در قدیم برای نام گذاری ماده شماره ۱ با فرمول (الف)، نام بوتان نرمال و برای ماده شماره ۲ با فرمول (ب)، نام ایزوبوتان را به کار می‌بردند. به طوری که در جدول ملاحظه می‌کنید ایزوبوتان

۱- ایزومر (Isomer) از دو کلمه یونانی *isos* به معنی یکسان، و *meros* به معنی اجزاء گرفته شده است.

سیر شده با زنجیر مستقیم (بوتان نرمال) ، نسبت به ئیدروکربن سیر شده با شاخه جانبی یا فرعی (ایزوبوتان) نقاط ذوب و جوش بالاتری دارد . برای توجیه این مطلب می‌توان گفت، در مورد اول مولکولها بهتر می‌توانند به یکدیگر نزدیک شوند .

عضو بعدی این خانواده دارای فرمول C_5H_{12} است و پنتان نامیده می‌شود. در اینجا نیز با توجه به چهار ظرفیتی بودن کربن و یک ظرفیتی بودن ئیدروژن ، برای پنتان سه فرمول گسترده مختلف می‌توان نوشت :



یاد آوری - شکل روی جلد، آرایش فضایی اتمهای تشکیل دهنده مولکول نئوپنتان را نشان می‌دهد.

باز هم ملاحظه می‌شود که هر قدر تعداد شاخه‌های جانبی بیشتر باشد نقطه جوش پائین تر است. پنتان نرمال، ایزوپنتان و نئوپنتان نیز بایکدیگر ایزومرند زیرا هر سه ترکیب دارای فرمول مولکولی C_5H_{12} می‌باشند .

دستوری برای نام گذاری ئیدروکربنهای سیر شده

قبلاً با نامهای معمولی چند ئیدروکربن سیر شده مانند متان، اتان ، پروپان، بوتان و پنتان که به ترتیب دارای یک ، دو ، سه ، چهار و پنج اتم کربن می‌باشند آشنا شدید. به طوری که ملاحظه

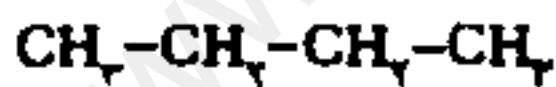
شد برای تشخیص ایزومرهای بوتان از یکدیگر از کلمه‌های نرمال و ایزو و برای تشخیص ایزومرهای C_5H_{12} و C_6H_{14} و C_7H_{16} و C_8H_{18} و C_9H_{20} و $C_{10}H_{22}$ پنتان از کلمه‌های نرمال، ایزو و نتو استفاده کردیم. جدول زیر نام معمولی چند تئیدروکربن دیگر این خانواده و تعداد ایزومرهای آنها را نشان می‌دهد.

نام	هکزان	پنتان	اکتان	نتان	دکان
تعداد ایزومر	5	9	18	35	75
فرمول	C_6H_{14}	C_7H_{16}	C_8H_{18}	C_9H_{20}	$C_{10}H_{22}$

همان‌طور که جدول نشان می‌دهد، هکزان دارای 5 ایزومر است که با استفاده از نامهای قدیمی فقط می‌توان سه ایزومر را نام گذاری کرد. بدیهی است که در تئیدروکربنهای سنگین‌تر با کمبود نام بیشتری مواجه می‌شویم. دانشمندان برای حل این مشکل روی قراردادهای ویژه‌ای توافق کردند که بر اساس آنها به آسانی می‌توان کلمه ایزومرهای یک ماده را نام گذاری کرد. مرجع صلاحیت‌دار در این مورد، انجمن جهانی مربوط به شیمی و کاربردهای آن معروف به ایوپاک (IUPAC) می‌باشد که تصمیمهای آن در اغلب موارد توسط کلیه کشورهای جهان رعایت می‌شود.

دستور ایوپاک برای نام گذاری تئیدروکربنها - به طور کلی می‌توان تئیدروکربنها را به دو دسته تقسیم کرد:

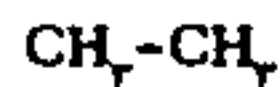
دسته اول تئیدروکربنهایی که دارای شاخه فرعی (شاخه جانبی) نیستند، یعنی هر کربن در آنها حداکثر به دو کربن دیگر متصل است. دسته دوم تئیدروکربنهایی که دارای شاخه فرعی هستند، که در آنها لااقل یکی از کربنها به بیش از دو کربن دیگر وصل شده است. چهار تئیدروکربن اول دارای نام اختصامی هستند:



