مولکولها» و تبدیل نوعی به نوع دیگر از مهمترین فعالیتهای پالایشگاه نفت می‌باشد.

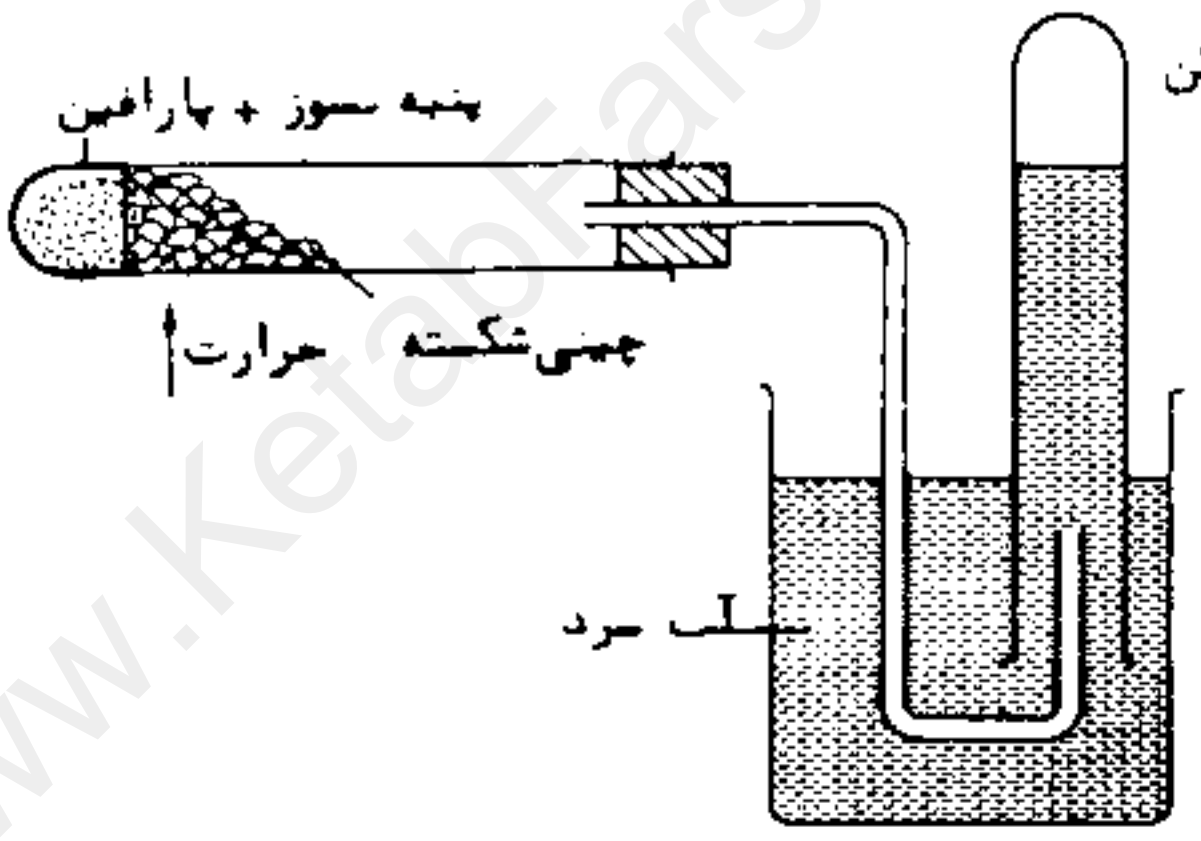
یکی‌از مهمترین تبدیلها درصنعت نفت، کراکینگ[1] نام دارد. در عمل کراکینگ، مولکولهای بزرگ به مولکولهای کوچك درهم شکسته می‌شوند. می‌توان واکنش‌زیر را مثالی‌از کراکینگ دانست:

$$C_{۱۲}H_{۲۶} \longrightarrow C_۵H_{۱۰} + C_۷H_{۱۶}$$

هپتان (ئیدروکربن‌سیرشده) پنتن (ئیدروکربن‌سیرنشده) دودکان (درنفت‌سفید)

عمل کراکینگ ممکن است در اثـرحرارت‌و فشار ، بدون‌کاتالیزور و یا به‌کمك کاتالیزور صورت بگیرد . هرگاه کراکینگ فقط به‌وسیله حرارت انجام بگیرد ، آن راکراکینگ حرارتی می‌گویندکه در دمای بالاتر انجام می‌گیرد و درقدیم بیشتر مورد استفاده بوده است، و هرگاه به‌کمك کاتالیزور انجام گیرد کراکینگ کاتالیزوری نامیده می‌شود.

آزمایش ـ ابزار و مواد موردنیاز ـ دستگاهی مطابق شکل ، چند تکه پارافین جامد (شمع پارافینی) .



چندتکه پارافین جامد درلوله‌آزمایش بریزید وکمی‌آن را گرم‌کنید و یك تکه پنبه نسوز روی‌آن قرار دهید تا کاملاً پارافین ذوب شده را بخود جذب‌کند . چندتکه چینی شکسته روی آن بریزید و دستگاه را مطابق شکل نصب‌کنید . دستگاه را حرارت دهید و بخارات حاصل‌را در سطح‌آب جمع‌آوری‌کنید . در این عمل‌مولکولهای سنگین‌شکسته شده و مقداری‌ئیدروکربن اتیلنی تولید می‌کند . برای پی‌بردن به وجود ئیدروکربن اتیلنی چند قطره آب بـرم در لوله دارای‌گاز بریزید . چه تغیری ایجاد می‌شود ؟

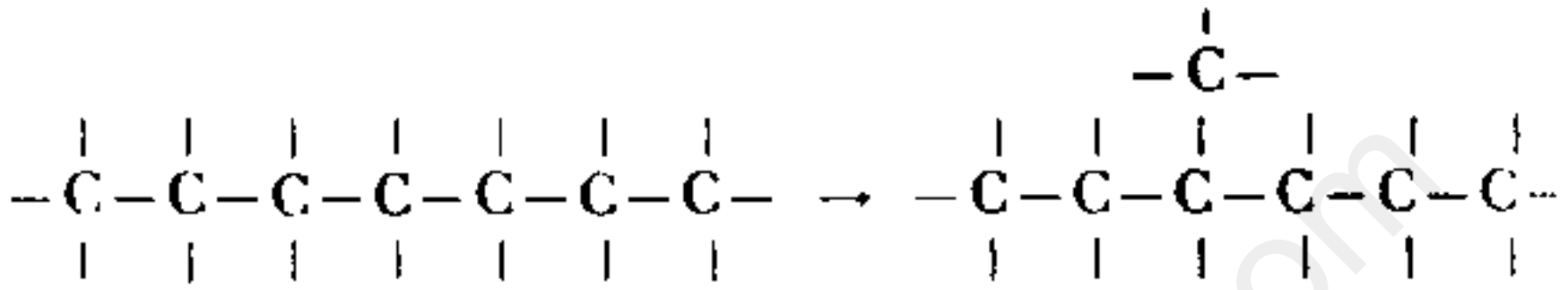
درحال حاضرتقریباً اغلب اعمال صورت‌گرفته درکراکینگ حرارتی‌را می‌توان با استفاده

۱ـ کراکینگ(Cracking)بمعنی خردکردن

ازکاتالیزور در دمای کمتر و فشار پائین‌تر انجام داد . این کاتالیزورها اغلب از نوع سیلیس یا آلومین هستند.

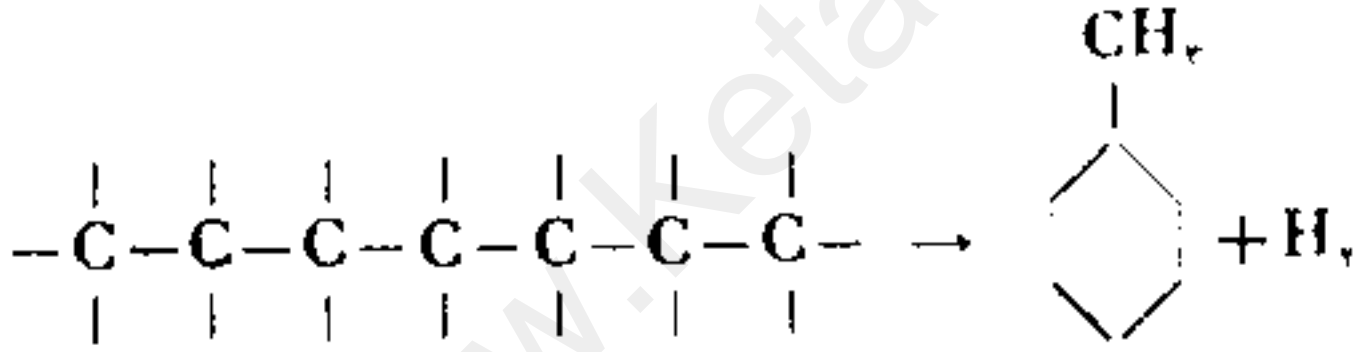
امتیاز مهم کراکینگ کاتالیزوری ، امکان تغییرشرایط وکنترل محصولات برحسب دلخواه و تهیه انواع فرآورده‌های مرغوبتر و گرانبهاتراست. مثال تبدیلهای انجام یافته در کراکینگ کاتالیزوری به‌قرار زیر است.

۱- تبدیل به‌ایزومر ـ دراین روش می‌توان ئیدروکربنهای زنجیری بدون شاخه فرعی را به‌ئیدروکربنهای شاخه‌دار تبدیل کرد.

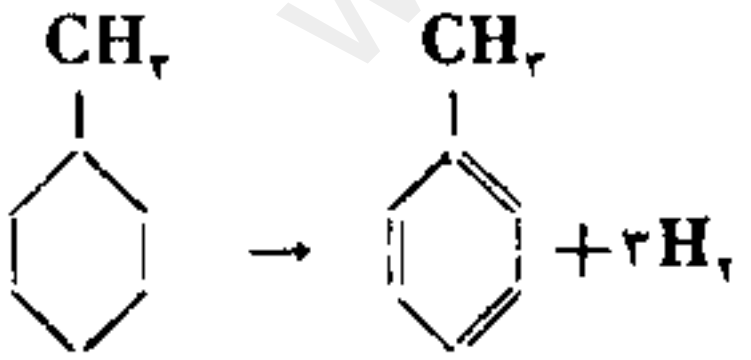


هپتان نرمال — ایزومرهپتان (۳- متیل‌هگزان)

۲- حلقوی کردن ـ باگرفتن ئیدروژن ازیك ئیدروکربن زنجیری سیرشده بدون شاخه فرعی می‌توان آن‌را به‌ئیدروکربن سیرشده حلقوی و یا ئیدروکربن معطرتبدیل‌نمود. برخی ازاین ترکیبات برای بهسوزی‌بنزین وبرخی دیگربه‌عنوان ماده اولیه درصنایع پتروشیمی‌به‌کارمی‌روند. مثال این واکنش‌ها :



هپتان نرمال (ترکیب‌سیرشده‌زنجیری) — متیل‌سیکلوهگزان (ترکیب‌سیرشده حلقوی)



نولوئن (ترکیب معطر)

پولیمریزاسیون و الکیلاسیون ـ باتوجه به‌فراوانی‌گازها و فرآورده‌های سبك حاصل از اعمال کراکینگ می‌توان ازنوع دیگری واکنش استفاده کردکه درآن مولکولهای کوچکتر با یکدیگرترکیب می‌شوند ومولکولهای بزرگتری‌به‌وجود می‌آیند. در پولیمریزاسیون از ترکیب فرآورده‌های گازی شکل یکنواخت سبك می‌توان سوخت بنزینی مایع تهیه نمود.مثال آن ترکیب دومولکول ئیدروکربن سیرنشده بوتن بایکدیگر است:

$$2C_4H_8 \xrightarrow[\text{پولیمریزاسیون}]{\text{کاتالیزور ــ حرارت}} C_8H_{16}$$

یکی از ایزومرهای اکتن　　بوتن

با عمل ئیدروژناسیون می‌توان اکتن حاصل را به ایزومری از اکتان C_8H_{18} که یك ئیدروکربن سیرشده است تبدیل کرد.

