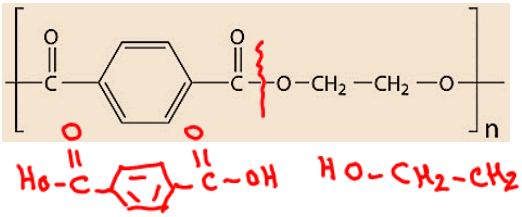
دوپینگ شیمی کنکور ۱۴۰۲ **مدرس: دکتر قهرمانی فرد**

مبحث: PET (سنتز و تجزیه) **تاریخ برگزاری: ۱۴۰۱/۱۰/۱۹** **جلسه: ۳۰**

«ساخت بطری آب»

- ✓ سالانه شمار زیادی بطری پلاستیکی برای نگهداری و بسته بندی آب آشامیدنی تولید می‌شود.
- ✓ بطری آب از پلیمری به نام **پلی اتیلن ترفتالات** (PET) ساخته می‌شود. برای ساخت این بطری، نخست پلیمر آن را تهیه می‌کنند سپس این پلیمر را به همراه برخی **افزودنی‌ها** در قالب‌های ویژه‌ای می‌ریزند تا به شکل بطری مورد نظر درآید (*بطری آب بطور خالص از PET ساخته نشده بلکه افزودنی هم دارد*)
- ✓ ساختار پلیمر PET به صورت شکل مقابل است:

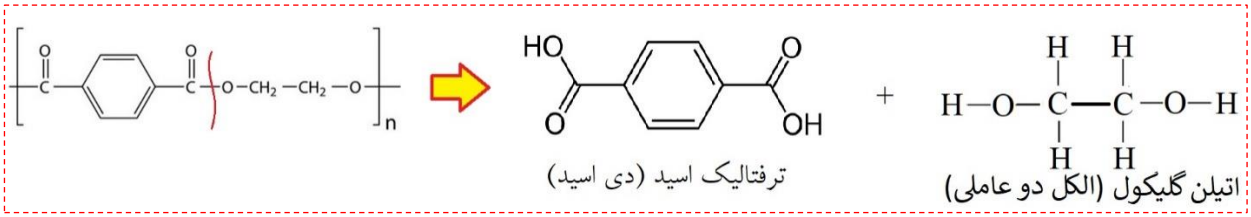


ساختار PET نشان می‌دهد این پلیمر از نوع **پلی استر** است.

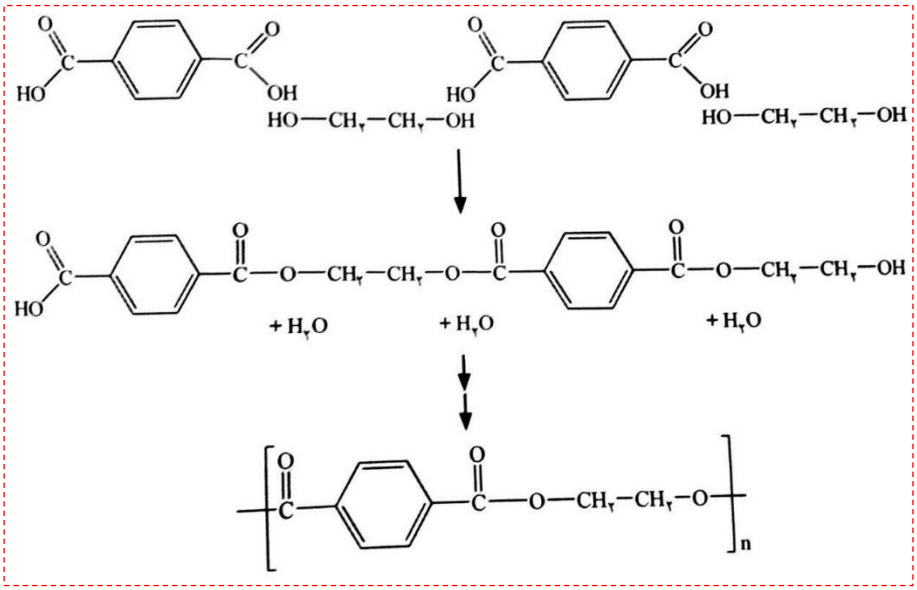
یادآوری از شیمی یازدهم: پلی استرها از دی اسید + الکل دو عاملی بدست می‌آیند.

پلی آمیدها از دی اسید + آمین دو عاملی بدست می‌آیند.

- ✓ برای تشخیص مونومر سازنده یک پلی استر، پیوند بین اکسیژنی که بصورت یگانه به گروه کربونیل متصل شده را می‌شکنیم. به هر سمت اکسیژن ها یک اتم هیدروژن متصل می‌کنیم تا الکل دو عاملی بدست آید و به هر دو سمت گروههای کربونیل، یک گروه OH– متصل می کنیم تا دی اسید سازنده بدست آید. در پلیمر PET، مونومرهای سازنده ترفتالیک اسید و اتیلن گلیکول است.

