فناوری تصفیه آب، مانع گسترش بیماری‌هایی از جمله وبا در جهان شده است.

فناوری تولید پلاستیک، صنعت پوشاک و صنعت بسته‌بندی (غذا، دارو و ...) را دگرگون ساخت.

فناوری شناسایی و تولید مواد بی‌حس کننده و آنتی‌بیوتیک، راه را برای جراحی‌های گوناگون هموار کرد.

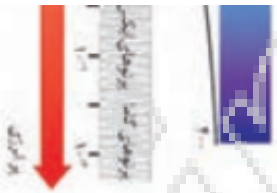
فناوری‌های شناسایی و تولید کودهای شیمیایی مناسب، نقش چشمگیری در تامین غذای جمعیت جهان دارد.

فناوری تولید بنزین به حمل‌ونقل سریع‌تر بخشید و مبدل‌های کاتالیستی آلودگی ناشی از مصرف آن را کاهش داد.

گسترش فناوری صفحه‌های نمایشگر در وسایل الکترونیک، مدیون دانش شیمی است.

نادرست، دسترسی به هوای پاک محدودتر شده است. شاید شما هم لایه قهوه‌ای روشن که سطح شهرهای بزرگ جهان و کشورمان را به‌ویژه در زمستان می‌پوشاند، دیده باشید. هوایی که نه‌تنها

یکی از رایج‌ترین روش‌های طیف‌سنجی که برای شناسایی گروه‌های عاملی به‌کار می‌رود، **طیف‌سنجی فروسرخ**[1] نام دارد. با توجه به اینکه شمار و نوع اتم‌های سازنده هر گروه عاملی متفاوت از دیگری است، هر یک از آنها تنها گستره معین و منحصربه‌فردی از پرتوهای فروسرخ را جذب می‌کنند. همین تفاوت، اساس شناسایی گروه‌های عاملی از یکدیگر است.



گستره پرتوهای الکترومغناطیسی

1- Infrared (IR) Spectroscopy

۱۳

آیا می‌دانید

در شیمی ۱ آموختید که نور، کلید شناخت جهان است. شیمی‌دان‌ها برای شناسایی ساختار دقیق مواد از رفتار آنها در برابر پرتوهای الکترومغناطیسی (نور) بهره بسیاری

همچنین از طیف‌سنجی فروسرخ می‌توان برای شناسایی آلاینده‌هایی مانند کربن مونوکسید و اکسیدهای نیتروژن در هواکره و نیز شناسایی برخی مولکول‌ها در فضای بین ستاره‌ای استفاده کرد. افزون بر طیف‌سنجی فروسرخ می‌توان از برهم‌کنش پرتوهای فرابنفش، نور مرئی، امواج رادیویی و... نیز برای شناسایی مواد گوناگون بهره برد. ام.آر.آی (MRI) خود، نمونه‌ای از کاربرد طیف‌سنجی در علم پزشکی است.

چرا سرعت واکنش‌های شیمیایی با هم تفاوت دارند؟ مشخص می‌کنید که افزایش دما سبب افزایش سرعت واکنش‌های شیمیایی می‌شود؛ برای نمونه گاز نیتروژن با گاز اکسیژن در دمای اتاق واکنش نمی‌دهد اما درون موتور خودرو اندکی از آنها به نیتروژن مونوکسید تبدیل می‌شود. آیا می‌دانید چرا این واکنش در دمای اتاق انجام نمی‌شود؟