در الکیلاسیون می‌توان یك ئیدروکربن سیر نشده مانند بوتن را با یك ئیدروکربن‌سیرشده مانند ایزوبوتان ترکیب کرد و ئیدروکربنی مانند ایزواکتان تهیه نمود.

$$C_4H_8 + C_4H_{10} \xrightarrow[\text{الکیلاسیون}]{\text{کاتالیزور-حرارت}} C_8H_{18}$$

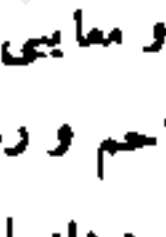
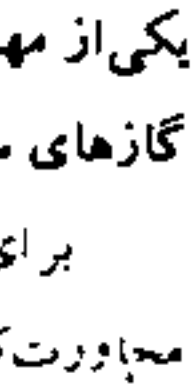
ایزواکتان　　ایزوبوتان(سیرشده)　بوتن(سیرنشده)

بنابراین با اجرای اعمال گوناگون فوق می‌توان گازهایی که از تقطیر یا از چاههای‌نفت بدست می‌آیند ، همچنین گازهایی راکه ازکراکینگ حاصل می‌شوند به انواع بسیار مرغوب بنزین و فرآورده‌های گرانبهای دیگر تبدیل کرد.

ج ـ تصفیه فرآورده‌های نفتی ـ بنزین یا مواد نفتی دیگری که به روشهای تقطیر و غیره به دست می‌آیند کاملا آماده مصرف نیستند و معایبی دارند . آخرین مرحله پالایش ، زدودن ناخالصی‌ها یا برخی مواد نامرغوب و مزاحم و رسیدن به فرآورده‌های‌نهایی و مرغوب‌است. یکی‌از مهمترین ناخالصی‌ها ترکیبات گوگرد دار است‌که عموماً بدبو هستند و سوختن‌آنها نیز گازهای سمی و زیان‌آور پدید می‌آورد.

برای زدودن‌گوگرد از فرآورده‌های نفتی ، می‌توان این فرآورده‌ها را با ئیدروژن در مجاورت‌کاتالیزور ترکیب‌کرد . گوگرد در این عمل به صورت H_2S از ترکیب آلی حذف می‌شود .

برای بازیافتن‌گوگرد از H_2S نیز از دستگاههای دیگری استفاده می‌شود.

زدودن نیتروژن و اکسیژن از ترکیبات نفتی نیز با ئیدروژن امکان‌پذیر است . برای مثال گاز ئیدروژن ، نیتروژن را از پیریدین  به‌صورت‌آمونیاك‌وهمچنین‌اکسیژن‌را از فنل  به صورت‌آب حذف می‌کند وآنها را به ئیدروکربن تبدیل می‌نماید .

علاوه براین چون در برخی اعمال کراکینگ نوعی ئیدروکربن سیرنشده پدید می‌آید که از پیوند یافتن آنها با یکدیگر ، مواد صمغی به‌وجود می‌آید، برای خارج کردن این فرآورده‌ها و همچنین ئیدروکربنهای آروماتیك وقسمتی‌از ترکیبات گوگردی ، مواد نفتی را با SO_2 مایع مجاور می‌کنند تا مواد ذکر شده درآن حل شده و جدا شود.

با توجه به مجموع‌اعمال انجام‌یافته در پالایشگاه می‌توان پی‌برد که یك‌پالایشگاه امروزی در حقیقت یك مجتمع صنعتی پیچیده است که نیاز به‌آخرین تکنولوژیها در سطح وسیعی‌از علوم و فنون مختلف دارد .

میزان بهـوزی بنزین ـ عدداکتان ـ می‌دانیم که در ماشینهای درون‌سوز ، مخلوط بخار بنزین‌و هوا درون سیلندر ، پس از فشرده شدن ، به‌وسیله جرقه الکتریکی‌منفجر می‌شود.

گازهای حاصل در اثر گرمای شدید تولیدشده به شدت منبسط شده موجب راندن پیستون می‌شوند . چنانچه این عمل به‌طور یکنواخت انجام شود و انفجار به‌موقع صورت گیرد . فشار به‌طور مداوم بر پیستونها وارد می‌آید و موتور خوب و منظم‌کار می‌کند . ولی اگـر مخلوط قابل احتراق هنگام‌فشرده شدن یعنی زمانی که هنوز پیستون به نقطه بازگشت نـرسیده و قبل از ایجاد جرقه ، براثر گرمای حاصل‌از تراکم منفجر شود ، ضربه‌های بی‌موقع و نامرتبی‌برپیستون وارد می‌آید و از موتور صدای «تق‌تق[1]» شنیده می‌شود . وقتی که موتور دچار تق‌تق می‌شود، بنزین به‌طور کامل نمی‌سوزد . قدرت موتورکاهش می‌یابد و ارزش آن زیاد می‌شود و بالاخره موتور زودتر فرسوده می گردد . بنزین مرغوب آن است که به هنگام احتراق در موتور موجب تق‌تق نشود .

ئیدروکربنهای شاخه‌دار مانند «ایزواکتان» و ئیدروکربنهای حلقوی **سیر** شده ، همچنین ئیدروکربنهای آروماتیك دیرتر و آرامتر می‌سوزند و بنابراین در موتورتق‌تق ایجاد نمی‌کنند ولی برعکس ئیدروکربنهای زنجیری بی‌شاخه مـانند هپتان، احتراقِ زود و سریعی دارند و بنابراین سوخت خوبی برای اتومبیل به حساب نمی‌آیند.

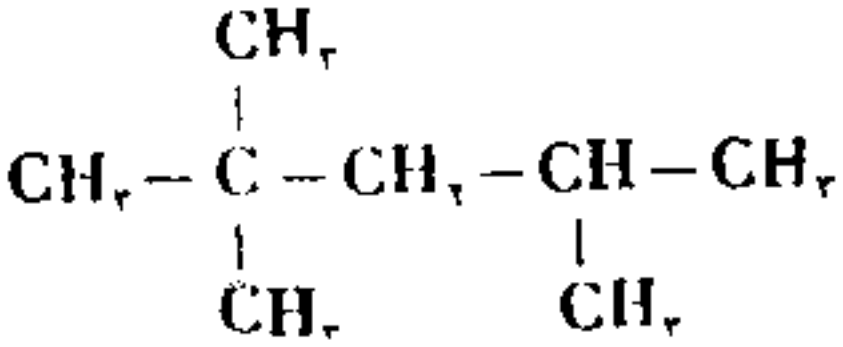
میزان خاصیت‌ضدتق‌تق یك سوخت معین‌از عدداکتان‌آن مشخص‌می‌شود- عدداکتان‌بنزین عددی است‌که‌بطورقراردادی برای «ایزواکتان [2]» که سوخت‌خوبی‌است معادل ۱۰۰ و برای هپتان

---

۱ ـ اصطلاح تق‌تق در مقابل اصطلاحات Knocking و Detonation آورده شده است.

۲ ـ منظور از ایزواکتان دراین مورد ،

۲ ، ۲ ، ۴ ـ تری متیل پنتان است :



نرمال که سوخت بسیار بدی است، صفرتعیین شده است. عدداکتان هرسوخت دیگری بامقایسه مخلوطی ازاین دوبه‌وسیله ماشین استانداردمخصوصی معین می‌شود. مثلا هرگاه اثر تق‌تق بنزین معینی با اثر تق‌تق مخلوط ۱۰ حجم هپتان نرمال و۹۰ حجم ایزواکتان برابرباشد عدداکتان بنزین مزبور ۹۰ می‌باشد. واضح است کـه هرچه عدداکتان یك سوخت بیشتر باشد، سوخت بهتری بشمار می‌آید.

هنگامی که این قرارداد درمورد عدداکتان به عمل‌آمد سوختی بهتر از «ایزواکتان» شناخته نشده بود ولی امروزه موادی بهتر از «ایزواکتان» تهیه شده است که عدداکتان آنها از ۱۰۰ نیز تجاوز می‌کند.

به‌طورکلی عدداکتان ئیدروکربنهای زنجیری بدون شاخه فرعی، پائین و ئیدروکربنهای سیرشده حلقوی دارای عدداکتان متوسط می‌باشند، درصورتیکه ئیدروکربنهای زنجیری سیرشده پرشاخه وئیدروکربنهای معطر عدداکتان بالائی دارند.

با افزودن برخی ترکیبات دیگر به‌ویژه تترااتیل سرب $Pb(C_2H_5)_4$ به‌بنزین ازخاصیت تق‌تق آن‌کاسته می‌شود وعدداکتان‌آن بالا می‌رود. چون بنزین حاصل ازتقطیرباکراکینگ دارای عدداکتان دقیق ومناسبی نیست معمولا از تترا اتیل سرب برای تنظیم عدداکتان بنزین تا میزان مناسب استفاده می‌کنند. سرب موجود در این ماده به‌صورت اکسید سرب درمی‌آید که ممکن است در موتور اتومبیل رسوب کرده باعث آسیبهایی به‌موتور گردد. برای جلوگیری از رسوب کردن‌آن، مقداری‌برمید اتیلن (۲،۱–دی برموانان) $C_2H_4Br_2$ نیز به‌بنزین اضافه می‌کنند. برمید سرب حاصل به‌هنگام سوختن بنزین درگرمای موتور تصعید می‌شود وبخارات‌آن همراه باگازهای احتراق ازراه لوله اگزوز خارج می‌شود .

تفاوت بنزین معمولی وبنزین سوپر درعدداکتان آنهاست. درکشورما، عدداکتان‌بنزین معمولی ۹۰ وبنزین سوپر ۹۷ است. برای بالا بردن عدداکتان دربنزین سوپرمعمولا از روش ایزومریزاسیون استفاده می‌کنند.

تلاشهای انجام شده برای مبارزه باآلودگی هوا ـ هرچند درگذشته، صنایع را مسئول عمده آلودگـی هوا قلمداد می‌کردند ولی اکنون با تعداد روزافزون وسایط نقلیه درسراسر جهـان منبع اخیر نقش عمده‌ای در آلودگی هوا ایفا می‌کند وبیشترین درصدرا ازلحاظ عوامل‌آلوده کننده محیط زیست‌دارا می‌باشد. به‌همین‌دلیل درچند سال‌گذشته اقدامات پی‌گیری جهت تعیین استاندارد ضدآلودگی وسایط نقلیه دربسیاری‌ازکشورهای‌پیشرفته‌به‌عمل‌آمده ودرحال اجراست.

یکی ازاقدامات ، کاهش تدریجی میزان تترا اتیل سرب طی ۱۵ سال گـذشته رسیدن به مرحله قطع نهایی‌آن است. بدیهی است که اجرای این امر با انجام دادن برخی تغییرات در

کراکینگ ودرساختمان موتور مصرف‌کننده بنزین صورت می‌گیرد.

بااجرای قوانین ضدآلودگی وتعیین استانداردهای مخصوص موتور در برخی کشورها ، تغییرات عمده‌ای درموتورهای بنزینی درحال انجام است که نتایج چشمگیری به شرح زیرنشان داده است.

الف- ازمیزان ئیدروکربنهای نسوخته در موتورکه وارد هوا می‌شد، به نسبت ۸۵ درصد کاسته شده است.

ب- گاز سمی‌مونوکسیدکربن خارج‌شده ازلوله اگزوز به میزان ۶۵ درصد کاهش یافته است .

پ- اکسیدهای نیتروژن به‌میزان قابل ملاحظه‌ای کم شده است.

کاهش این مواد سمی نتیجه تغییراتی به‌شرح زیراست:

اولا- درکاربوراتور اتومبیلها تغییراتی‌داده شده تابتوانند به‌صورت خودکار نسبت‌سوخت به‌هوا راکنترل کنند.

ثانیاً - تبدیل‌کننده کاتالیزوری در سر راه‌گازهای خروجی اگزوز نصب گردیده تا نیدروکربنهای نسوخته و منواکسیدکربن را بسوزانند و اکسیدهای نیتروژن را تجزیه کنند.

ثالثاً- سیستم‌تولید جرقه الکتریکی بهبودیافته‌است تا احتراق به‌صورت‌کاملتری انجام شود.

صنایع پتروشیمی - بیش از نیم‌قرن از مصرف فرآورده‌های نفتی به‌صورتی غیر از سوخت می‌گذرد[1]. به‌مرورزمان‌و باپیشرفت‌علم و تکنولوژی، انسان تعداد روزافزونی‌از ئیدروکربنها را به‌طور خالص‌از سایر فرآورده‌های نفتی جداکرده و به‌مصرف تولید سایرمواد شیمیایی و صنعتی رسانیده‌است.صنایع‌وابسته به‌نفت‌را که‌ازموادنفتی‌محصولات‌غیرنفتی‌تهیه می‌کنند، صنایع‌پتروشیمی می‌نامند. مواد اولیه حاصل‌از صنعت نفت‌که برای تهیه سایر فرآورده‌های شیمیایی به‌کار می‌رود مواد پتروشیمی نامیده می‌شوند.