بوتان



پروپان



اتان



متان

برای نام گذاری تئیدروکربنهای بعدی ابتدا عدد یونانی^۲ نماینده تعداد اتمهای کربن را می‌نویسند و آن را به پسوند (-ان -ane) ختم می‌کنند. به طور کلی برای تئیدروکربنها صرف نظر از داشتن یا نداشتن شاخه فرعی چنین نامهایی را به کار می‌برند. معمولاً برای مشخص کردن ایزومری که

۱- International Union of Pure and Applied Chemistry

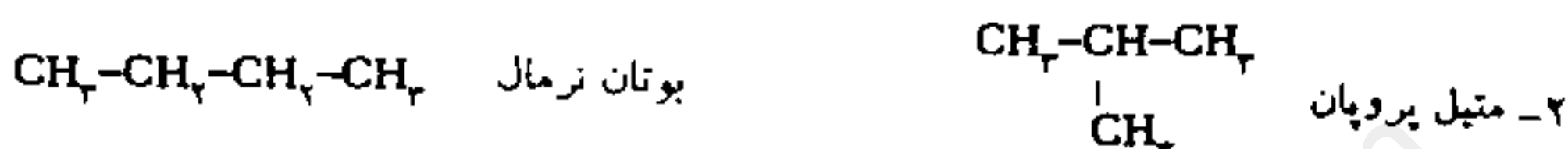
۲- اعداد یونانی از پنج به بعد به قرار زیرند، پنتا - پنج، هکزا - شش، هپتا - هفت، اکتا - هشت، نونا - نه، دکا - ده و ... البته در نام تئیدروکربنها، حرف الف آخر این اعداد حذف می‌گردد.

شاخه فرعی ندارد، از کلمه نرمال استفاده می کنند مانند :



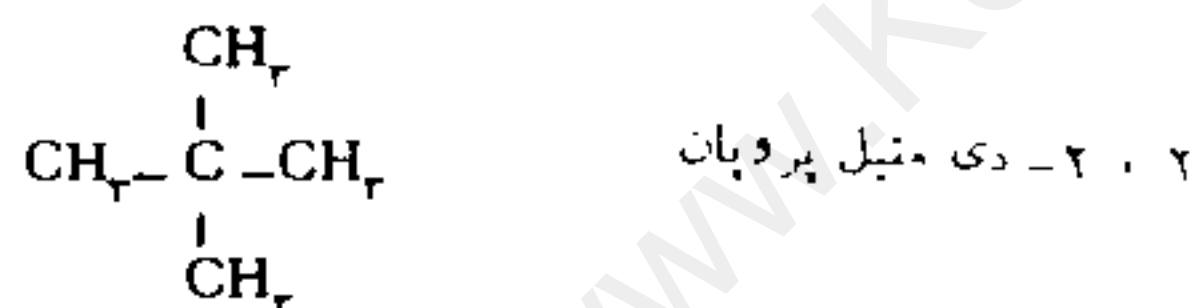
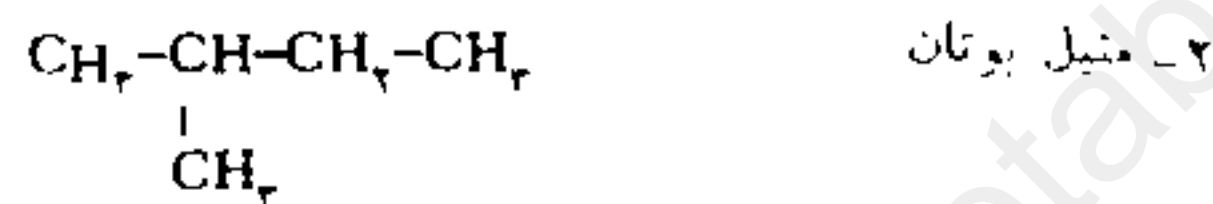
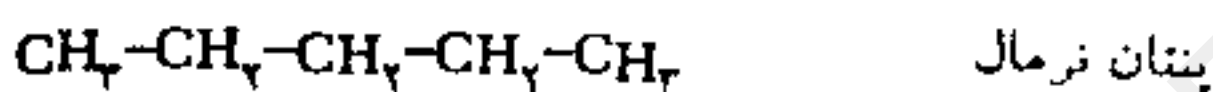
دیدید که امکان پیدا شدن ایزومری که دارای شاخه فرعی است از بوتان شروع می شود. باز یاد شدن تعداد اتمهای کربن، تعداد ایزومرها به نحو قابل ملاحظه ای افزایش می یابد. برای مثال C_7H_{16} دارای ۳۶۶۳۱۹ ایزومر می باشد. دانشمندان تاکنون توانسته اند که کلیه ۷۵ ایزومر مربوط به هیدروکربنهای C_7 تا C_9 را به روش سنتز بسازند.