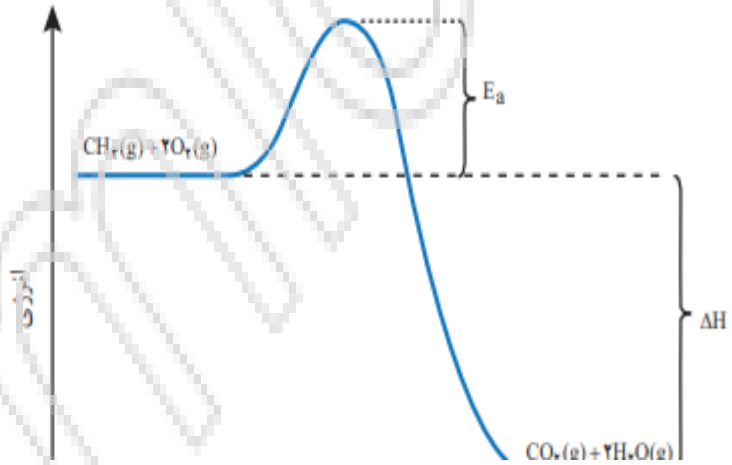
● هنگامی که نوک کبریت روی سطح زبر قوطی کبریت کشیده شود، گرما تولید می‌شود. این گرما انرژی فعال‌سازی واکنش شیمیایی انجام شده را تأمین می‌کند.

برای واکنش‌های شیمیایی نیز چنین است، به‌طوری که برای آغاز هر واکنش شیمیایی، مقدار معینی از انرژی لازم است که به آن انرژی **فعال‌سازی**[1] واکنش می‌گویند.

یکی از روش‌های تأمین این انرژی، گرما دادن به واکنش‌دهنده‌ها است. جالب اینکه واکنش‌های شیمیایی صرف‌نظر از اینکه گرماده یا گرماگیر باشند، برای آغاز شدن به انرژی نیاز دارند؛ برای نمونه به واکنش سوختن متان (گاز شهری) در اجاق گاز توجه کنید.

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) \quad ، \quad \Delta H = -802\ kJ$$

هر چند این واکنش گرماده است اما برای آغازشدن به جرقه یا شعله نیاز دارد. در واقع جرقه یا شعله فندک و کبریت، انرژی فعال‌سازی واکنش را تأمین می‌کند (نمودار ۲).



● انرژی فعالسازی واکنش را با E_a نمایش می‌دهند و با یکای کیلوژول گزارش می‌کنند.

این نمودار نشان می‌دهد که واکنش‌دهنده‌ها برای اغاز واکنش باید حداقلی از انرژی را داشته باشند تا با عبور از سد انرژی به فراورده‌ها تبدیل شوند. فراورده‌هایی که در این واکنش پایدارتر از واکنش‌دهنده‌ها هستند. به دیگر سخن اگر انرژی فعال‌سازی این واکنش تأمین نشود، واکنش‌دهنده‌ها دست نخورده باقی می‌مانند.

پ) فسفر سفید برخلاف گاز هیدروژن در هوا و در دمای اتاق می‌سوزد. با تو

برخی واکنش‌ها در صنعت فقط در دما و فشار بالا انجام می‌شوند و تولید فراورده‌ها در آنها صرفه اقتصادی ندارد (چرا؟). از این رو شیمی‌دان‌ها در پی یافتن شرایط بهینه (دما و فشار پایین‌تر) برای انجام چنین واکنش‌هایی هستند. به‌نظر شما چگونه می‌توان واکنش‌هایی از این دست که انرژی فعال‌سازی زیادی دارند را در دما و فشار پایین با سرعت مناسب انجام داد؟ بدون تردید پاسخ شما، یافتن راهی برای کاهش انرژی فعال‌سازی است که با استفاده از کاتالیزگر امکان‌پذیر است. ماده‌ای که سرعت واکنش شیمیایی را افزایش می‌دهد، درحالی که خودش در پایان واکنش باقی می‌ماند. اما چگونه چنین چیزی ممکن است؟

- کاتالیزگرها در واکنش شرکت می‌کنند؛ اما در پایان واکنش باقی می‌مانند. از این‌رو می‌توان آنها را بارها و بارها به کار برد. همچنین استفاده از کاتالیزگرها در صنایع گوناگون، سبب کاهش آلودگی محیط زیست می‌شود.