درحال حاضر ازکل ئیدروکربنهای تولیدی درجهان فقط حدود پنج درصد به‌عنوان مواد اولیه درصنایع پتروشیمی به مصرف می‌رسد ولی‌ارزش‌فرآورده‌های ساخته شده از این پنج‌درصد درحدود ۲ برابر ارزش محصولات نفتی است که از بقیه ۹۵ درصد ئیدروکربنهای تولیدی به فروش می‌رسد . بنابراین کاملاً منطقی است‌که حتی المقدور از مصرف این ئیدروکربنها به عنوان مولد انرژی جلوگیری به عمل آید و اولویت خاصی برای استفاده از این ذخایرسر باارزش و محدود در دنیا در صنایع‌پتروشیمی داده‌شود.

۱ــ در ۱۹۱۸ در آمریکا از پروپن به دست‌آمده از مواد نفتی ، پروپانول تهیه کردند.

گسترش صنایع پتروشیمی اثرات بسیار چشمگیر و پراهمیتی درپیشرفت اقتصادی وتوسعه صنایع و بالابردن سطح تکنولوژی درجهان و درسالهای اخیر در ایران داشته است.

به‌علت تنوع زیاد فرآورده‌های پتروشیمی‌فقط به آن‌قسمت ازآنهاکه هم اکنون در ایران درحال تهیه یا مشمول طرح درحال تأسیس است اکتفا می‌کنیم.

فرآورده‌های پتروشیمی‌کارخانه کود شیمیایی شیراز و مجتمع پتروشیمی بندر امام خمینی.

در این دو مجتمع با استفاده ازگاز ئیدروژن حاصل ازگاز طبیعی و نیتروژن هوا ، سالانه صدها هزار تن آمونیاك تهیه می‌شود .آمونیاك حاصل‌همراه با مواد دیگر برای ساختن مقادیر عظیمی اوره ، اسیدنیتریك، نیترات‌آمونیم، کودهای مخلوط وغیره به‌کارمی‌رود.دراین مجتمعها همچنین مواد دیگری از قبیل کربنات سدیم، فسفات‌سدیم،گوگرد ، اسیدسولفوریك و اسید فسفریك نیز تهیه می‌شود .

مجتمع پتروشیمی آبادان ـ با استفاده ازگاز اتیلن و پروپن حاصل‌از پالایشگاه نفت‌آبادان ، سالانه مقادیر زیادی‌پلاستیك نوع P.V.C همراه با هزاران‌تن سودسوزآور و نوعی‌فرآورده شیمیایی به‌نام دودسیل بنزن تهیه می‌شود.

چنانکه قبلاً دیدیم ازماده اخیردرکشور ما برای تهیه پودرهای رخت‌شویی (مواد پاك‌کننده غیر صابونی) استفاده می‌کنند . طبق طرح دیگری قرار است انواع فرآورده‌های شیمیایی آروماتیك در آبادان تهیه شود .

مجتمع پتروشیمی ایران که از بزرگترین مجتمعهای پتروشیمی دنیاخواهدبود عهده‌دار تهیه مقادیر زیادی مواد شیمیایی گوناگون ازقبیل مواد زیر می‌باشد :

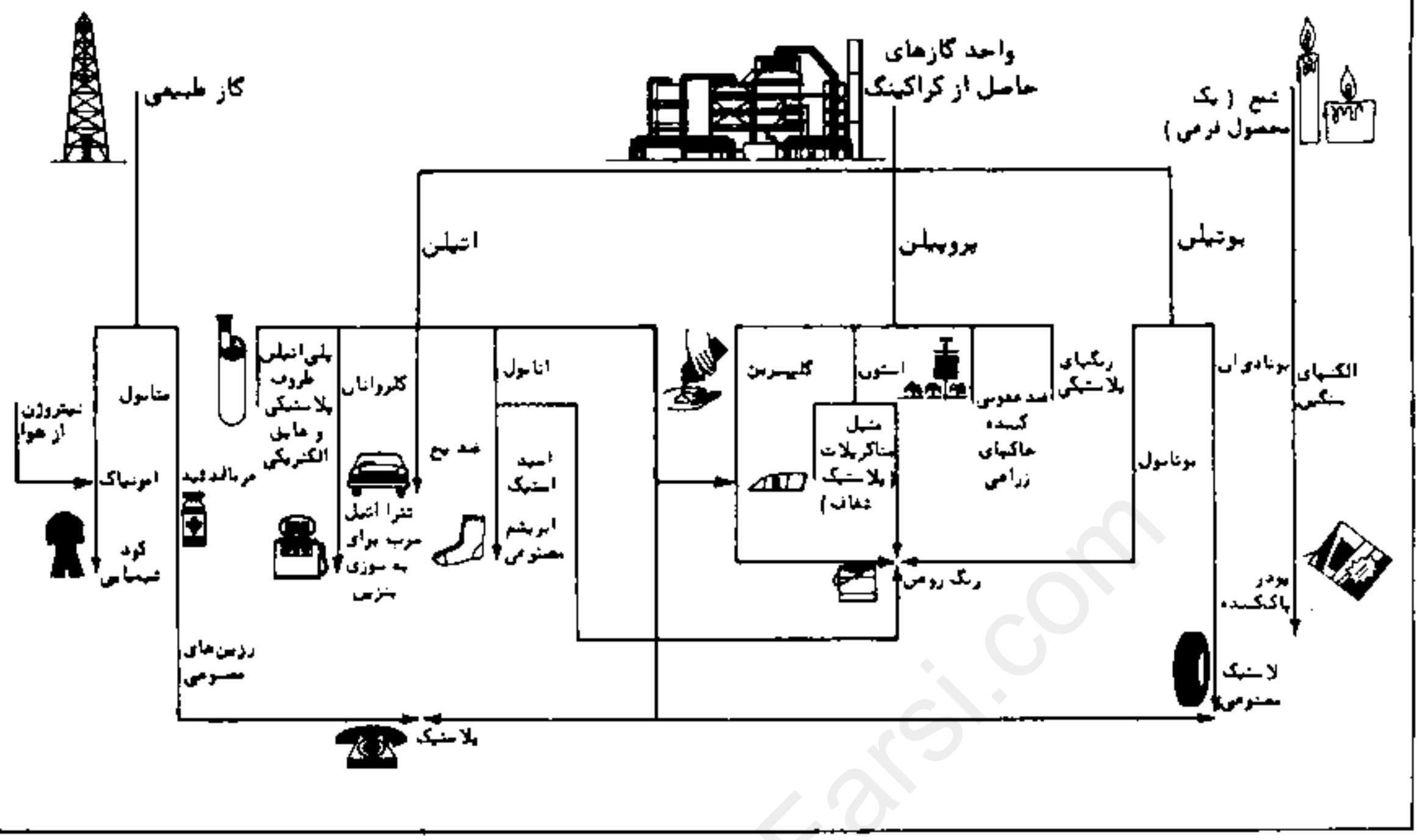
کلریدواتیلن ، کلریدوینیل ، پلی‌اتیلن ، پلی‌پروپیلن ، کائوچوی مصنوعی ، بنزن ، آنیلین و مشتقات‌آن ، سودسوزآور و گاز مایع.

بالاخره‌باید ازکارخانه دوده‌سازی (کربن‌بلاك) اهواز نیزنام برد که این‌ماده را از سوختن ناقص‌گاز طبیعی تهیه می‌نماید . ماده اخیر در رنگسازی و لاستیك‌سازی و برخی‌صنایع دیگر اهمیت فراوان دارد .

در پایان یادآور می‌شویم که صنایع مهم دیگری چون تهیه سایرانواع پلاستیکهاونایلن‌ها، الیاف مصنوعی، داروهای‌گندزدا و حشره‌کشها ، شامپوها و کرمهای زیبایی ، مواد منفجره و غیره نیز وابسته به صنایع پتروشیمی است . شمای صفحه بعد برخی از فرآورده‌های صنایع پتروشیمی را نشان می‌دهد

پولیمرها ـ ماکرو مولکولهای مصنوعی

ترکیباتی‌مانند نشاسته ، سلولز و مواد پروتئینی نمونه‌هایی از پولیمرهای طبیعی هستند .



برخی از مواد فراورده‌های پتروشیمی حاصل از صنعت نفت

پولیمرها یا ماکرومولکولها، مولکولهایی با جرم مولکولی بسیار زیاد هستند که از به‌هم‌پیوستن مولکولهای ساده به وجودآمده‌اند. این مولکولهای ساده اولیه را مونومر (monomere) می‌نامند. مثلاً در نشاسته و سلولز مونومر، گلوکز است و در پروتئین‌ها، آمینو اسیدها مونومر، را تشکیل می‌دهند. بسیاری از پولیمرهای مهم در طبیعت وجود ندارند و به‌روشهای آزمایشگاهی تهیه می‌شوند. اکثر آنها از زنجیرهای بسیار طویل تشکیل شده‌اند. در بعضی موارد این زنجیرهای طویل درجهت عرضی نیز با یکدیگر ارتباط دارند.

تعدادی از پولیمرها از ترکیباتی که دارای پیوند دوگانه کربن ـ کربن می‌باشند به‌روشی که‌آن را پولیمریزاسیون افزایشی می‌نامند تشکیل می‌شوند. مثلا همانطورکه قبلا نیز اشاره کردیم، اتیلن تحت‌فشار زیاد و در حرارت ۱۰۰ تا ۲۰۰ درجه پولیمریزه می‌شود. پولیمر حاصل را پولی‌اتیلن یاپولیتن می‌نامند.

$$n\,H_2C{=}CH_2 \longrightarrow \left(-CH_2-CH_2-\right)_n$$

در واکنش بالا ترکیب آنقدر ادامه پیدا می‌کند تا زنجیرهایی‌متشکل از صدها یا هزارها

واحد ساختمانی $-CH_2-CH_2-$ به دست آید. جرم مولکولی پولی اتیلن بین هزار تا بیست هزار تغییر می کند.

پولیمرهای پراهمیتی از پولیمریزاسیون مشتقات اتیلن بدست آمده است.

مثلا اورلون (Orlon) و اکریلان (Acrilan) پلیمرهای اکریلونیتریل به فرمول $CH_2=CH-CN$ می باشند. ساختمان این پولیمرها بصورت زیر نمایش داده می‌شود.

$$nCH_2=CH-CN \longrightarrow (-CH_2-\underset{\underset{CN}{|}}{CH}-)_n$$

اورلون — اکریلونیتریل (سیانیدوینیل)

کلریدوینیل $CH_2=CHCl$ ازمونومرهای بسیار مهم درتهیه پلاستیکهای وینیلی می باشد.

$$nCH_2=CHCl \longrightarrow (-CH_2-\underset{\underset{Cl}{|}}{CH}-)_n$$

کلرید وینیل

پولی کلرید وینیل (P . V . C)

تفلون نیز که یک ترکیب آلی فلوئوردار است دارای واحد ساختمانی

$$\left(\cdots \underset{\underset{F}{|}}{\overset{\overset{F}{|}}{C}} - \underset{\underset{F}{|}}{\overset{\overset{F}{|}}{C}} - \cdots\right)$$ است.