ایزومرهای بوتان بر طبق قاعده نام گذاری ایوپاک به صورت زیر نام گذاری می شوند :

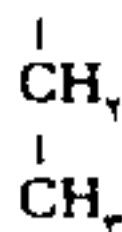


نام ۲- متیل پروپان کاملاً قابل قبول است، زیرا شاخه اصلی (بلندترین شاخه) در اصل پروپان بوده است که از روی دومین کربن آن یک هیدروژن برداشته شده و به جای آن یک گروه متیل ($-CH_3$) قرار گرفته است.

بر طبق قاعده بالا سه ایزومر پنتان به صورت زیر نام گذاری می شوند.



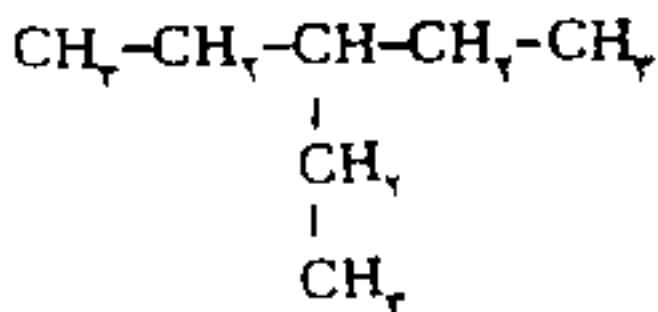
نام ۲- متیل بوتان به این علت انتخاب شده است که شاخه اصلی بوتان است که از روی دومین کربن (شماره گذاری کربنها از سمتی که به شاخه فرعی نزدیکتر می باشد صورت گرفته است)، یک هیدروژن برداشته و به جای آن یک گروه متیل قرار داده ایم. باید توجه داشت اگر این ایزومر به صورت فرمول $CH_3-CH-CH_3$ نیز نوشته شود، ایزومر جدیدی به شمار نمی رود، زیرا همیشه بلندترین



شاخه از نظر تعداد کربن، زنجیر اصلی محسوب می شود و این ماده همان ۲- متیل بوتان خواهد بود. در مورد ۲، ۲- دی متیل پروپان، چون هر دو اتم هیدروژن از کربن شماره ۲ برداشته شده عدد ۲ را دوبار تکرار کرده ایم و چون به جای هیدروژنها دو گروه متیل قرار گرفته، اصطلاح «دی»

قبل از متیل به کار رفته است .

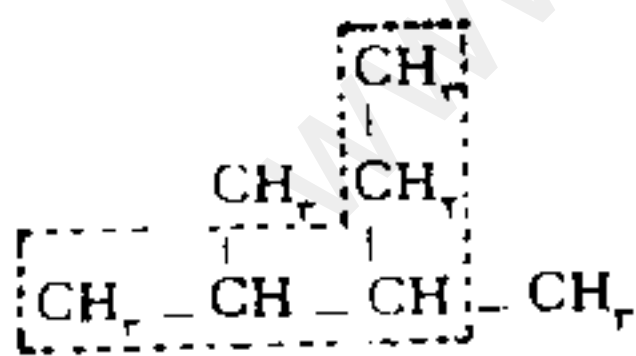
تمرین - فرمولهای گسترده پنج ایزومر هگزان را بنویسید و آنها را مطابق روش فوق نام گذاری کنید .
به طوری که مشاهده شد ، $\text{تیدروکربنهای دارای شاخه فرعی را مشتقاتی از تیدروکربنهای ساده تر دانستیم که به جای بعضی از تیدروژنهای آنها گروه متیل قرار گرفته است . در تیدروکربنهای سنگین تر ، ممکن است گروههای دیگری مانند } C_2H_5 \text{ و } C_3H_7 \text{ نیز جانشین تیدروژنهای زنجیر اصلی شود، مثلاً یکی از ایزومرهای پنتان } C_5H_{12} \text{ به صورت زیر می باشد :}$



که چون به جای یک تیدروژن از سومین کربن پنتان، یک گروه اتیل قرار گرفته است، آنرا ۳- اتیل پنتان می نامند .