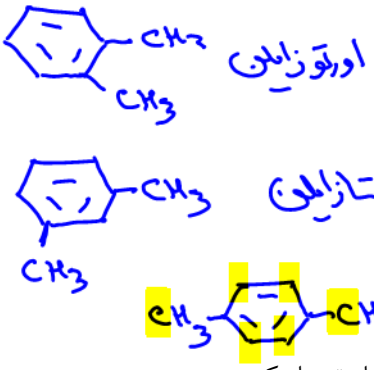


- ✓ پس می‌توان گفت برای سنتز پلیمر PET، اتیلن گلیکول را با ترفتالیک اسید در شرایط مناسب واکنش می‌دهند. شکل زیر الگوی تشکیل این پلیمر را نشان می‌دهد:

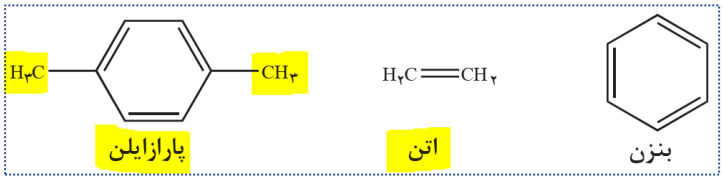


- ✓ بزرگترین مشکل این سنتز این است که اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید در نفت خام وجود ندارند و نمی‌توان آنها را بطور مستقیم از نفت خام تهیه کرد.
- ✓ با بهره‌گیری از دانش شیمی می‌توان این مواد را به طور غیرمستقیم از نفت خام بدست آورد.

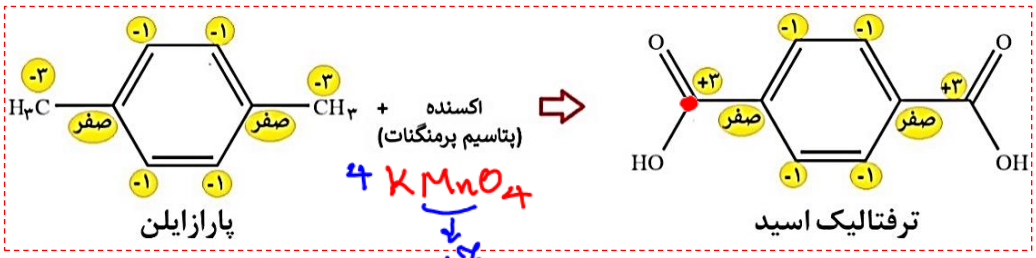
«سنتز اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید از مشتقات نفتی»



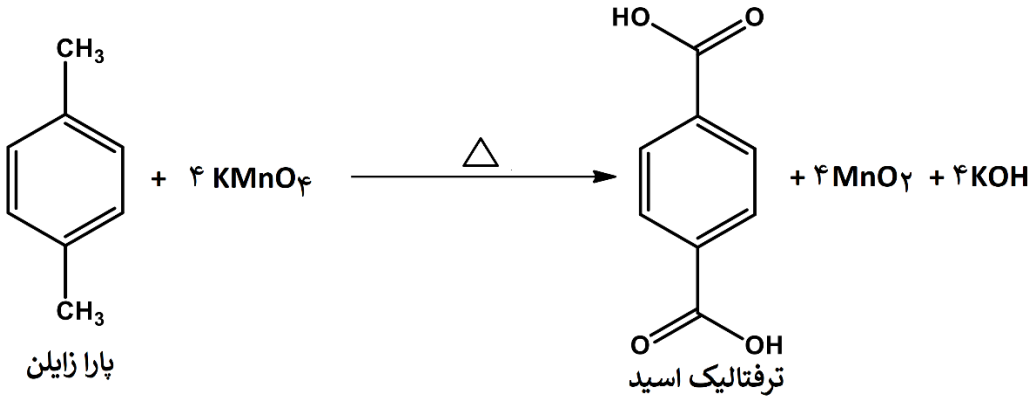
- ✓ بررسی‌ها نشان می‌دهد از تقطیر نفت خام می‌توان بنزن، اتن و پارازایلن را بدست آورد.



- ✓ **از اکسایش پارازایلن می‌توان ترفتالیک اسید بدست آورد.**
- ✓ برای تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید باید گروه‌های متیل متصل به حلقه بنزن را به گروه‌های کربوکسیل تبدیل کرد.
- ✓ با دقت در تصویر پایین، دو اتم کربن مربوط به گروه متیل در پارازایلن عدد اکسایش ۳- دارند که هر کدام به اندازه **۶ واحد** اکسایش یافته و به عدد ۳+ در ترفتالیک اسید رسیده اند. همه ۶ اتم کربن مربوط به حلقه بنزنی در این فرآیند متحمل تغییر عدد اکسایش نشده‌اند.