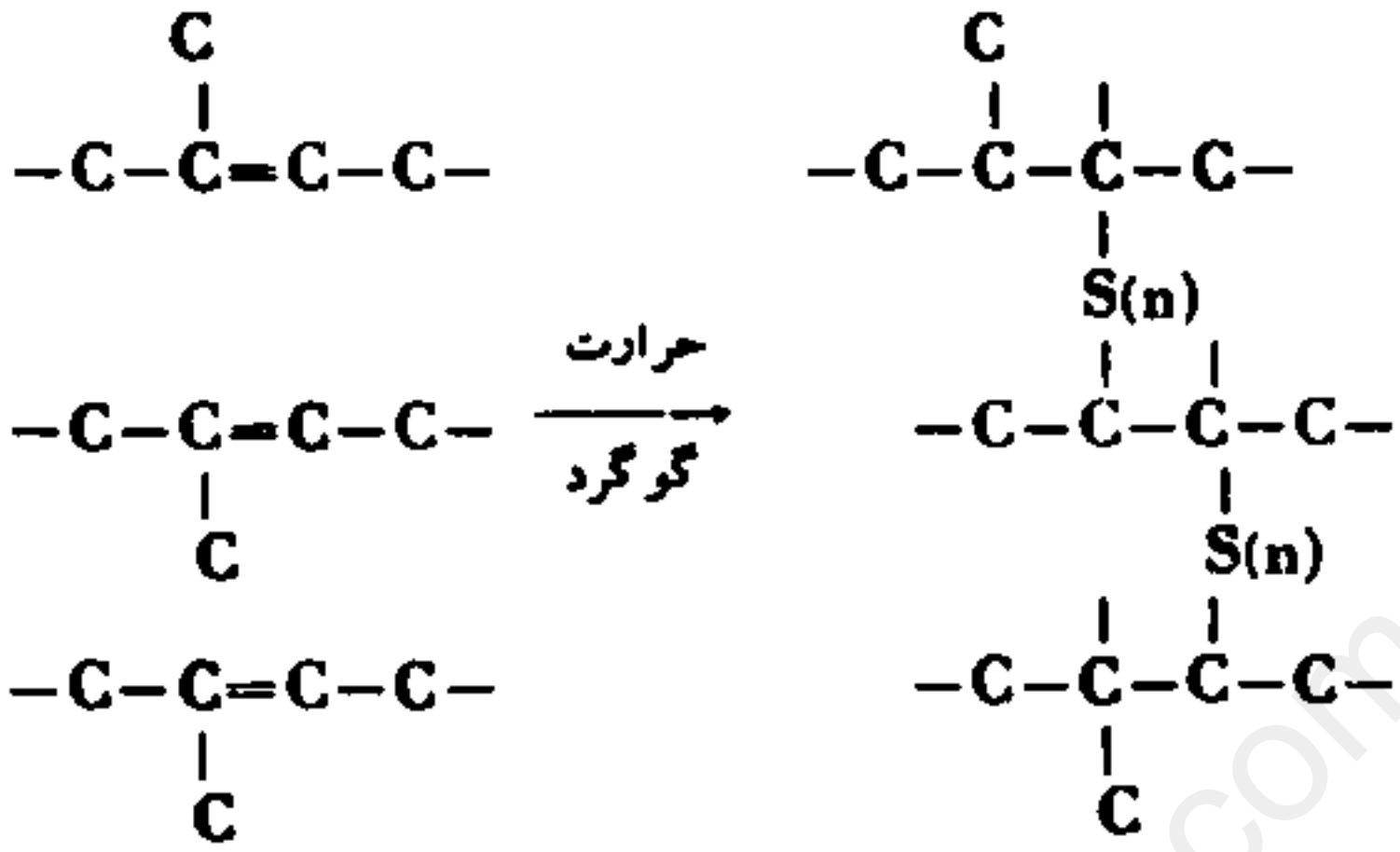
کائوجوی طبیعی پولیمر ئیدروکربنی است که در مولکول خود دارای دو پیوند دوگانه است و ۲ ـ متیل ـ ۱ ، ۳ ـ بوتادین خوانده می‌شود . کائوجوی طبیعی از زنجیرهای طویلی تشکیل شده است که هریك از بهم پیوستن هزارها مولکول واحد ساختمانی بالا بوجود آمده است .

$$nCH_2=\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}-CH=CH_2 \longrightarrow (-CH_2-\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}=CH-CH_2-)n$$

متیل بوتادین (ایزوپرن) — کائوچو

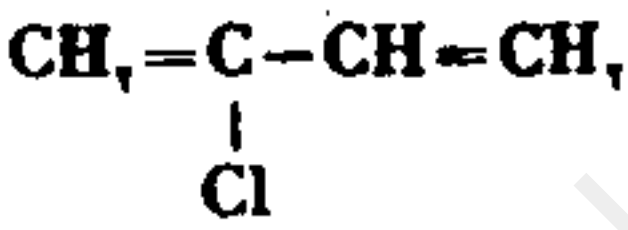
توجه داشته باشید که پولیمر بدست آمده دارای پیوندهای دوگانه است. وقتی این پولیمر را با گوگرد حرارت می‌دهند ، زنجیرهای ماکرومولکول با استفاده از این پیوندهای دوگانه و به کمك پیوندهای گوگردی بهیکدیگر متصل می‌شوندودرنتیجه کائوچوخاصیت کشسانی (لاستیك)

بیشتری پیدا می‌کند . این نوع کائوچو (لاستیک) را کائوچوی ولکانیزه واین عمل راولکانیزاسیون (Vulcanization) می‌نامند .

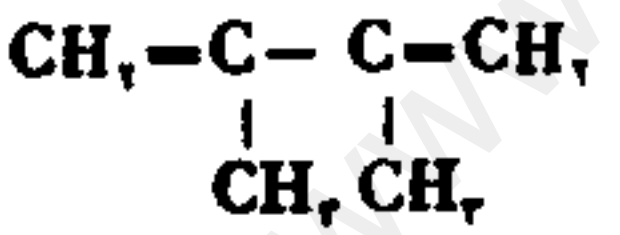


زنجیرهای ماکرومولکول درکائوچوی طبیعی — کائوچوی ولکانیزه

چندین نوع کائوچوی مصنوعی از پولیمریزاسیون مونومرهایی چون ۱ ، ۳ ـ بوتادین ($CH_2=CH-CH=CH_2$) ، ۲ ـ کلرو ـ ۱ ، ۳ ـ بوتادین (کلروپرن) :



۲ ، ۳ ـ دیمتیل ۱ ، ۳ ـ بوتادین :

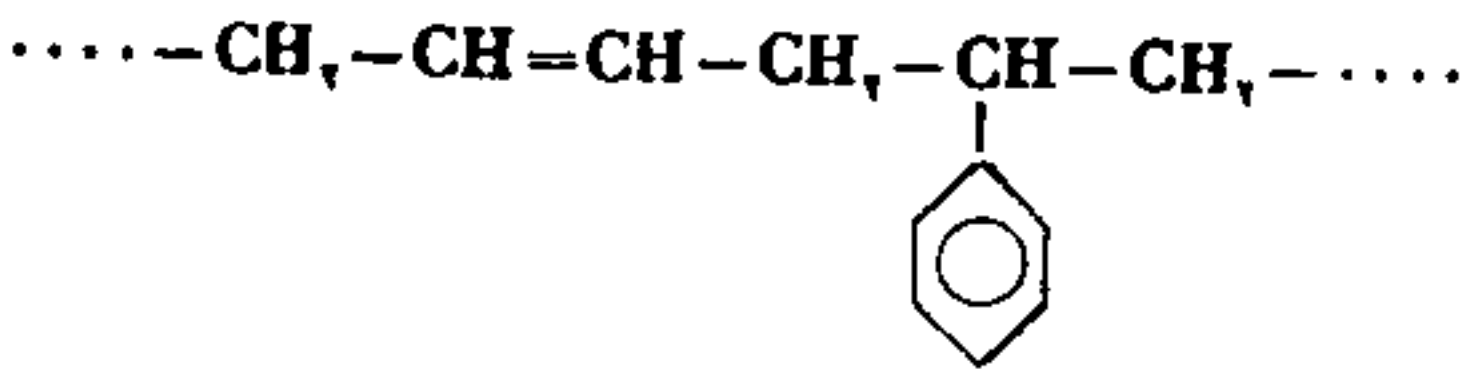


به تنهایی و یا مخلوط باهم بدست آمده است.

کلروپرن به سهولت پولیمریزه شده و به نوعی کائوچوی مصنوعی به نام نئوپرن مبدل میشود.

کوپولیمر ـ اگر دو مونومر مختلف را باهم پولیمریزه کنند ، پولیمر بدست آمده را کوپولیمرواین عمل راکوپولیمریزاسیون می‌نامند . ساختمان وخواص این مواد به‌نسبت مونومرها بستگی دارد . مثلاً بونا ـ اس (Buna – S) لاستیکی است که از کوپولیمریزاسیون ۱،۳ـ بوتادین با استیرن یا وینیل‌بنزن ($C_6H_5-CH=CH_2$) به دست آمده است .

قسمتی از ساختمان این کوپولیمر به‌صورت زیر نمایش داده می‌شود.



پولیمریزاسیون تراکمی ـ اگر تعدادی مولکول مونومر با یکدیگر ترکیب شوند و مولکولهای کوچکی مانندآب ، آمونیاك وغیره خارج سازند ، عمل راپولیمریزاسیون تراکمی می‌نامند . همانطوری که قبلاً دیدیم نشاسته و سلولز از پولیمریزاسیون تراکمی مولکولهای گلوکز با خارج کردن آب تشکیل شده‌اند.

بهمین ترتیب، پروتئین‌ها نتیجه پولیمریزاسیون تراکمی تعدادی مولکول آمینواسید باخارج شدن مولکولهای آب است. نایلون نیز مانند مواد پروتئینی یك پلی‌آمیداست و ازپولیمریزاسیون تراکمی یك دی‌آمین (هگزامتیلن دی‌آمین) $H_2N-(CH_2)_6-NH_2$ با یك اسید دی‌کربوکسیلیك (اسیدآدی‌پیك) $HOOC-(CH_2)_4-COOH$ بدست می‌آید.

$$H_2N(CH_2)_6NH_2+HOOC(CH_2)_4COOH+H_2N(CH_2)_6NH_2 \rightarrow H_2O+[-NH-(CH_2)_6NH-CO-(CH_2)_4-CO-]n$$

نایلون

همان طوری که نشان داده شده است، نایلون یك کوپولیمر تراکمی است زیرا از کوپولیمریزاسیون تراکمی دو مونومر به دست آمده است. داکرون نیز نوعی کوپولیمر تراکمی است.

صنعت تقطیر زغال‌سنگ وکك سازی

ازآنجاکه نفت باارزش‌تر ازآن است‌که به عنوان سوخت مصرف شود، بشرمجدداً به‌فکر استفاده گسترده‌تر از زغال‌سنگ افتاده است.

زغال‌سنگ درطبیعت به اشکال مختلفی وجود داردکه در بسیاری از موارد به عنوان سوخت به مصرف می‌رسند و درموارد دیگر نیز برای تهیه زغال‌کك و گاز سوختنی یا فرآورده‌های قطران زغال سنگ مورد استعمال دارند . برای تهیه زغال‌کك بر روی زغال سنگ عملیاتی انجام می‌دهندکه منجر به بالارفتن درصدکربن درآن می‌شود. بهمین‌دلیل‌این اعمال‌را اصطلاحاً کربنیزاسیون می‌گویند .

در این اعمال ، زغال‌سنگ استخراج شده را در کوره‌های مخصوصی‌دور از هوا به شدت حرارت می‌دهند. در این کوره‌ها مرتبا ازقسمت بالای کوره زغال‌سنگ وارد می‌شود وگازهای حاصل از عمل کربنیزاسیون ازلوله‌هایی در نزدیکی دهانه کوره خارج می گردد .

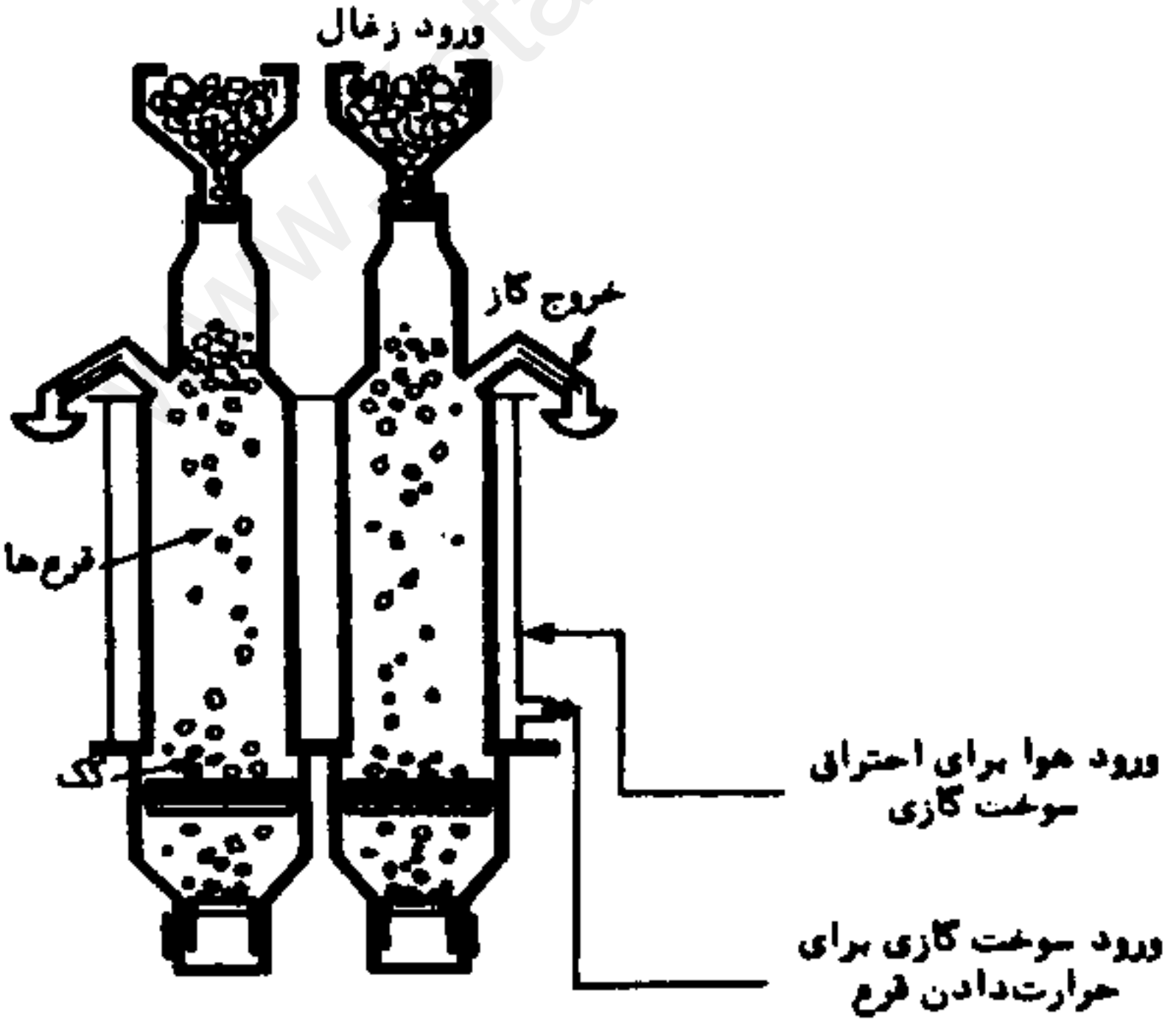
از مجرای خروجی پایین کوره نوعی زغال خارج می‌شودکه زغال کك (Coke) نام دارد .