به طوری که ملاحظه می شود گروه $-\text{CH}_2 - \text{CH}_3$ ، اتیل نام گرفته است. این نام به این ترتیب به دست آمده است که پسوند (-ان) در آخر تیدروکربن را به (-یل یا -یل) تبدیل کرده اند. در مورد پروپان اگر اتم تیدروژن را از یکی از کربنهای اول یا آخر برداریم، بنیان باقیمانده بنیان پروپیل نام می گیرد ($-\text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$)، ولی اگر از کربن وسطی یک تیدروژن برداشته شود، بنیان باقیمانده را ایزوپروپیل می نامند ($\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3$ یا $\text{CH}_3 > \text{CH}$) هنگام استفاده از قواعد نام گذاری ایوپاک باید به نکات زیر توجه داشت :

۱- طولانی ترین زنجیر از نظر تعداد کربن، زنجیر اصلی به شمار می رود. مثلاً در فرمول زیر:



با آنکه در روی کاغذ، چهار اتم کربن بر روی یک خط مستقیم نوشته شده است ولی همان طور که مشخص شده ، زنجیر اصلی پنتان است . پس نام تیدروکربن بالا ۲، ۳- دی متیل پنتان است (چرا ۲) و نباید آنرا ۲- متیل - ۳- اتیل بوتان نامید .

۱- معمولاً به گروههایی نظیر متیل ($-\text{CH}_3$)، اتماردانش تیدروژن ادمتان و اتیل ($-\text{C}_2\text{H}_5$) که از کربن C_2H_5 و پروپیل و بوتیل و غیره $-\text{C}_3\text{H}_7$ نامیده می شود $-\text{C}_4\text{H}_9$ و غیره می گویند. بنیان باقیمانده پس از برداشتن تیدروژن از کربن اول یا آخر را پروپیل و بوتیل و غیره می گویند. $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$

۲- شماره گذاری باید از جهتی انجام گیرد که به شاخه نزدیکتر باشد. مثلاً در تیدروکربن یاد شده که بهتر است فرمول آن را به صورت $\overset{1}{\text{CH}_3} - \overset{2}{\text{CH}} - \overset{3}{\text{CH}} - \overset{4}{\text{CH}_2} - \overset{5}{\text{CH}_2}$ نوشت.



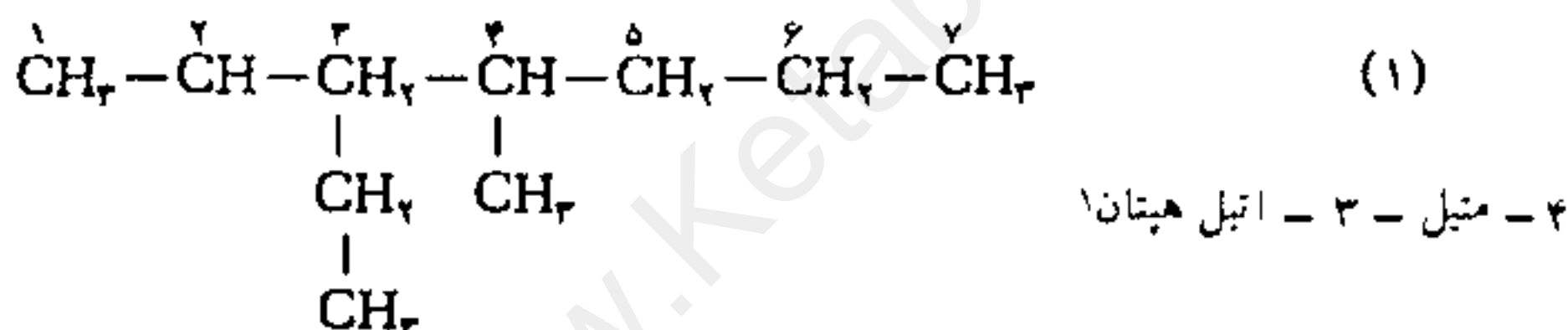
چنانکه گفته شد نام ۲، ۳ - دی‌متیل پنتان صحیح است و نباید آن را ۴، ۵ - دی‌متیل پنتان نامید.

۳- اگر روی یک کربن دو شاخه فرعی قرار گرفته باشد، عددی که شماره آن کربن را تعیین می‌کند دوبار تکرار می‌شود و میان هر یک از این دو عدد ویرگول (،) و بین آخرین عدد و کلمه تیره (-) می‌گذارند.