- ✓ مجموع تغییرات عدد اکسایش اتم‌های کربن در تبدیل یک مول پارازایلن به یک مول ترفتالیک اسید برابر ۱۲ است.
- ✓ این واکنش یک واکنش **اکسایش-کاهش** است که پارازایلن به ترفتالیک اسید اکسید شده است. پس برای این تبدیل به یک اکسنده نیاز است.
- ✓ پتاسیم پرمنگنات ($KMnO_4$) اکسنده‌ای است که محلول غلیظ آن در شرایط مناسب پارازایلن را با بازده نسبتا خوب به ترفتالیک اسید تبدیل می کند.
- ✓ پتاسیم پرمنگنات در این واکنش به منگنز(IV)اکسید (MnO_2) تبدیل می‌شود (کاهش می‌یابد). تغییر عدد اکسایش اتم منگنز در این واکنش ۳ واحد است. هر اتم منگنز ۳ واحد کاهش می‌یابد.
- ✓ توجه کنید فقط عدد اکسایش اتم‌های **کربن** و **منگنز** در این واکنش تغییر کرده است.
- ✓ طبق تغییر اعداد اکسایش اتم‌ها، برای تبدیل هر مول پارازایلن به ترفتالیک اسید باید ۴ مول $KMnO_4$ مصرف شده و ۴ مول هم MnO_2 تولید می‌شود.
- ✓ انرژی فعالسازی این واکنش زیاد است و برای انجام آن باید از طریق **دمای بالا** این انرژی فعالسازی را تامین کرد.
- ✓ یون پرمنگنات گونه‌ای اکسنده است که سبب اکسایش گونه‌های دیگر می‌شود. با وجود غلظتهای بالای آن، بازهم شرایط تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید تامین نمی‌شود مگر آنکه دمای مخلوط واکنش افزایش یابد.
- ✓ با افزایش دما اگرچه شرایط انجام واکنش تامین می‌شود اما همچنان بازده مطلوب نیست.
- ✓ همه این موارد (غلظت بالای اکسنده به همراه دمای بالا) 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.

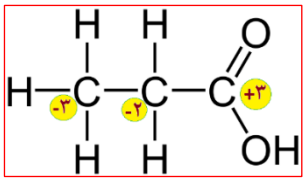


پارا زایلن — ترفتالیک اسید

- ✓ **یکی از یافته ها برای بالا بردن بازده: استفاده از اکسیژن هوا و کاتالیزگرهای مناسب است.**
- ✓ البته پژوهش برای یافتن واکنشی پربازده و با صرفه اقتصادی همچنان ادامه دارد.
- ✓ هر واکنشی که در آن ترکیب آلی اکسیژن‌دار از یک هیدروکربن تولید شود، واکنش **اکسایش-کاهش** است.

روش میانبر پیدا کردن عدد اکسایش اتمهای کربن:

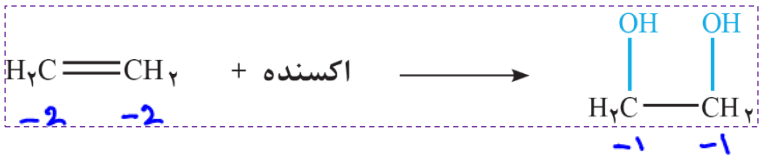
یکی از روش‌های محاسبه عدد اکسایش اتم‌ها رسم ساختار لوئیس مولکول است که در فصل ۲ بررسی شد. برای پیدا کردن سریع عدد اکسایش اتم‌های کربن در مولکول‌هایی که اتم‌های کربن فقط به H، C، O، N، F متصل هستند می‌توان از روشی میانبر نیز استفاده کرد. در این روش به ازای هر پیوندی که اتم C با اتمی که خاصیت نافلزی کمتری از خودش دارد متصل شود عدد ۱- و به ازای هر پیوندی که با اتمی با خاصیت نافلزی بیشتری از خودش برقرار می‌کند عدد ۱+ در نظر می‌گیریم. به ازای پیوند با اتم کربن دیگر، عدد اکسایش صفر در نظر می‌گیریم. به مثال زیر توجه کنید:



در پروپانوییک اسید کربن سمت چپ به سه اتم H متصل است در نتیجه عدد اکسایش آن ۳-، کربن وسطی به دو اتم H متصل در نتیجه عدد اکسایش ۲- و کربن سمت راست سه پیوند با اتم‌های اکسیژن دارد در نتیجه عدد اکسایش آن ۳+ می‌باشد.

نکته مهم: در این روش تعداد پیوندهای متصل شده مد نظر است نه تعداد اتم‌ها. مثلا در این مورد کربن سمت راست به دو اتم اکسیژن با سه پیوند متصل است که عدد اکسایش آن ۳+ است نه ۲+.

- ✓ تاکنون سنتز یکی از واکنش دهنده‌های مورد نیاز برای سنتز پلیمر PET، یعنی ترفتالیک اسید را بررسی کردیم. هر چند این واکنش در مقیاس صنعتی بسیار پیچیده‌تر و دشوارتر از آن چیزی است که روی کاغذ نوشته می‌شود.
- ✓ اینک سنتز دومین واکنش دهنده یعنی اتیلن گلیکول را بررسی می کنیم: برای سنتز اتیلن گلیکول باید گاز اتن را با یک ماده شیمیایی مناسب و موثر واکنش داد. بررسی‌ها نشان می‌دهد گاز اتن در اثر واکنش با محلول آبی و **رقیق** پتاسیم پرمنگنات در شرایط مناسب به اتیلن گلیکول تبدیل می‌شود.