چنان‌که می‌دانید از این نوع زغال برای استخراج سنگ معدن‌آهن در کوره‌بلند استفاده می کنند .

در کشور ما، عمل کربنیزاسیون زغال سنگ درمجتمع ذوب‌آهن اصفهان‌انجام می‌گیرد .

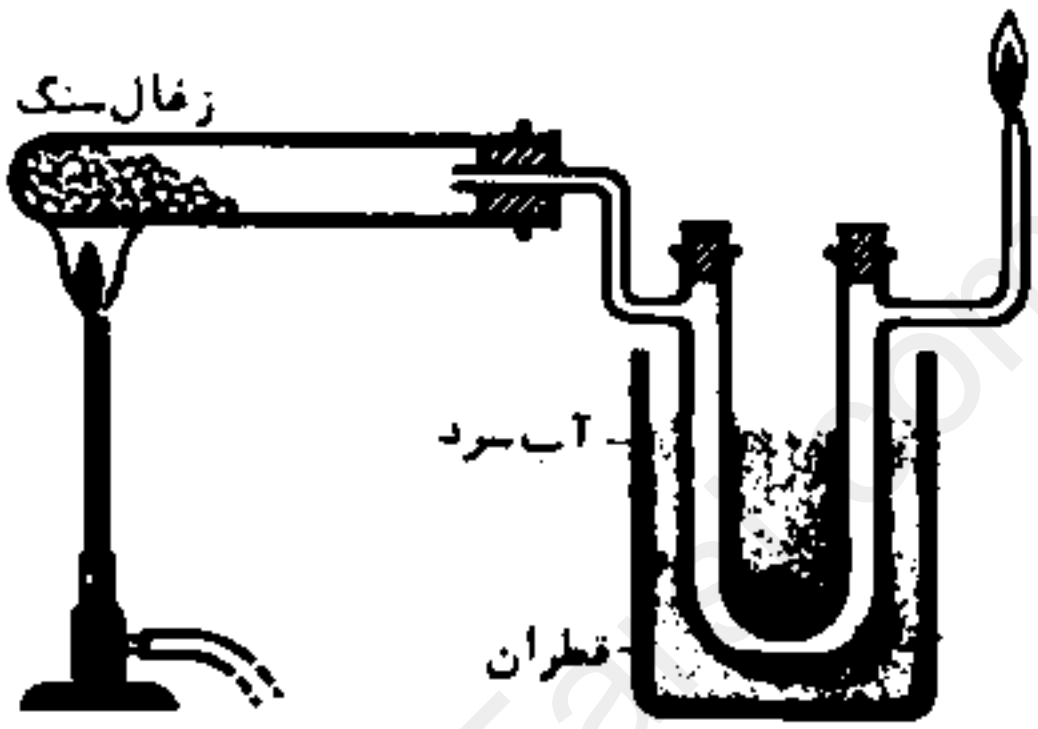
بخارات حاصل از کربونیزاسیون زغال‌سنگ شامل مواد گوناگونی است که برای جدا کردن و استفاده ازآنها ، ابتدا این بخارات را سرد و متراکم می‌کنند. تا قسمتهایی که در دمای معمولی مایع یاجامد است جدا شود . گاز باقیمانده را در آب وارد می‌کنند تا آمونیاك موجود درآن جدا شود . این گاز پس از طی کردن مراحل مختلف تصفیه و خشك‌کردن به‌عنوان سوخت استفاده می‌شود. در برخی کشورها به ویژه کشورهای اروپایی ، این گاز را به وسیله شبکه لوله‌کشی گازرسانی شهری به‌صورت گاز سوختنی منازل به مصرف می‌رسانند .

محلول آمونیاکی حاصل از عبوردادن‌گاز ازآب را به سولفات امونیم تبدیل کرده به عنوان‌کود شیمیایی به بازار عرضه می‌کنند.



مایع روغنی شکل حاصل که از سردکردن ومتراکم نمودن بخارات باقی می‌ماند ، قطران زغال‌سنگ (Coal tar) نام دارد. از تقطیرقطران زغال‌سنگ وانجام‌دادن برخی‌اصالشیمیایی موادگوناگونی‌ازقبیل بنزن، تولوئن، گزیلن، نفتالن ،آنتراسن ، فنانترن[1] ، فنل ، گزیلنول و غیره به دست می‌آورند .

آزمایش تقطیر زغال‌سنگ ابـزار و مواد مورد نیاز . دستگاهی مطابق شکل، زغال سنگ،



محلول نیترات سرب، سود،کاغذ تورنسل. در لوله آزمایش به ارتفاع تقریبی ۲ تا ۳ سانتیمتر پودر نرم زغال‌سنگ بریزید، دستگاه را مطابق شکل نصب‌کنید و لوله را ابتدا به ملایمت و سپس به شدت حرارت دهید. پس از اطمینان از خروج هوای درون لوله U ، شعله‌کبریتی را با احتیاط به لوله خروج گاز نزدیك‌کنید. آیا گاز می‌سوزد؟ (برای اطمینان از خارج شدن هوای درون لوله U، می‌توانید کاغذی را به محلول نیترات سرب آغشته‌کرده به لوله خروج گاز نزدیك کنید. کاغذ سیاه رنگ می‌شود. چرا؟). مایع جمع شده در لولـه U را در لوله آزمایشی بریزید. آیا به دو لایه تقسیم می‌شود؟ چند قطره محلول سود غلیظ به آن اضافه‌کنیدو حرارت دهید. یك تکه کاغذ تورنسل مرطوب به دهانه لولـه نزدیك کنید. چه تغییر رنگی مشاهده می‌کنید؟ این تغییر رنگ معرف وجود چه نوع ماده‌ای در بخارات تـولید شده است؟ اگر میله شیشه‌ای آغشته به محلول غلیظ اسیدکلریدریك را به بخارات تولید شده نزدیك کنیم چه تغییری مشاهده می‌شود. در مجموع چه نوع فرآورده‌هایی از تقطیر زغال سنگ و هریك‌در کدام قسمت دستگاه به دست آمده است؟

۱ــ $C_{14}H_{10}$ Phenanthrene ایزومر آنتراسن می‌باشد .

صنعت قند

قند معمولی یاساکارزپرمصرف ترین ماده‌قندی درجهان‌است. مهمترین‌منابع این‌ماده قندی، چغندرقندو نیشکرمی باشدکه تاحدود ۲۰ درصد قند دربردارد.

برای تهیه قند ازچغندر یا نیشکرابتدا باید شیره محتوی ماده قندی را ازبافت‌گیاهی خارج کرد. درمورد قند چغندر، چغندررا پس ازشستشو، ابتدا رنده‌کرده به‌صورت خلال‌درمی‌آورند. خلالها را درآب داغ وارد می‌کنند تا پس ازپاره شدن جدار سلولها، قند درآب حل شود. درمورد نیشکر نیز ساقه‌ها را بافشار ازلابلای غلطك هایی عبور می‌دهند تا شیره نیشکر ازآنها خارج شود.

شیره به‌دست‌آمده ازچغندر یانیشکربه‌علت‌دارابودن اسیدهای‌آلی، پروتئین‌ها وناخالصی‌های دیگر نمی‌تواند متبلورشود. برای جداکردن این ناخالصی‌ها به شیره حاصل، شیرآهك می‌زنند. اسیدهای‌آلی خنثی می‌شوند، پروتئین‌ها که درشیره به‌صورت کلوئیدی وجوددارد منعقد می‌شوند وتقریباً تمام ناخالصی‌های موجود درشیره غیرازمواد رنگی ازآن جدا می‌شوند. در این‌شرایط ساکارز موجود درشیره به‌صورت سوکرات کلسیم محلول‌باقی می‌ماند.

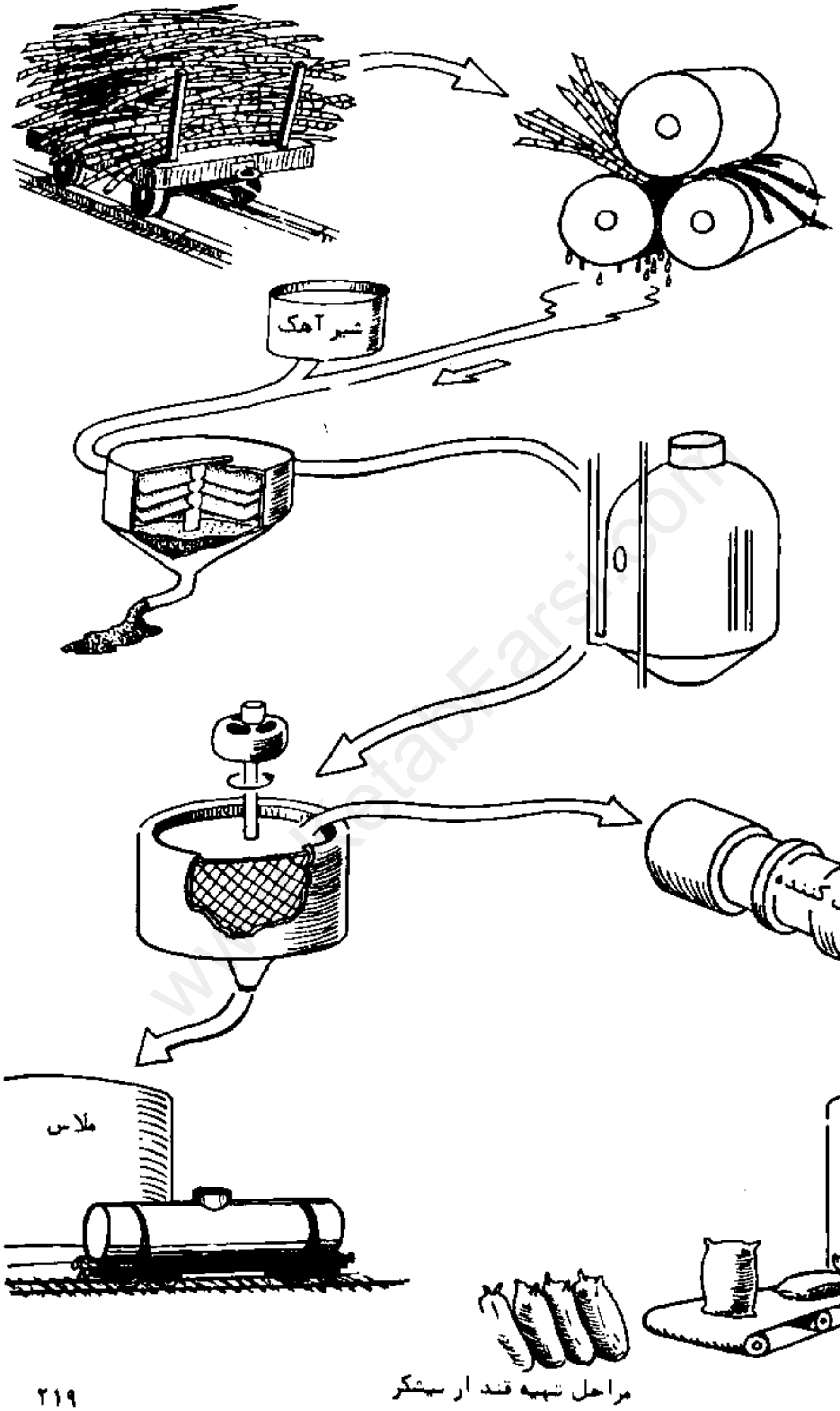
پس ازجداکردن ناخالصی‌ها، ازداخل محلول گاز دی‌اکسیدکربن عبورمی‌دهند. کربنات‌کلسیم رسوب می‌کند وماده قندی مجدداً به‌صورت ساکارز درمی‌آیدکه درمحلول باقی‌می‌ماند.