دریافتید که در مسیر گازهای خروجی از خودروها قطعه‌ای قرار می‌دهند که می‌تواند باعث حذف یا کاهش آلاینده‌ها شود. **مبدل کاتالیستی**[1] نامی است که به آن نسبت می‌دهند. بر روی سطح این قطعه سرامیکی که به شکل توری به کار می‌رود، فلزهای رودیم (Rh)، پالادیم (Pd) و پلاتین (Pt) نشانده شده است. برای افزایش کارایی مبدل کاتالیستی، گاهی سرامیک را به شکل مِش (دانه)های ریز درمی‌آورند و کاتالیزگرها را روی سطح آن می‌نشانند (چرا؟) (شکل ۴).

در این مبدل با ورود آمونیاک و انجام واکنش زیر، گازهای NO و NO_2 به گاز N_2 تبدیل شده و تا حدود زیادی از ورود گازهای NO و NO_2 به هواکره جلوگیری می‌شود.

$$NO(g) + NO_2(g) + 2NH_3(g) \rightarrow 2N_2(g) + 3H_2O(g)$$

حفظ شود

گیاهان با جوی سرشار از گاز نیتروژن احاطه شده‌اند اما نمی‌توانند این عنصر ضروری برای رشد خود را به‌طور مستقیم از هوا جذب کنند. از این‌رو باید نیتروژن را به شکل ترکیب‌های نیتروژن‌دار از جمله آمونیاک و اوره به خاک افزود (شکل ۶).

- گیاهان برای رشد افزون بر کربن دی اکسید و آب به عنصرهایی مانند S ،K ،P ،N و ... نیاز دارند.

از شیمی ۱ به یاد دارید که در دمای اتاق، واکنش میان گازهای نیتروژن و هیدروژن حتی در حضور کاتالیزگر یا جرقه پیش نمی‌رود (چرا؟). از سوی دیگر این واکنش، برگشت‌پذیر است و می‌تواند در شرایط مناسب به تعادل برسد. تعادلی که در دمای معین، مخلوطی از گازهای واکنش‌دهنده و فراورده با غلظت ثابت است.

ش را بیابد.

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) \quad (۲۰۰\ atm\ ،۴۵۰^\circ C\ و\ Fe(s))$$

پی بردید که واکنش تعادلی با افزایش غلظت یکی از مواد شرکت‌کننده در دمای ثابت، در جهتی پیش می‌رود که تا حدامکان مقداری از آن را مصرف کند و به تعادل جدید برسد اما در این جابه‌جایی، K ثابت می‌ماند.

بدیهی است که با کاهش غلظت هر ماده شرکت‌کننده، واکنش تا حد امکان در جهت تولید آن ماده پیش خواهد رفت. این ویژگی نشان می‌دهد که اگر تغییری سبب به‌هم خوردن یک سامانه تعادلی شود، تعادل در جهتی جابه‌جا می‌شود که تا حدامکان اثر آن تغییر را جبران کند. این توصیف، بیانی از **اصل لوشاتلیه** است.

پی بردید که کاهش حجم یک سامانه محتوی تعادل گازی با افزایش فشار بر این سامانه در دمای ثابت سبب می‌شود که تعادل در جهت شمار مول‌های گازی کمتر جابه‌جا شود زیرا هرچه شمار مول‌های گاز موجود در یک سامانه کمتر باشد، شمار برخورد مولکول‌ها به دیواره‌ها کمتر و در نتیجه فشار گاز کمتر خواهد شد. بدیهی است که افزایش فشار بر یک واکنش تعادلی با شمار مول‌های گازی برابر در دو سوی معادله واکنش، تاثیری بر جابه‌جایی تعادل نخواهد داشت.

دما، عاملی برای جابه‌جایی تعادل و تغییر K

با رفتار تعادل گازی در برابر تغییر غلظت مواد شرکت‌کننده و تغییر فشار وارد بر سامانه در دمای ثابت آشنا شدید، رفتاری که با اصل لوشاتلیه توجیه می‌شود.