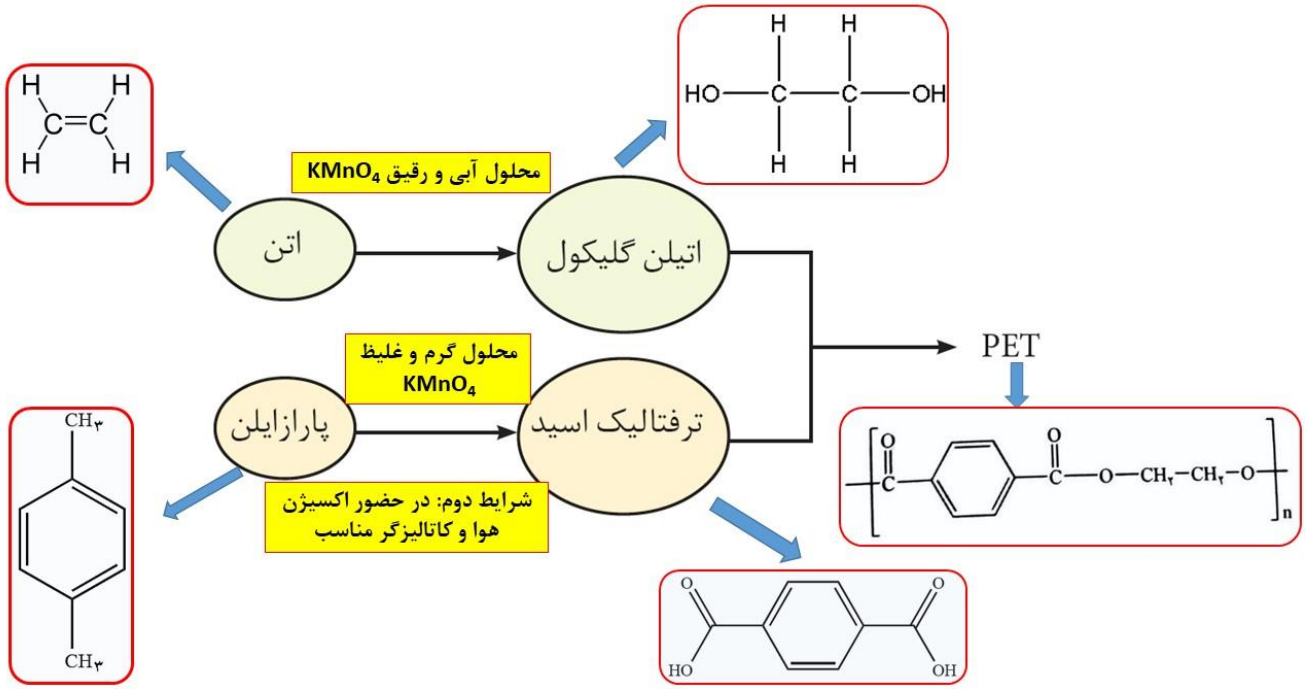


- ✓ عدد اکسایش اتم کربن در اتن برابر ۲- و در اتیلن گلیکول برابر ۱- می‌باشد. هر اتم کربن طی این فرآیند یک واحد اکسایش می‌یابد.
- ✓ به تفاوت شرایط سنتز اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید توجه کنید:

ترفتالیک اسید در حضور پتاسیم پرمنگنات غلیظ در دمای بالا ولی اتیلن گلیکول در حضور پتاسیم پرمنگنات رقیق دردمای اتاق سنتز می‌شود.

- ✓ **شرایط سنتز ترفتالیک اسید سخت‌تر از اتیلن گلیکول است.**

✓ فرآیند کلی سنتز PET را می‌توان بصورت شکل زیر نشان داد.



«نکاتی درباره چند مولکول»

نکات مربوط به پارازایلن

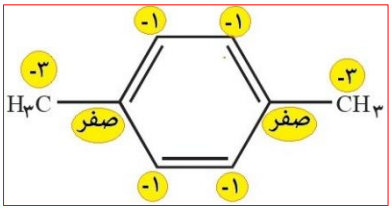
۱) پارازایلن هیدروکربن آروماتیک با فرمول C_8H_{10} می‌باشد (*با فرمول مولکولی نفتالن $C_{10}H_8$ اشتباه گرفته نشود! این دو با هم ایزومر نیستند*).

۲) پارازایلن به علت داشتن حلقه بنزنی، **آروماتیک** محسوب می‌شود. در واقع دراین مولکول دو گروه متیل روی حلقه بنزنی روبروی هم قرار گرفته اند (اگر روبرو نباشند به آن «پارا» اطلاق نمی‌شود).