پس ازجداکردن رسوب، شیره باقیمانده را تغلیظ می‌کنند تابلورهای شکر ته‌نشین شود. معمولا برای جلوگیری ازتجزیه شکر به‌وسیله حرارت، عمل تغلیظ را دردیگهای سربسته و در فشارکم انجام می‌دهند تانیازی به‌دمای نسبتاً بالا نباشد.

شکری‌که به‌این‌ترتیب به‌دست می‌آید ناخالص ورنگی است. برای خالص‌کردن‌آن‌مجدداً شکر ناخالص را درآب حل‌کرده وپس ازعبوردادن ازروی یك ماده رنگبر (معمولا زغال‌چوب فعال شده یا زغال حیوانی)، مجدداً آب‌آهك اضافه می‌کنند. در اینجا نیز پس از جداکردن ناخالصی‌ها، ازداخل محلول گاز دی‌اکسیدکربن عبور می‌دهند ومحلول باقیمانده را تغلیظ و متبلورمی‌نمایند. برای رسیدن به‌شکر سفید ومرغوب ممکن است اعمال تصفیه وتبلور را حتی برای چند مرتبه تکرارکنند.

درهرعمل تبلور، چه درمرحله مقدماتی استخراج شکر ناخالص وچه درمرحله تصفیه، پس ازجداکردن بلورها، مایع نسبتاً غلیظ و قهوه‌ای رنگی برجای می‌ماند که درحدود ۵۰٪ قند دارد ولی به‌علت وجود ناخالصی‌ها، شکرآن متبلورنمی‌شود. این مایع ملاس نامیده می‌شود و اغلب به مصرف تهیه الکل می‌رسد.

تفاله چغندررا که پس از جداکردن شیره درمرحله اول باقی می‌ماند، به‌علت در برداشتن مواد پروتئینی معمولا به‌مصرف خوراك دام می‌رسانند. می‌دانید که در ایران، اضافه برگسترش



مراحل تهیه قند از نیشکر

روزافزون صنعت چغندر قند، نیشکر را نیز به‌مقیاس وسیعی در هفت‌تپه خوزستان تولید می‌کنند.

پرسش و تمرین

۱–می‌دانید که نفت خام محلولی ازئیدروکربن‌های گازی شکل وجامد درئیدروکربن‌های مایع است. اضافه‌براین مقداری آب ونمك درآن وجود دارد. باتوجه به‌نیروهای بین مولکولی، چگونگی حل شدن یا درهم‌آمیختن این مواد را دریکدیگر توضیح دهید.

۲–هرگاه ساختمان مولکولی ترکیبات نفتی از نـوع قطبی یا یونـی بود، آیا پیدایش ذخایر نفتی درلایه‌های زمین وبه‌وضع فعلی امکان داشت؟ دلیلی برای پاسخ خود بیاورید.

۳–به‌نظر شما چه نوع نیرویی، مولکولهای دراز پلاستیك پلی‌اتیلن یا P.V.C. را به یکدیگـر ربط می‌دهد؟ آیا وجود چنین نیروهایی توجیه‌کننده پایین بودن دمای ذوب پلاستیك می‌باشد ؟

۴–امتیازکاربرد دوغاب‌گل را درحفرچاه نفت بیان‌کنید .

۵–چه تفاوت وچه‌شباهتی میان تقطیر نفت خام وتقطیر زغال سنگ وجوددارد؟

۶– تفاوت میان کراکینگ والکیلاسیون چیست؟ برای هریك، یك مثال بیاورید.

۷–چه روشهایی را معمولا برای بهسوزی بیشتر دربنزین به‌کارمی‌برند؟

۸– به‌نظر شما، چه عاملی در کراکینگ حرارتـی باعث شکـستن مولکولهای بـزرگ می‌شود؟ باکاربردکاتالیزور چه تغییری درشرایط واکنش صورت می‌گیرد؟ چرا؟

۹–می‌دانید که هپتان نرمال یك سوخت نامناسب برای ماشین به‌شمار می‌رود.

دوراه برای تبدیل این‌ماده به مواد دیگر خوش‌سوزتر که عددا کتان بالاتری دارند پیشنهاد کنید .

۱۰– برای توصیف یکی ازخصوصیت‌های مهم نوعی بنزین سوپر گفته شده است کـه «عددا کتان‌آن برابر۹۷ می‌باشد». منظورازاین عبارت چیست؟

۱۱– منظور ازپولیمرچیست؟ دوپولیمر طبیعی و دوپولیمر مصنوعی را نام ببریـد. فرمول مونومر آنها را بنویسید.

۱۲– چه تفاوتی میان پولیمریزاسیون افزایشی وتراکمی وجوددارد؟ یك مثال بدون ذکـر فرمول برای هریك ازاین دوواکنش بیان‌کنید.

۱۳– طرح یك‌آزمایش ساده برای تبدیل شکر سرخ به‌شکر سفید پیشنهادکنید.

۱۴– درکنارکارخانه قند، چه نوع‌کارخانه دیگری می‌توان دایر کردکه از فرآورده‌هـای فرعی این کارخانه تغذیه شود؟

ضمیمه

www.KetabFarsi.com

جدول تناوبی عناصر

دورهٔ تناوب	IA	IIA	عناصر واسطه										IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
			IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIIIB		IB	IIB							
$n=1$	1 H 1.01																	2 He 4.00
$n=2$	3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.8	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.0	10 Ne 20.2
$n=3$	11 Na 23.0	12 Mg 24.3											13 Al 27.0	14 Si 28.1	15 P 31.0	16 S 32.1	17 Cl 35.5	18 Ar 39.9
$n=4$	19 K 39.1	20 Ca 40.1	21 Sc 45.0	22 Ti 47.9	23 V 50.9	24 Cr 52.0	25 Mn 54.9	26 Fe 55.8	27 Co 58.9	28 Ni 58.7	29 Cu 63.5	30 Zn 65.4	31 Ga 69.7	32 Ge 72.6	33 As 74.9	34 Se 79.0	35 Br 79.9	36 Kr 83.8
$n=5$	37 Rb 85.5	38 Sr 87.6	39 Y 88.9	40 Zr 91.2	41 Nb 92.9	42 Mo 95.9	43 Tc (99)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
$n=6$	55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57× La 138.9	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.9	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
$n=7$	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89×× Ac (227)	104 Ku 260	105 Ha	106	107	108										

$n=6$	×	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm (147)	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0	
$n=7$	××	90 Th (232.0)	91 Pa (231)	92 U 238.0	93 Np (237)	94 Pu (242)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (249)	98 Cf (251)	99 Es (254)	100 Fm (253)	101 Md (256)	102 No (253)	103 Lr (257)	

www.tabarestan.info

جدول طول برخی پیوند های شیمیایی

نوع پیوند (ترکیب)	طول پیوند A°	نوع پیوند (ترکیب)	طول پیوند A°
C – H (آلکانها)	۱/۰۷	C ≡ C (آلکینها)	۱/۲۰
N – H (آمینها)	۱/۰۰	C – F (فلوئورآلکانها)	۱/۴۱
O – H (الکلها)	۰/۹۶	C – Cl (کلرورآلکانها)	۱/۷۶
S – H (تیولها)	۱/۳۴	C – Br (برموآلکانها)	۱/۹۴
C – N (آمینها)	۱/۴۷	C – I (یدورآلکانها)	۲/۱۴
C – O (الکلها)	۱/۴۳	C = O (استها)	۱/۲۲
C – C (آلکانها)	۱/۵۴	C ≡ N (نیتریلها)	۱/۱۶
C = C (آلکنها)	۱/۳۴	C = C بنزن	۱/۳۹

جدول مقدار انرژی تعدادی از پیوندهای ساده (کیلوکالری بر مول) ضمیمه شماره ۳

	H	C	N	O	F	Si	P	S	Cl	Br	I
H	۱۰۴	۹۹	۹۳	۱۱۱	۱۳۶	۷۰	۷۶	۸۱	۱۰۳	۸۸	۷۱
C		۸۳	۷۰	۸۴	۱۰۵	۶۹	۶۳	۶۲	۷۹	۶۶	۵۷
N			۳۸	۴۸	۶۵	—	۵۰	—	۴۸	۵۸	—
O				۳۳	۴۴	۸۸	۸۴	—	۴۹	—	۴۸
F					۳۸	۱۲۹	۱۱۷	۶۸	۶۱	۴۷	—
Si						۴۲	۵۱	۵۴	۸۶	۶۹	۵۱
P							۵۱	۵۵	۷۹	۶۵	۵۱
S								۵۱	۶۰	۵۱	—
Cl									۵۸	۵۲	۵۰
Br										۴۶	۴۳
I											۳۶

مقدار انرژی تعدادی از پیوندهای چندگانه (کیلوکالری بر مول)

C = C ۱۴۶	C = N ۱۴۷	C = O ۱۷۷	N = N ۱۰۰
C ≡ C ۲۰۰	C ≡ N ۲۱۳	C ≡ O ۲۵۶	N ≡ N ۲۲۶

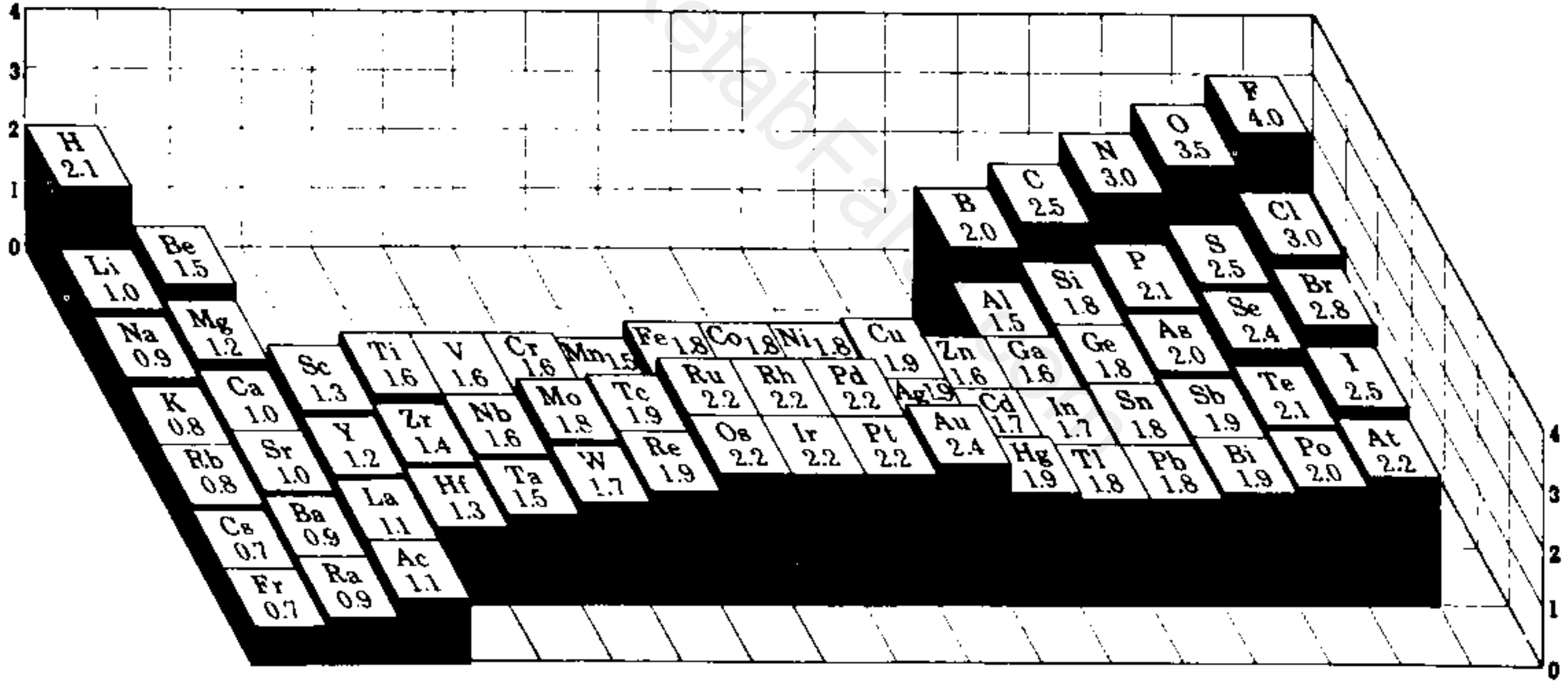
جدول انرژیهای یونیزاسیون متوالی بیست عنصر اول جدول تناوبی ضمیمه شماره ۴