(با توجه به توضیح بند ۲، نام ۲، ۳، ۳ - تری‌متیل بوتان صحیح نیست.)

۴- اگر در یک تیدروکربن دو یا چند گروه مختلف امتخلاف شده باشد، ابتدا بنیان ساده‌تر و سپس بنیان یا بنیانهای سنگین‌تر را ذکر می‌کنند. مثال:



استفاده از قاعده ایوپاک برای نام‌گذاری مشتقات هالوژن دار تیدروکربنها - در این مورد معمولاً ابتدا نام هالوژن را که به (-ید) ختم می‌شود، ذکر می‌کنند و بعد نام بنیان تیدروکربن را می‌آورند، مانند $\text{CH}_3 - \text{Cl}$ (کلرید متیل) و $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{Br}$ (برمید اتیل). می‌دانید که فرمول گسترده مشتق برمیدار پروپان را می‌توان به دو صورت زیر نوشت:

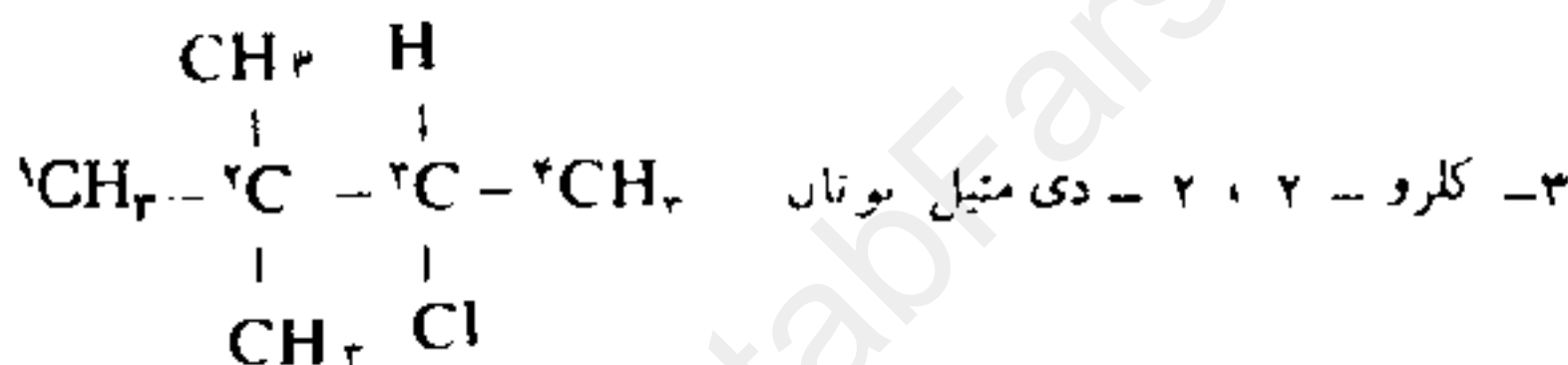


که فرمول (۱) را برمید پروپیل و فرمول (۲) را برمید ایزوپروپیل می‌نامند. باز یاد شدن تعداد اتمهای کربن، بر تعداد ایزومرها افزوده می‌شود، و نام گذاری دشوارتر

۱- در روش ایوپاک بنیانها را به ترتیب حروف الفبای لاتین نیز ذکر می‌کنند. مثلاً همین ترکیب را ۳ - اتیل - ۴ - متیل هپتان می‌گویند.

می گردد. در این مورد نیز مانند نام گذاری هیدروکربنها از قواعد نام گذاری ایوپاک استفاده می کنند. بدین ترتیب که ابتدا شماره کربنی را که هالوژن روی آن جانشین شده است و سپس نام هالوژن که به (-) ختم شده است ذکر می کنند، آنگاه هیدروکربن زنجیر اصلی را نام می برند. ذکر نام هالوژن و شماره مقدم بر الکیل است.

مثالهای زیر نمونههایی از نام گذاری مشتقات هالوژن دار می باشد.



تمرین - فرمول گسترده و نام ایزومرهای $\text{C}_4\text{H}_9\text{Cl}$ و $\text{C}_4\text{H}_9\text{Br}$ را بنویسید.

حل چند تمرین ساده برای رسیدن به فرمول مولکولی هیدروکربنها

۱- چگالی به حالت بخاریک هیدروکربن سیر شده نسبت به هوا برابر ۲ است. جرم مولکولی و فرمول مولکولی آن را تعیین کنید.