۳) پارازایلن هیدروکربنی سیرنشده است.

۴) پارازایلن ترکیبی ناقطبی با گشتاور دوقطبی حدود صفر است که در آب **نامحلول** ولی در حلالهای ناقطبی محلول است.

۵) ۲۱ پیوند (جفت الکترون پیوندی) که سه پیوند دوگانه کربن-کربن در آن دیده می شود. و جفت الکترون ناپیوندی ندارد.



۶) پارازایلن برخلاف ترفتالیک اسید بطور مستقیم از نفت خام حاصل می‌شود.

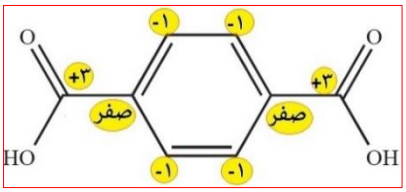
۷) عدد اکسایش همه اتم‌های کربن در آن یکسان نیست. اعداد اکسایش اتم‌های کربن را در شکل روبرو مشاهده می‌کنید. اتم‌های هیدروژن هم عدد اکسایش ۱+ دارند. مجموع عدد اکسایش اتمهای کربن در آن برابر ۱۰- است.

۸) از اکسایش پارازایلن می‌توان ترفتالیک اسید سنتز کرد.

نکات مربوط به ترفتالیک اسید

۱) فرمول مولکولی ترفتالیک اسید $C_8H_6O_4$ است.

۲) این مولکول یک کربوکسیلیک اسید دو عاملی آروماتیک است.



۳) ترفتالیک اسید جزو هیدروکربن‌ها محسوب نمی‌شود چون علاوه بر کربن و هیدروژن، اکسیژن نیز دارد.

۴) ۲۳ پیوند (جفت الکترون پیوندی) و ۸ جفت الکترون ناپیوندی دارد.

۵) ۵ پیوند دوگانه در ساختار خود دارد.

۶) عدد اکسایش همه اتم‌های کربن آن یکسان نیست.

۷) مجموع اعداد اکسایش اتم‌های کربن در آن برابر ۲+ است.

۸) ترفتالیک اسید بطور مستقیم از نفت خام تولید نمی‌شود.

۹) ترفتالیک اسید را می‌توان از پارازایلن بوسیله اکسنده‌های قوی بدست آورد.

۱۰) ترفتالیک اسید دارای دو گروه عاملی کربوکسیل است که می‌تواند در ساخت **پلی‌آمیدها** و **پلی‌استرها** مثل PET مورد استفاده قرار گیرد.

۱۱) ترفتالیک اسید توانایی برقراری پیوند هیدروژنی دارد.

۱۲) اتم‌های کربن در ترفتالیک اسید سیرنشده هستند.

$62\,g.mol^{-1}$

نکات مربوط به اتیلن گلیکول

۱) اتیلن گلیکول یک الکل دو عاملی با فرمول $C_2H_6O_2$ می‌باشد.

۲) این ترکیب در آب محلول است و توانایی برقراری پیوند هیدروژنی نیز دارد.

۳) دارای ۹ پیوند (جفت الکترون پیوندی) و ۴ جفت الکترون ناپیوندی است.

۴) عدد اکسایش اتم‌های کربن در آن برابر ۱- است. عدد اکسایش هر دو اتم کربن برابر است.

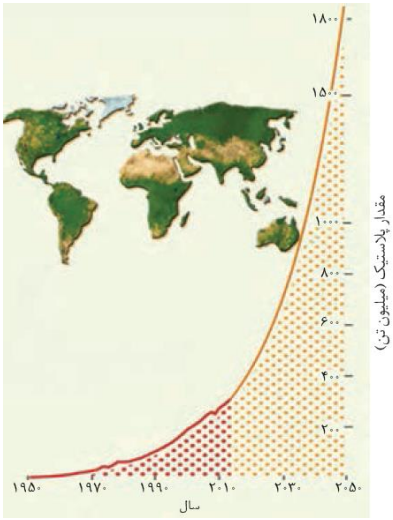
۵) این مولکول به علت داشتن دو گروه هیدروکسیل می‌تواند در ساخت پلی استرها همانند PET مورد استفاده قرار بگیرد.

۶) اتیلن گلیکول به عنوان ماده اصلی ضدیخ (محلول در آب) استفاده می‌شود.

۷) این ماده را می‌توان از اکسایش اتن در حضور پتاسیم پرمنگنات **رقیق** بدست آورد.

«بازیافت PET»

- ✓ پلیمر PET 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 به شمار می‌رود. بنابراین ضروری است بازیافت پلاستیک‌ها را به طور دقیق بررسی کنیم تا با نقش فناوری شیمیایی در بازیافت آنها شویم.
- ✓ پلاستیک‌ها را می توان یکی از نتایج خلاقیت و نوآوری بشر دانست.
- ✓ **ویژگی‌هایی که باعث شد پلاستیک‌ها کاربردهای وسیعتری پیدا کنند:**
  ۱) چگالی کم
  ۲) نفوذناپذیری نسبت به هوا و آب
  ۳) ارزان بودن
  ۴) مقاومت در برابر خوردگی
- ✓ امروزه سالانه حدود ۴۰۰ میلیون تن از این مواد در جهان تولید می‌شود و این روند روبه افزایش است.