(کیلو کالری بر مول kcal/mol)

عدد اتمی	علامت شیمیایی	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8	E_9	E_{10}	E_{11}	E_{12}	E_{13}	E_{14}	E_{15}	E_{16}	E_{17}	E_{18}	E_{19}	E_{20}	آرایش الکترونی عنصر
۱	H	۳۱۲																				$1S^1$
۲	He	۵۶۷	۱۲۵۲																			$1S^2$
۳	Li	۱۲۵	۱۷۲۲	۲۸۲۲																		$1S^2 2S^1$
۴	Be	۲۱۲	۴۲۰	۳۵۵۰	۵۰۲۰																	$1S^2 2S^2$
۵	B	۱۹۱	۵۷۹	۸۷۴	۵۹۸۲	۷۸۴۵																$1S^2 2S^2 2P^1$
۶	C	۲۶۱	۵۶۳	۱۱۰۵	۱۴۷۸	۹۰۴۲	۱۱۲۹۷															$1S^2 2S^2 2P^2$
۷	N	۳۳۴	۶۸۳	۱۰۹۳	۱۷۸۷	۲۲۵۵	۱۲۷۲۹	۱۵۳۸۱														$1S^2 2S^2 2P^3$
۸	O	۳۱۲	۸۰۹	۱۲۶۶	۱۷۸۵	۲۶۲۷	۳۱۸۵	۱۷۰۲۸	۲۰۰۹۴													$1S^2 2S^2 2P^4$
۹	F	۴۰۱	۸۰۵	۱۴۲۶	۲۰۰۹	۲۶۳۳	۳۶۲۳	۴۲۷۱	۲۱۹۹۷	۲۵۴۲۷												$1S^2 2S^2 2P^5$
۱۰	Ne	۴۹۸	۹۴۳	۱۴۶۲	۲۳۳۹	۲۹۱۰	۳۶۴۱	۴۷۸۰	۵۵۱۴	۲۷۵۷۵	۳۱۴۱۰											$1S^2 2S^2 2P^6$
۱۱	Na	۱۱۸	۱۰۹۱	۱۶۵۱	۲۲۸۱	۳۱۹۲	۳۹۶۹	۴۸۰۸	۶۰۹۲	۶۹۱۳	۳۳۷۸۵	۳۸۰۱۷										$1S^2 2S^2 2P^6 3S^1$
۱۲	Mg	۱۷۵	۳۴۶	۱۸۴۷	۲۵۱۸	۳۲۵۶	۴۳۰۱	۵۱۸۶	۶۱۳۲	۷۵۶۱	۸۴۷۵	۲۰۶۱۰	۴۵۲۵۸									$1S^2 2S^2 2P^6 3S^2$
۱۳	Al	۱۳۶	۴۳۴	۶۵۵	۲۷۶۵	۳۵۴۴	۴۳۹۱	۵۵۶۷	۶۵۵۸	۷۶۱۲	۹۱۷۸	۱۰۱۹۳	۲۸۱۰۱	۵۳۱۳۰								$1S^2 2S^2 2P^6 3S^2 3P^1$
۱۴	Si	۱۸۷	۳۷۶	۷۷۳	۱۰۴۰	۳۸۴۴	۴۷۲۷	۵۴۷۳	۶۹۶۴	۸۰۹۴	۹۲۴۷	۱۰۹۷۷	۱۳۰۷۲	۵۶۱۹۷	۶۱۶۳۹							$1S^2 2S^2 2P^6 3S^2 3P^2$
۱۵	P	۲۴۰	۴۵۴	۶۹۶	۱۱۸۵	۱۴۹۹	۵۰۷۳	۶۰۶۵	۷۱۲۶	۸۵۵۵	۹۷۷۷	۱۱۰۴۶	۱۲۹۵۶	۱۴۱۰۸	۶۴۹۵۸	۷۰۷۸۷						$1S^2 2S^2 2P^6 3S^2 3P^3$
۱۶	S	۲۳۸	۵۳۷	۸۰۲	۱۰۹۱	۱۶۷۶	۲۰۲۹	۶۴۵۷	۷۵۶۴	۸۲۴۰	۱۰۳۰۸	۱۱۶۲۲	۱۳۰۲۰	۱۵۰۲۶	۱۶۳۰۶	۷۴۳۴۱	۸۰۵۷۲					$1S^2 2S^2 2P^6 3S^2 3P^4$
۱۷	Cl	۲۹۷	۵۴۹	۹۱۳	۱۲۳۱	۱۵۶۳	۲۲۲۷	۲۶۲۹	۸۰۲۵	۹۲۲۴	۱۰۴۹۲	۱۲۱۹۹	۱۳۶۲۸	۱۵۱۲۷	۱۷۲۷۲	۱۸۶۵۶	۸۴۳۵۲	۹۰۹۹۴				$1S^2 2S^2 2P^6 3S^2 3P^5$
۱۸	Ar	۳۶۲	۶۳۶	۹۳۹	۱۲۷۹	۱۷۳۰	۲۰۹۸	۲۸۵۹	۳۲۹۸	۹۷۳۱	۱۱۰۲۳	۱۲۴۰۶	۱۴۲۵۱	۱۵۸۱۹	۱۷۲۱۰	۱۹۶۹۳	۲۱۱۶۹	۹۵۰۰۷	۱۰۲۰۶۴			$1S^2 2S^2 2P^6 3S^2 3P^6$
۱۹	K	۹۹	۷۲۹	۱۰۵۴	۱۴۰۴	۱۹۰۵	۲۳۰۶	۲۶۹۸	۳۵۵۱	۴۰۳۶	۱۱۵۹۹	۱۳۰۰۶	۱۴۵۰۵	۱۶۴۶۵	۱۸۱۴۸	۱۹۸۵۵	۲۲۳۲۲	۲۳۸۴۲	۱۰۶۳۰۷	۱۱۲۷۵۵		$1S^2 2S^2 2P^6 3S^2 3P^6 4S^1$
۲۰	Ca	۱۴۱	۲۷۲	۱۱۱۲	۱۵۴۷	۱۹۲۶	۲۴۹۰	۲۹۲۹	۳۳۹۰	۴۳۲۵	۴۸۶۶	۱۳۶۲۸	۱۵۱۲۷	۱۶۷۲۲	۱۸۸۱۷	۲۰۶۳۹	۲۲۲۶۰	۲۵۰۶۶	۲۶۶۸۰	۱۱۸۲۷۵	۱۲۶۱۱۵	$1S^2 2S^2 2P^6 3S^2 3P^6 4S^2$

ضمیمه شماره ۵

جدول الکترو نگاتیوی عناصر



ضمیمه شماره ۶

جدول نشانه‌های شیمیایی و جرمهای اتمی تقریبی عناصر به‌ترتیب اعداد اتمی

عدد اتمی	نام عنصر	نشانه عنصر	جرم اتمی	عدد اتمی	نام عنصر	نشانه عنصر	جرم اتمی
۱	ئیدروژن	H	۱	۲۹	مس	Cu	۶۳/۵
۲	هلیم	He	۴	۳۰	روی	Zn	۶۵
۳	لیتیم	Li	۷	۳۱	گالیم	Ga	۶۹/۵
۴	بریلیم	Be	۹	۳۲	ژرمانیم	Ge	۷۲/۵
۵	بر	B	۱۱	۳۳	ارسنیك	As	۷۵
۶	کربن	C	۱۲	۳۴	سلنیم	Se	۷۹
۷	نیتروژن	N	۱۴	۳۵	برم	Br	۸۰
۸	اکسیژن	O	۱۶	۳۶	کریپتون	Kr	۸۳/۵
۹	فلوئور	F	۱۹	۳۷	روبیدیم	Rb	۸۵/۵
۱۰	نئون	Ne	۲۰	۳۸	استرنسیم	Sr	۸۷/۵
۱۱	سدیم(ناتریم)	Na	۲۳	۳۹	ایتریم	Y	۸۹
۱۲	منیزیم	Mg	۲۴	۴۰	زیرکنیم	Zr	۹۱
۱۳	آلومینیم	Al	۲۷	۴۱	نیوبیم	Nb	۹۳
۱۴	سیلیسیم	Si	۲۸	۴۲	مولیبدن	Mo	۹۶
۱۵	فسفر	P	۳۱	۴۳	تکنسیم	Tc	۹۹*
۱۶	گوگرد	S	۳۲	۴۴	روتنیم	Ru	۱۰۱
۱۷	کلر	Cl	۳۵/۵	۴۵	رودیم	Rh	۱۰۳
۱۸	آرگن	Ar	۴۰	۴۶	پالادیم	Pd	۱۰۶/۵
۱۹	پتاسیم(کالیم)	K	۳۹	۴۷	نقره	Ag	۱۰۸
۲۰	کلسیم	Ca	۴۰	۴۸	کادمیم	Cd	۱۱۲/۵
۲۱	اسکاندیم	Sc	۴۵	۴۹	ایندیم	In	۱۱۴/۵
۲۲	تیتانیم	Ti	۴۷	۵۰	قلع	Sn	۱۱۸/۵
۲۳	وانادیم	V	۵۱	۵۱	انتیموان	Sb	۱۲۱/۵
۲۴	کروم	Cr	۵۲	۵۲	تلور	Te	۱۲۷/۵
۲۵	منگنز	Mn	۵۵	۵۳	یه	I	۱۲۷
۲۶	آهن	Fe	۵۶	۵۴	گزنون(زنون)	Xe	۱۳۱
۲۷	کبالت	Co	۵۹	۵۵	سزیم	Cs	۱۳۳
۲۸	نیکل	Ni	۵۸/۵	۵۶	باریم	Ba	۱۳۷

جدول نشانه‌های شیمیایی و جرمهای اتمی تقریبی عناصر به‌ترتیب اعداد اتمی

عدد اتمی	نام عنصر	نشانه عنصر	جرم اتمی	عدد اتمی	نام عنصر	نشانه عنصر	جرم اتمی
۵۷	لانتان	La	۱۳۹	۸۱	تالیم	Tl	۲۰۴
۵۸	سریم	Ce	۱۴۰	۸۲	سرب	Pb	۲۰۷
۵۹	پراسئودیمیم	Pr	۱۴۱	۸۳	بیسموت	Bi	۲۰۹
۶۰	نئودیمیم	Nd	۱۴۴	۸۴	پولونیم	Po	۲۱۰
۶۱	پرومتیم	Pm	۱۴۷	۸۵	استاتین	At	۲۱۰*
۶۲	ساماریم	Sm	۱۵۰/۵	۸۶	رادون	Rn	۲۲۲*
۶۳	اروپیم	Eu	۱۵۲	۸۷	فرانسیم	Fr	۲۲۳*
۶۴	گادولینیم	Gd	۱۵۷	۸۸	رادیم	Ra	۲۲۶*
۶۵	تربیم	Tb	۱۵۹	۸۹	آکتینیم	Ac	۲۲۷*
۶۶	دیسپرونیم	Dy	۱۶۲/۵	۹۰	توریم	Th	۲۳۲
۶۷	هولمیم	Ho	۱۶۵	۹۱	پروتاکتینیم	Pa	۲۳۱*
۶۸	اربیم	Er	۱۶۷	۹۲	اورانیم	U	۲۳۸
۶۹	تولیم	Tm	۱۶۹	۹۳	نپتونیم	Np	۲۳۷*
۷۰	ایتربیم	Yb	۱۷۳	۹۴	پلوتونیم	Pu	۲۴۲*
۷۱	لوتسیم	Lu	۱۷۵	۹۵	امریسیم	Am	۲۴۳*
۷۲	هافنیم	Hf	۱۷۸/۵	۹۶	کوریم	Cm	۲۴۷*
۷۳	تانتال	Ta	۱۸۱	۹۷	برکلیم	Bk	۲۴۹*
۷۴	تنگستن (ولفرام)	W	۱۸۴	۹۸	کالیفورنیم	Cf	۲۵۱*
				۹۹	اینشتینیم	Es	۲۵۴*
۷۵	رنیم	Re	۱۸۶	۱۰۰	فرمیم	Fm	۲۵۳*
۷۶	اسمیم	Os	۱۹۰	۱۰۱	مندلویم	Md	۲۵۶*
۷۷	ایریدیم	Ir	۱۹۲	۱۰۲	نوبلیم	No	۲۵۴*
۷۸	پلاتین	Pt	۱۹۵	۱۰۳	لارنسیم	Lw (Lr)	۲۵۷*
۷۹	طلا	Au	۱۹۷	۱۰۴	کورچاتوویم رادرفوردیم	Ku (Rf)	۲۶۴*
۸۰	جیوه	Hg	۲۰۰/۵	۱۰۵	هانیم	Ha	
				۱۰۶	نیلزبوهریم	(Ns)	
				۱۰۷			
				۱۰۸			

جرمهای اتمی عناصری که به علامت ● مشخص شده مربوط به فراوانترین یا باثبات‌ترین ایزوتوپهای آن عنصر است .