تنها عاملی که افزون بر جابه‌جا کردن تعادل، توانایی تغییر K را نیز دارد، دماست. در واقع هنگامی که دمای یک سامانه محتوی تعادل گازی تغییر می‌کند، پس از رسیدن به تعادل جدید افزون بر تغییر غلظت مواد شرکت‌کننده، K نیز تغییر خواهد کرد.

جالب اینکه اثر تغییر دما بر تعادل‌های گوناگون، یکسان نیست و به گرماده یا گرماگیر بودن آنها بستگی دارد.

۱۰۵

واکنش افزایش خواهد یافت. از این‌رو واکنش را در دماهای بالاتر بررسی کرد. دماهایی که در آنها واکنش با سرعت چشمگیری انجام می‌شد، اما با پیشرفت کمی به تعادل می‌رسید به‌طوری که سامانه محتوی مخلوطی از هر سه گاز بود. جالب اینکه او هر چه دما را بالاتر می‌برد، درصد

● فرایند هابر نمونهٔ تاریخی جالبی از تأثیر پیچیدهٔ شیمی بر زندگی ماست. هرچند تولید آمونیاک باعث طولانی‌ترشدن جنگ جهانی اول گردید؛ اما به دنبال آن شرایط تولید کودهای شیمیایی و افزایش بازدهی فراورده‌های کشاورزی فراهم شد.

دنیا با کسب درآمد از فروش منابع خود زمینه آسایش، رشد و توسعه را فراهم می‌کنند. نکته مهمی که باید به آن توجه کرد این است که بسیاری از کشورها منابع طبیعی خود را کم و بیش بدون فراوری و به همان صورتی که از طبیعت به‌دست می‌آید، به فروش می‌رسانند. فرایندی که به برخام فروشی منابع معروف است. روش دیگر این است که به کمک فناوری‌های شیمیایی مواد خام و اولیه را به فراورده‌های دیگر تبدیل کرد تا بتوان به قیمت بالاتری به فروش رساند.

فناوری را می‌توان به‌کار بردن دانش برای حل یک مسئله در صنعت یا زندگی روزانه برای رسیدن به هدفی خاص دانست. فناوری ارتباطات، کشاورزی، غذایی، نظامی، دارویی،

برقراری
جدیدی
ه دنبال
. هریک

● مواد خام، موادی مانند نمک، سنگ معدن، نفت خام و هوا هستند که فراوری نشده‌اند و با استفاده از آنها می‌توان مواد شیمیایی جدید تولید کرد.

گروه عاملی، کلید سنتز مولکول‌های آلی

● **سنتز** یک فرایند شیمیایی هدفمند است که در آن با استفاده از مواد ساده‌تر، مواد شیمیایی دیگر را تولید می‌کنند.

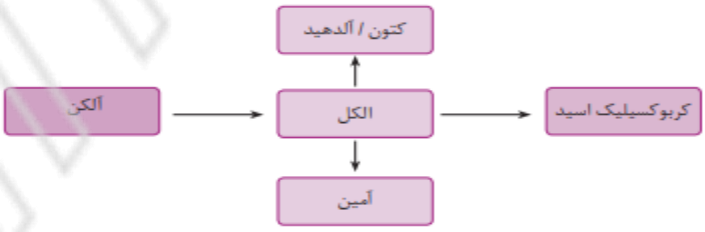
یکی از لذت‌بخش‌ترین فناوری‌های شیمیایی، سنتز مواد نو از جمله رنگ‌دانه‌ها، خوشبوکننده‌ها، داروهای ضدسرطان، الیاف، سوخت‌های دوستدار محیط زیست و مواد هوشمند است. در واقع سنتز را می‌توان کانون بسیاری از پژوهش‌های شیمیایی دانست که منجر به طراحی و تولید مواد جدید می‌شود.