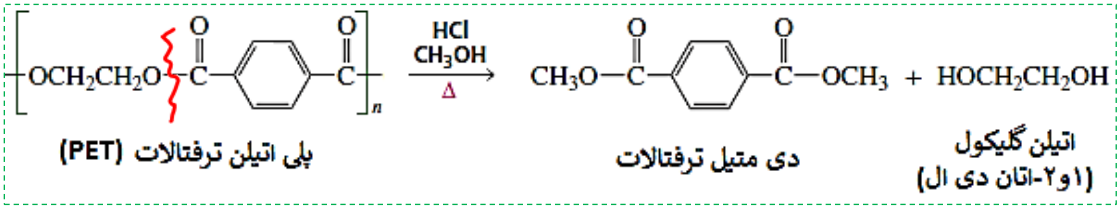
در نمودار روبرو روند تولید پلاستیک از سال ۱۹۵۰ تا ۲۰۵۰ آورده شده است. در حال حاضر نزدیک ۴۰۰ میلیون تن در سال است ولی پیش بینی می‌شود این روند در سالهای آتی شیب تندتری به خود گرفته و در سال ۲۰۵۰ به ۱۸۰۰ میلیون تن در سال نیز برسد یعنی از ۴ برابر مقدار امروزی نیز بیشتر می‌شود.

- ✓ **لزوم بازیافت پلاستیک‌ها**: استفاده بی رویه و بیش از حد این مواد در صنایع گوناگون به همراه زیست تخریب ناپذیری آنها سبب شده که در جای جای کره زمین یافت شوند از این رو بازیافت آنها اجتناب ناپذیر است.
- ✓ صنعت بازیافت به یکی از کلیدی‌ترین صنایع در قرن آینده تبدیل خواهد شد. بدیهی است هر کشوری از دانش و فناوری پیشرفته‌تری برخوردار باشد سهم قابل توجهی از این بازار جهانی را به خود اختصاص خواهد داد.
- ✓ یکی از مواد پلاستیکی قابل بازیافت پلی اتیلن ترفتالات است. برای این منظور باید آنها را جداگانه جمع آوری و سپس با انجام فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی به مواد قابل استفاده تبدیل کرد.
- ✓ برای بازیافت این مواد دو روش وجود دارد که انتخاب هر کدام از آنها به **سطح فناوری یا گروه صنعتی** هر کشور بستگی دارد زیرا برگرداندن پسماندها به **مونومرهای** سازنده کاری بس **دشوار** است:

۱) **بازیافت فیزیکی:** در این روش پسماندها را پس از شستشو و تمیز کردن، ذوب کرده و دوباره از آنها برای تولید وسایل و ابزار دیگر استفاده می‌کنند. البته پس از شست و شوی مواد پلاستیکی می‌توان آنها را خرد کرده و به تکه‌های کوچک به نام **پرک** تبدیل و در تولید مواد پلاستیکی دیگر استفاده کرد.

۲) **بازیافت شیمیایی**: راه دیگر این است که این پسماندها را به مونومرهای سازنده یا مواد اولیه مفید و ارزشمند تبدیل کنیم. این روش دشوارتر است.

- ✓ از آنجا که سالانه حجم انبوهی از پسماندهای پلیمر PET تولید می‌شود، بازیافت شیمیایی آن بسیار ضروری و **ارزشمند** است.
- ✓ پلی استرها قابل تبدیل به مونومرهای سازنده هستند. شیمی‌دان‌ها با بررسی‌های فراوان پی بردند PET نیز در شرایط مناسب با متانول واکنش داده و به مواد مفید تبدیل می‌شوند. موادی که می‌توان آنها را برای تولید پلیمرها به کار برد. واکنش متانول با PET:



✓ بررسی‌ها نشان می‌دهد برای اینکار سالانه به **مقدار زیادی متانول در مقیاس صنعتی نیاز است.**

«تهیه صنعتی متانول مورد نیاز برای بازیافت PET»

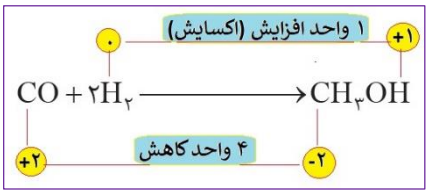
✓ متانول مایعی **بی رنگ، بسیار سمی** و **ساده‌ترین** عضو خانواده الکل‌هاست که از چوب می‌توان آن را تهیه کرد.

✓ از آنجا که این الکل کاربردهای زیادی در صنایع گوناگون دارد باید آن را در مقیاس صنعتی تولید کرد (*منبع چوب پاسگوی مقدار بالا نمی باشد*).

✓ برای تولید متانول در صنعت، گاز کربن مونوکسید را با گاز هیدروژن در شرایط مناسب و در حضور کاتالیزگر واکنش می دهند.