ضمیمه شماره ۷

جدول پتانسیل‌های الکترود استاندارد برخی نیمه واکنشها
(سری الکتروشیمیایی عناصر)

احیاکننده — اکسیدکننده	E° (ولت)
$Li^+ + e^- \longrightarrow Li$	−۳/۰۴
$K^+ + e^- \longrightarrow K$	−۲/۹۳
$Ba^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ba$	−۲/۹۰
$Ca^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ca$	−۲/۸۷
$Na^+ + e^- \longrightarrow Na$	−۲/۷۱
$Mg^{2+} + 2e^- \longrightarrow Mg$	−۲/۳۶
$Al^{3+} + 3e^- \longrightarrow Al$	−۱/۶۶
$Mn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Mn$	−۱/۱۸
$2H_2O + 2e^- \longrightarrow H_2 + 2OH^-$	−۰/۸۲
$Zn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Zn$	−۰/۷۶
$Cr^{3+} + 3e^- \longrightarrow Cr$	−۰/۷۴
$Fe^{2+} + 2e^- \longrightarrow Fe$	−۰/۴۴
$Co^{2+} + 2e^- \longrightarrow Co^-$	−۰/۲۸
$Ni^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ni$	−۰/۲۵
$Sn^{2+} + 2e^- \longrightarrow Sn$	−۰/۱۴
$Pb^{2+} + 2e^- \longrightarrow Pb$	−۰/۱۳
$2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$	۰/۰۰
$Sn^{4+} + 2e^- \longrightarrow Sn^{2+}$	+۰/۱۵
$Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$	+۰/۳۴
$O_2 + 2H_2O + 4e^- \longrightarrow 4OH^-$	+۰/۴۰
$I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$	+۰/۵۳
$Fe^{3+} + e^- \longrightarrow Fe^{2+}$	+۰/۷۷
$Ag^+ + e^- \longrightarrow Ag$	+۰/۸
$Hg^{2+} + 2e^- \longrightarrow Hg$	+۰/۸۵
$Br_2 + 2e^- \longrightarrow 2Br^-$	+۱/۰۶
$O_2 + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2O$	+۱/۲۳
$Cl_2 + 2e^- \longrightarrow 2Cl^-$	+۱/۳۶
$Au^{3+} + 3e^- \longrightarrow Au$	+۱/۵۰
$F_2 + 2e^- \longrightarrow 2F^-$	+۲/۸۷
$SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- \longrightarrow SO_2 + 2H_2O$	+۰/۱۷۲
$NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \longrightarrow NO + 2H_2O$	+۰/۹۶
$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$	+۱/۳۳
$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$	+۱/۵۱

افزایش قدرت اکسید کنندگی

افزایش قدرت احیاکنندگی

www.KetabFarsi.com

اصطلاحات علمی

Acetone استن

Acetylene استیلن

Alcohol الکل

Aldebyde الدئید

Alkylation الکیلاسیون

Antifreeze ضدیخ

Antiknoching ضد تق‌تق

Aromatic Hydrocarbons
ئیدروکربنهای آروماتیك

Bond Angle زاویه پیوند

Benzene بنزن

Bond Energy انرژی پیوند

Bond length طول پیوند

Bonding Orbital اربیتال پیوندی

Bond Strength قدرت پیوند

Brewery yeast مخمر آبجو

Carbonium Ion یون کربنیوم

Carbonization کربنیزاسیون

Catalytic Cracking
کراکینگ کاتالیزوری

Chain reaction واکنش زنجیره‌ای

Cool زغال سنگ

Compound ماده مرکب

Condensation تراکم

Condensation Polymerization
پولیمریزاسیون تراکمی

Copolymer کوپولیمر

Covalent Bond پیوند کووالانسی

Cyclization حلقوی کردن

Dative Bond پیوند داتیو
(پیوندکوئوردیناتس)

Dissociation Energy انرژی تفکیك

Electronegativity الکترونگاتیوی

Electronic Configuration
آرایش الکترونی

Elimination reaction
واکنش حذفی

Esters استرها

Ether اتر

Ethylene اتیلن

Excited State حالت برانگیخته

Fermentation تخمیر

Fractional Distillation
تقطیر جزء به‌جزء

Gasoline بنزین

Geometric Isomerism
ایزومری هندسی

Ground State حالت اصلی

Halogenation	هالوژناسیون
Hybrid	هیبرید
Hybridization	هیبریداسیون
Hybrid Orbital	اربیتال هیبریدی
Hydrocarbon	ئیدروکربن
Hydrogen Bond	پیوند ئیدروژنی
Hydrogenation	ئیدروژناسیون
Initiation step	مرحله آغازی
Inorganic	غیرآلی
Intermolecular	میان‌مولکولی
Ionic Bond	پیوند یونی
Isomerization	تبدیل به ایزومر
Ketones	ستن‌ها
Kerosene	نفت سفید
Methane	متان
Natural gas	گاز طبیعی
Nitrobenzene	نیتروبنزن
Nomenclature	نامگذاری
Non Metals	غیرفلزات
Octan Number	عدد اکتان
Oil refining	پالایش نفت
Optical Isomerism	ایزومری نوری
Organic	آلی
Electrode Potential	پتانسیل الکترودی
Petroleum Ether	اترنفت
Polymerization	پولیمریزاسیون
Potassium Permanganate	پرمنگنات پتاسیم
Propagating step	مرحله انتشار
Reaction Mechanism	مکانیسم واکنش
Resonance Energy	انرژی رزونانس
Saturated	سیرشده
Scientific Facts	واقعیت‌های علمی
Soya bean	لوبیای سویا
Spacefilling	فضا پرکن
Substitution Reaction	واکنش جانشینی
Sulfur flower	گُل گوگرد
Tar	قطران
Terminating step	مرحله پایانی
Toluene	تولوئن
Vacuum Distillation	تقطیر درخلأ
Valance Shell	لایهٔ ظرفیت
Vital Force	نیروی حیاتی

مآخذ

در تألیف این کتاب اضافه بر توجه به نظریه‌های آموزشی و هدفهای رفتاری از برخی نظریات، مفاهیم، آزمایشها، تمرینها وشکلهای کتابهای زیر استفاده شده است:

۱ـ Investigating Chemistry: Davies, Denial, Locke, Reay
1973, Heinemann Educational Books

۲ـ Chemistry: Garrett, Richardson, Montague
1966, Ginn and Company.

۳ـ طرح آموزش شیمی:
Chemistry An Investigative Approach: Cotton, Darlington, Lynch
1973, Houghton Mifflin Co

۴ـ Chemistry An Investigative Approach: Cotton, Lynch
1968, Houghton Mifflin Co.

۵ـ کتابهای طرح آموزش شیمی نافیلد :
Nuffield Chemistry Project:
1971, Longman and Penguin

۶ـ Foundations of Chemistry: Toom, Ellis, Brodkin.
1968, Holt, Ringhart and Win Ston Inc.

۷ـ طرح آموزش شیمی:
Chemistry: Experiments and Principles: O'Connor,
Davis Haenisch, MacNab, McCleuan
1968, Raytheon Education Co.

۸ـ طرح آموزش شیمی:
Chemistry An Experimental Science:
Chem Study (Chemical Educational Material Study):
Freeman and Company.

این کتاب توسط احمد خواجه نصیر طوسی به‌زبان فارسی برگردانده شده که «شیمی علم آزمایشی» نام گرفته است وازانتشارات فرانکلین می‌باشد. ازمفاهیم این کتاب وکتاب آزمایشگاه

آن نیز برای تألیف کتاب «شیمی دانشسرای راهنمایی» که توسط احمد خواجه نصیر طوسی تألیف شده، استفاده شده است. این کتاب نیز ازانتشارات فرانکلین است.

۹_ **Chemistry: Choppin, Jaff, Summerlin, Jackson**
1970 Silver Burdett Company

۱۰_ **Modern Chemistry: Metcalfe, Williams, Castka**
1970 Holt Rinehart and Winston Inc.

این کتاب تحت نام «شیمی مدرن» توسط احمد رضا قلی‌زاده به‌فارسی برگردانده شده و توسط انتشارات امیرکبیر منتشر شده است.

۱۱_ طرح آموزش شیمی:

Chemistry, Experimental Foundations: Parry, Steiner, Tellefsen, Diets.
1970, Prentice Hall Inc.

۱۲_ **New UNESCO Source Book for Science Teaching**
1973, UNESCO

۱۳_ طرح آموزش شیمی:

(C.B.A.) Chemical Systems:
Chemical Bond Approach
1964, McGraw – Hill Book Company

۱۴_ **Chemistry Magic: Swezey, 1957, Nicolas Kaye Ltd.**

۱۵_ **Chemistry For Changing Times: J. W. Hill**
1975, Burgess Publishing Company

۱۶_ **Chemistry, A Conceptual Approach: Mortimer**

۱۷_ برخی انتشارات شرکت ملی نفت ایران

۱۸_ برخی انتشارات سازمان ملی حفاظت محیط زیست.

۱۹_ برخی انتشارات ذوب‌آهن اصفهان.

۲۰_ **Organic Chemistry Methane to Macromolecules**
Roberts, Stewart, Caserio
1971 W.A. Benjamin Inc.

۲۱_ **Basic Principles of Organic Chemistry**
Roberts, Caserio
1965 Benjamin Inc.

۲۲_ **Modern Organic Chemistry**

Norman Waddington
1972 Mills & Boon Ltd
۲۳_ Organic Chemistry
Morrison and Boyd
1966, Allyn and Bacon Inc
۲۴_ Theoritical Principles of Organic Chemistry
O. Reutov
1970 Mir Publishers Moscow
۲۵_ Organic Chemistry Stokes
1972 Edward Arnold
۲۶_ کتاب شیمی سال دهم اتحاد جماهیرشوروی
۲۷_ کتاب شیمی برای سال ششم طبیعی وریاضی نظام آموزشی قدیم
۲۸_ طرح آموزش شیمی .IAC :
Interdisciplinary Approaches to Chemistry
_ Reactions and Reason, an Interoductory Module
_ Diversity and Periodicity, an Inorganic Module
_ Form and Function, an Organic Module
۲۹_ Deductive Organic Chemistry Conrow, Mc Donald
1966 Addison Wesley Co. Inc.
۳۰_ Chemistry Facts, Patterns & Principles
Kneen, Rogers, Simpson
1972 Addison Wesley Publishers Ltd.
۳۱_ A Guide to Understanding Basic Organic Reactions
Whitfield 1966 Eongmans
۳۲_ Organic Chemistry Gram & Hammond
1964 Mc Graw _ Hill Book Co. Inc.
۳۳_ «Petroleum» Chemistry Background Books, Nuffield
Foundation by Longmon, Penguin Books
۳۴_ Industrial Chemistry Riegels'
1968 Reinhold Publishing Corporation
۳۵_ Chemistry to _ day OECD New Thinking in School
Science 1964
OECD Publications 2,rue Andre Pascal

Paris XVI No 15,333

۳۶_ Lehrbuch der Chemie für Gymnasien

Henniger – Frank

1967 Einbandausgabe

۳۷_ Industrial Chemistry Thomas & Farago

1973, Heinemann Eductional Books

۳۸_ Organic Reactions Stark

1970 Pergamon Press Ltd.

۳۹_ The Oil Venture

1971 Shell International Petroleum Co. Ltd.

۴۰_ انتشارات دانشگاه آزاد لندن :

(The Open University Press)

www.KetabFarsi.com