می‌دانید که اغلب مواد آلی شامل گروه‌های عاملی گوناگون هستند. گروه‌هایی که خواص و رفتار مواد آلی را تعیین می‌کنند. تولید یک ماده آلی جدید می‌تواند با تغییر ساختار یا ایجاد یک یا چند گروه عاملی همراه باشد. شیمی‌دان‌ها به کمک دانش مربوط به ساختار و رفتار گروه‌های عاملی و دانستن شرایط و عوامل مؤثر بر انجام واکنش‌های شیمیایی از مواد خام یا اولیه در دسترس، ماده‌ای نو برای کاربردی معین سنتز می‌کنند. در این فرایندها، شیمی‌دان‌ها با استفاده از مواد شیمیایی گوناگون، گروه‌های عاملی موجود در یک ماده آلی را تغییر داده و به گروه عاملی دیگر تبدیل می‌کنند. برای نمونه در شیمی ۲ آموختید که برای سنتز یک استر می‌توان از واکنش یک اسید آلی با یک الکل در شرایط مناسب بهره برد.

در نمودار زیر جاهای خالی را با نوشتن نام یا فرمول ماده شیمیایی پر کنید.

کاربردهای گفته شده حفظ شوند

اینک می‌پذیرید که می‌توان از گاز اتن مواد آلی گوناگون پرمصرف و اغلب ارزشمند تهیه کرد. این گاز یکی از مهم‌ترین خوراک‌ها در صنایع پتروشیمی است. به‌همین ترتیب با استفاده از مواد مناسب و واکنش‌های شیمیایی می‌توان مواد آلی گوناگون را به یکدیگر تبدیل کرد (نمودار ۴).



نمودار ۴ـ تبدیل برخی مواد آلی به یکدیگر

بدیهی است هرچه نوع و شمار گروه‌های عاملی در مولکول هدف بیشتر باشد، ساخت آن دشوارتر بوده و به دانش پیشرفته‌تر و فناوری کارآمدتری نیاز دارد. توجه داشته باشید که بازده واکنش، هزینه مواد و انرژی مصرف شده برای تولید ماده هدف به نوع واکنش و فناوری به‌کاررفته بستگی دارد. از این رو شیمی‌دان‌ها در پی یافتن مواد مناسب، ارزان و دوستدار محیط زیست، همچنین واکنش‌های شیمیایی آسان و پربازده هستند تا هزینه تمام شده تولید یا سنتز را کاهش دهند. در گام بعد دانش مهندسی برای تولید صنعتی آن ماده، فناوری لازم را طراحی و اجرا می‌کند.

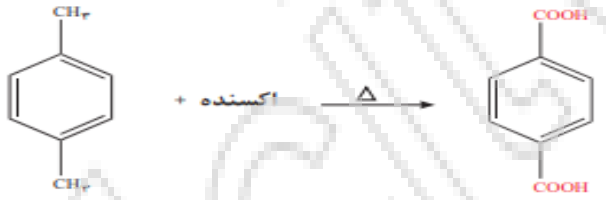
سالانه شمار بسیار زیادی بطری پلاستیکی برای نگهداری و بسته‌بندی آب آشامیدنی تولید می‌شود. بطری آب از پلیمری به نام **پلی اتیلن ترفتالات**[1] (PET) ساخته می‌شود. برای ساخت این بطری، نخست پلیمر آن را تهیه می کنند. سپس این پلیمر را به همراه برخی افزودنی‌ها در قالب‌های ویژه‌ای می‌ریزند تا به شکل بطری مورد نظر درآید.

شکل ۱۱ـ الگوی تولید PET

اما مسئله این است که اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید در نفت خام وجود ندارند که دیگر سخن، به‌طور مستقیم نمی‌توان آنها را از نفت خام به‌دست آورد. پس چه باید کرد؟ در اینجا، با بهره‌گیری از دانش شیمی می‌توان این مواد را با استفاده از مواد خام و اولیه که از نفت خام جداسازی می‌شوند، سنتز کرد.