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

4e



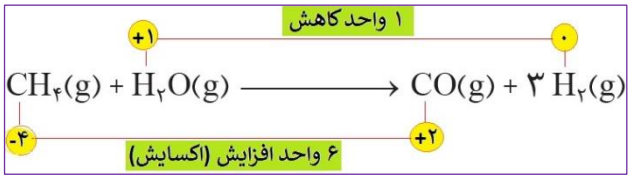
این واکنش یک واکنش اکسایش-کاهش است و عدد اکسایش اتم‌های هیدروژن و کربن تغییر می‌کند ولی عدد اکسایش اکسیژن‌ها بدون تغییر می‌ماند.

CO در این واکنش کاهش (**نقش اکسنده**) و H_2 اکسایش (**نقش کاهنده**) یافته است.

✓ مواد واکنش دهنده برای این واکنش یعنی گاز هیدروژن و کربن مونوکسید در دسترس نیستند از این رو نخست باید آنها را تولید سپس به متانول تبدیل کرد.

✓ برای تهیه گازهای کربن مونوکسید و هیدروژن می توان از واکنش گاز **متان** با **بخار آب** در حضور کاتالیزگر بهره برد.

$$CH_4(g) + H_2O(g) \xrightarrow{\text{کاتالیزگر}} CO(g) + 3\,H_2(g)$$



این واکنش نیز یک واکنش اکسایش-کاهش است.

عدد اکسایش اتم‌های کربن و هیدروژن در آن تغییر می‌کند.

متان دچار اکسایش (**نقش کاهنده**) و آب دچار کاهش (**نقش اکسنده**) شده است.

✓ گاز متان سازنده اصلی گاز طبیعی است که در میدان‌های نفتی به فراوانی یافت می‌شود.

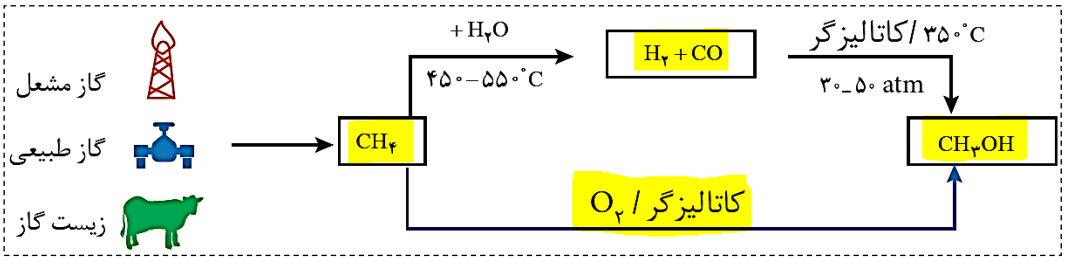
✓ در میدان‌های نفتی برای **افزایش ایمنی**، بخش قابل توجهی (*نه همه آن را*) از متان را می‌سوزانند.

✓ گاز متان واکنش‌پذیری بسیار کمی دارد (*ولی واکنش پذیری آن صفر نیست!*) چون هیدروکربنی سیرشده است و تبدیل آن به متانول فرآیندی دشوار است که انجام آن به دانش و فناوری پیشرفته نیازمند است. **در روش مستقیم تبدیل متان به متانول از اکسیژن و کاتالیزگر مناسب باید استفاده کرد.**

✓ به دلیل اهمیت متانول در صنایع گوناگون از یک سو و ارزان بودن گاز متان از سوی دیگر پژوهش‌های زیادی در حال انجام است تا بتوان روشی برای تبدیل گاز متان به متانول پیدا کرد.

✓ روش مستقیم تولید متانول از متان مزایای زیادی دارد. از جمله با توجه به یک مرحله‌ای بودن واکنش، بازده آن بالاست. همچنین در روش مستقیم نیازی به دمای بالا نیست و گاز گلخانه‌ای کمتری تولید می‌شود.

خلاصه ای از دو روش برای تهیه متانول



✓ سه منبع برای گاز متان: گاز مشعل، گاز طبیعی، زیست گاز

✓ **شیمی سبز** به دنبال طراحی واکنش‌هایی با **کمترین آسیب** به محیط زیست و **بیشترین بازده** است.

✓ یک واکنش شیمیایی هنگامی از **دیدگاه اتمی** به صرفه تر است که شمار بیشتری از اتم‌های واکنش دهنده به فرآورده‌های سودمند تبدیل شود.

✓ دو واکنش مقابل را در نظر بگیرید (فرض کنید X و Y پسماند هستند اما Z یک حلال صنعتی و A فرآورده مد نظر است).

i) $C_6H_6 + H_2SO_4 + NaOH \rightarrow A + X + Y$

ii) $C_6H_6 + C_3H_6 + O_2 \rightarrow A + Z$

در واکنش اولی علاوه بر فرآورده اصلی، دو محصول دیگر هم تولید شده‌اند که هیچ ارزش اقتصادی نداشته و پسماند محسوب می‌شوند. اما در واکنش دوم Z تولید می شود که یک حلال صنعتی و با ارزش محسوب می شود پس می‌توان نتیجه گرفت در واکنش دوم همه اتمهای واکنش دهنده به مواد ارزشمند تبدیل شده اند. بر اساس اصول شیمی سبز واکنش دوم از دیدگاه اتمی صرفه اقتصادی دارد چون همه اتمها به ماده با ارزش تبدیل شده است.