حل - به یاد دارید که چگالی نسبت به هوا از رابطه $d = \frac{M}{29}$ به دست می آید. پس می توان نوشت $d = 29$ و از آنجا $M = 29 \times 2 = 58$ پس جرم مولکولی این هیدروکربن برابر ۵۸ است. از طرفی فرمول عمومی هیدروکربنهای سیر شده به صورت $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ نوشته می شود، یعنی هر مولکول آن شامل n اتم کربن یعنی $12n$ گرم و $(2n+2)$ اتم هیدروژن یعنی $2n+2$ گرم می باشد. پس جرم مولکولی آن بر حسب n برابر $12n+2n+2$ یعنی $14n+2$ گرم می گردد و می توان نوشت:

$$14n+2=58 \rightarrow 14n=56 \rightarrow n=\frac{56}{14}=4$$

در نتیجه فرمول هیدروکربن سیر شده مورد نظر به صورت $\boxed{\text{C}_4\text{H}_{10}}$ است.

۲- آزمایش نشان داده است که یک لیتر از بخار یک هیدروکربن سیر شده در شرایط متعارفی ۱/۹۷ گرم جرم دارد. جرم مولکولی و فرمول مولکولی آن را تعیین کنید.

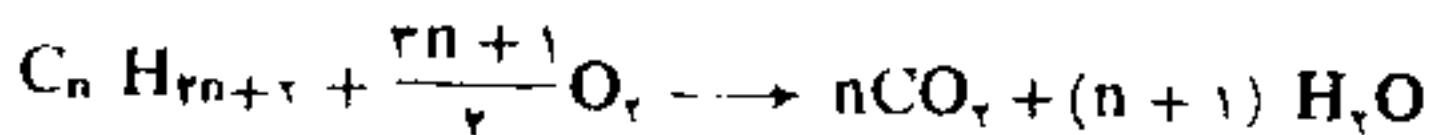
حل- جرم یک مولکول گرم از این هیدروکربن یعنی وزن ۲۲/۴ لیتر آن در شرایط متعارفی برابر $M = 22/4 \times 1/97 \approx 44$ می شود پس می توان نوشت :



پس فرمول هیدروکربن C_3H_8 (پروپان) است.

۳- از سوختن کامل ۱/۱۲ لیتر بخار یک هیدروکربن سیر شده در شرایط متعارفی ۱۱ گرم CO_2 تولید می شود. فرمول مولکولی هیدروکربن را تعیین کنید :

حل- فرمول عمومی سوختن هیدروکربنهای سیر شده را می توان به صورت زیر نوشت :



به طوری که ملاحظه می شود از سوختن کامل هر مول هیدروکربن (۲۲/۴ لیتر در شرایط متعارفی) n مول دی اکسید کربن ($n \times 44$ گرم) به دست می آید پس می توان نوشت :

$$\frac{22/4 \text{ Lit } C_n H_{2n+2}}{1/12}$$

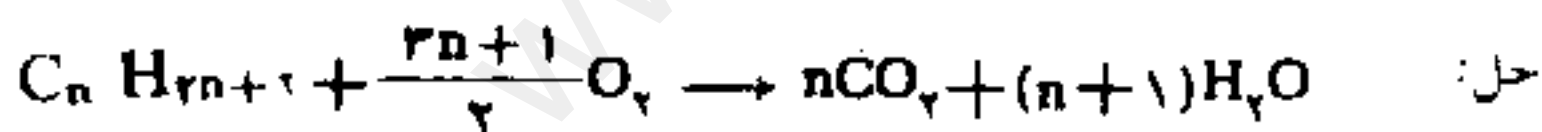
$$\frac{44n \text{ g } CO_2}{11}$$

$$1/12 \times 44n = 22/4 \times 11$$

از این تناسب می توان نوشت

$$n = \frac{22/4 \times 11}{1/12 \times 44} = 5 \text{ و } C_5H_{12} \text{ مورد نظر است.}$$

۴- یک هیدروکربن سیر شده، ۸ برابر حجم خود (به حالت گاز) اکسیژن برای سوختن کامل لازم دارد. فرمول مولکولی این هیدروکربن را تعیین کنید.



(مول) حجم هیدروکربن

۱

۱

(مول) حجم اکسیژن

$\frac{3n+1}{2}$

۲

۸

$$\frac{3n+1}{2} = 8 \text{ و از آنجا}$$

پس می توان نوشت

$$3n+1=16 \text{ یا } 3n=15 \text{ و } \boxed{n=5} \text{ و هیدروکربن مورد نظر } C_5H_{12} \text{ است.}$$