اکنون باید در نقش یک شیمی‌دان، مواد اولیه و در دسترس را بررسی و براساس آموخته‌های

۲ـ پتاسیم پرمنگنات اکسنده‌ای است که محلول غلیظ آن در شرایط مناسب پارازایلن را با بازده نسبتا خوب به ترفتالیک اسید تبدیل می کند.

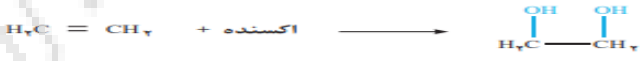


آ) در این واکنش یون پرمنگنات به منگنز (IV) اکسید تبدیل می‌شود. تغییر عدد اکسایش اتم منگنز در این واکنش چند است؟(عدد اکسایش اتم منگنز در یون پرمنگنات برابر با ۷+ است).

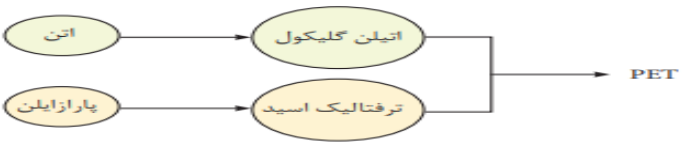
ب) انرژی فعال‌سازی این واکنش زیاد است یا کم؟ چرا؟

پی بردید که یون پرمنگنات گونه‌ای اکسنده است و سبب اکسایش گونه‌های دیگر می‌شود. با وجود غلظت بالای آن، باز هم شرایط تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید تأمین نمی‌شود. مگر آنکه دمای مخلوط واکنش افزایش یابد. با افزایش دما اگرچه شرایط انجام واکنش تأمین شده است اما بازده همچنان مطلوب نیست. همه اینها نشان می‌دهد که اکسایش پارازایلن به ترفتالیک اسید دشوار است. از این رو شیمی‌دان‌ها در پی یافتن شرایطی آسان‌تر برای انجام این واکنش با بازده بالا هستند. آنها با پژوهش‌های فراوان دریافتند که استفاده از اکسیژن هوا و کاتالیزگرهای مناسب می‌تواند راهگشا باشد. البته پژوهش‌ها برای یافتن واکنشی پربازده و باصرفه اقتصادی همچنان ادامه دارد.

اینک دومین واکنش‌دهنده (اتیلن گلیکول) را باید تهیه کرد. برای سنتز اتیلن گلیکول، باید گاز اتن را با یک ماده شیمیایی مناسب و مؤثر واکنش داد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که گاز اتن در اثر واکنش با محلول آبی و رقیق پتاسیم پرمنگنات در شرایط مناسب به اتیلن گلیکول تبدیل می‌شود.



اکنون می‌توان با انجام واکنش اتیلن گلیکول با ترفتالیک اسید (مونومرهای سازنده پلیمر) پلی اتیلن ترفتالات را سنتز کرد (شکل ۱۲).



شکل ۱۲ـ فرایند کلی سنتز PET

این پلیمر همانند پلیمرهای سنتزی ماندگاری زیادی دارد و در طبیعت به کندی تجزیه می‌شود. به همین دلیل پسماند آنها تهدیدی جدی برای زندگی روی کره زمین به‌شمار می‌آید. بنابراین ضروری است بازیافت پلاستیک‌ها را به‌طور دقیق بررسی کنیم تا با نقش فناوری شیمیایی در بازیافت آنها آشنا شویم .

یکی از راه‌های بازیافت این است که آنها را پس از شست‌وشو و تمیز کردن، ذوب کرده و دوباره از آنها برای تولید وسایل و ابزار دیگر استفاده می‌کنند.

البته پس از شست‌وشوی مواد پلاستیکی می‌توان آنها را خرد کرده و به تکه‌های کوچک به نام پَرک تبدیل و در تولید مواد پلاستیکی دیگر استفاده کرد. اما راه دیگری نیز وجود دارد که این پسماندها را به مونومرهای سازنده یا مواد اولیه مفید و ارزشمند تبدیل می‌کنند. باید توجه داشت که سطح فناوری هر کشور یا گروه صنعتی است که تعیین می‌کند کدام راه را باید انتخاب کرد، زیرا برگرداندن پسماندها به مونومرهای سازنده کاری بس دشوار است.

از آنجا که سالانه حجم انبوهی از پسماندهای این پلیمر تولید می‌شود، بازیافت شیمیایی آن بسیار ضروری و ارزشمند است. در شیمی ۲ آموختید که پلی استرها قابل تبدیل به مونومرهای سازنده هستند. شیمی‌دان‌ها با بررسی‌های فراوان پی بردند که PET نیز در شرایط مناسب با متانول واکنش می‌دهد و به مواد مفیدی تبدیل می‌شود؛ موادی که می‌توان آنها را برای تولید پلیمرها به کار برد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که سالانه به مقدار زیادی متانول در مقیاس صنعتی نیاز است. اکنون این پرسش مطرح می‌شود که چگونه می‌توان در مقیاس صنعتی متانول تولید کرد؟

متانول مایعی بی‌رنگ، بسیار سمی و ساده‌ترین عضو خانواده الکل‌ها است که می‌توان آن را از چوب تهیه کرد. از آنجا که این الکل کاربردهای زیادی در صنایع گوناگون دارد باید آن را در مقیاس صنعتی تولید کرد. در صنعت گاز کربن مونوکسید را با گاز هیدروژن در شرایط مناسب و در حضور کاتالیزگر واکنش می‌دهند. معادله شیمیایی این واکنش به صورت زیر است:

$$CO(g) + 2H_2(g) \xrightarrow[\text{دما و فشار مناسب}]{\text{کاتالیزگر}} CH_3OH(l)$$

واکنش حفظ شود

گاز متان سازنده اصلی گاز طبیعی است که در میدان های نفتی به فراوانی یافت می‌شود. در این میدان‌ها برای افزایش ایمنی، بخش قابل توجهی از آن را می‌سوزانند. گاز متان واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد (چرا؟) و تبدیل آن به متانول فرایندی دشوار است که انجام

آیا می‌دانید

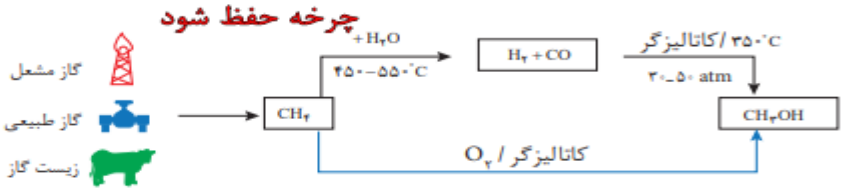
فقط ۱۸ درصد پلاستیک‌های تولیدشده در جهان بازیافت می‌شود!!!

● صنعت بازیافت به یکی از کلیدی‌ترین صنایع در قرن آینده تبدیل خواهد شد. بدیهی است هر کشوری که از دانش و فناوری پیشرفته‌تری برخوردار باشد سهم قابل توجهی از این بازار جهانی را به خود اختصاص خواهد داد.

می‌شود. شرکت‌های پتروشیمی ایران نیز سالانه مقدار قابل توجهی متانول تولید می‌کنند، به‌طوری که کشور ایران به یکی از صادرکنندگان متانول تبدیل شده است.

آن به دانش و فناوری پیشرفته نیازمند است. به دلیل اهمیت متانول در صنایع گوناگون از یک‌سو و ارزان بودن گاز متان از سوی دیگر، پژوهش‌های شیمیایی زیادی در حال انجام است تا بتوان روشی برای تبدیل گاز متان به متانول پیدا کرد (نمودار ۶).

چرخه حفظ شود



نمودار ۶ روش‌های تولید متانول. تولید مستقیم متانول از متان چه مزیتی دارد؟

آیا می‌دانید

سالانه ۱۴۰ میلیارد متر مکعب گاز متان در میدان‌های نفتی در سرتاسر دنیا سوزانده می‌شود.