تست (۱): کنکور ۱۴۰۱ تجربی

درباره تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید در مجاورت اکسیژن و کاتالیزگر مناسب، چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- با فرض واکنش کامل، به ازای مصرف ۰/۱ مول پارازایلن، ۱۶/۶ گرم ترفتالیک اسید تشکیل می شود.
- استفاده از محلول غلیظ پتاسیم پرمنگنات به جای اکسیژن و کاتالیزگر، از نگاه بازدهی مناسب تر است.
- مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن در یک مولکول ترفتالیک اسید نسبت به پارازایلن، ۱۲ واحد افزایش می‌یابد.
- تهیه ترفتالیک اسید از پارازایلن دشوار است، اما در مجاورت محلول غلیظ پتاسیم پرمنگنات و دمای بالا، بازدهی به حد مطلوب می‌رسد.

۱) یک ۲) دو ۳) سه ۴) چهار

ترفتالیک ← پارازایلن

$\frac{0.1}{1} = \frac{m}{166} \Rightarrow m = 16.6$

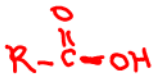
تست (۲): کنکور ۱۴۰۱ ریاضی خارج

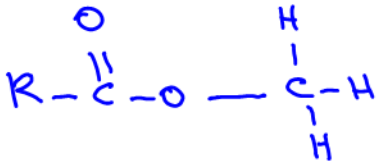
درباره الکل‌های یک عاملی و کربوکسیلیک اسیدهای یک عاملی، چند مورد از مطالب زیر درست است؟

$(H = ۱, C = ۱۲, O = ۱۶, : g.mol^{-۱})$

- نخستین عضو هر دو خانواده، پرکاربردترین ترکیب در زندگی روزانه است.
- در هر دو دسته، بخش ناقطبی می‌تواند زنجیره هیدروکربنی یا اتم هیدروژن باشد.
- واکنش آنها با یکدیگر برگشت‌پذیر است و در آن، عدد اکسایش اتم‌ها بدون تغییر باقی می‌ماند.
- نسبت جرم مولی دومین عضو خانواده کربوکسیلیک اسید به جرم مولی الکل دارای دو اتم کربن، بزرگ‌تر از یک است.

۱) یک ۲) دو ۳) سه ۴) چهار





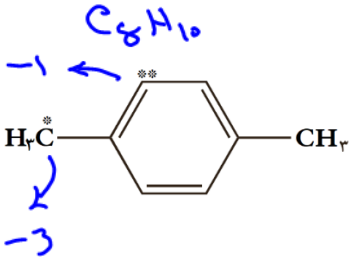
$C_nH_{2n}O_2 \rightarrow C_2H_4O_2 = 60$

$C_2H_5OH = 46$

$\frac{60}{46} > 1$

تست (۳): کنکور ۱۴۰۱ تجربی خارج

با توجه به ساختار مولکولی ترکیب زیر، کدام موارد از مطالب زیر، درباره آن درست است؟



الف) فرمول مولکولی آن با فرمول مولکولی نفتالن یکسان است.

ب) مجموع عددهای اکسایش اتم های کربن ستاره دار برابر ۴- است.

پ) در تبدیل آن به ترفتالیک اسید، عدد اکسایش اتم *C، ۶ واحد افزایش می‌یابد.

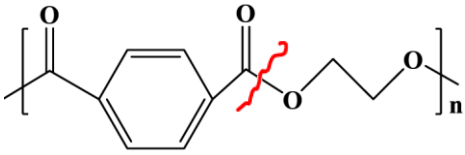
ت) با استفاده از اتن و در مجاورت یک اکسنده مناسب، به ترفتالیک اسید تبدیل می‌شود.

۱) الف ـ پ ۲) الف ـ ت ۳) ب ـ ت ۴) ب ـ پ

تست (۴): کنکور ۱۴۰۱ ریاضی

چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- ۷۳/۵ درصد جرم مولکول پارازایلن را کربن تشکیل می‌دهد.
- شمار اتم‌های کربن مولکول پارازایلن و مولکول استیرن برابرند.
- اتانوئیک اسید را می‌توان طی یک واکنش مناسب، به طور مستقیم از اتن به دست آورد.
- متانول را می‌توان با کاتالیزگر و در دمای مناسب از واکنش گاز H_2 با گاز CO به دست آورد.
- مونومرهای سازنده پلیمر با فرمول ساختاری



یک الکل دو عاملی و یک اسید دوعاملی اند.

۱) پنج ۲) چهار ۳) سه ۴) دو

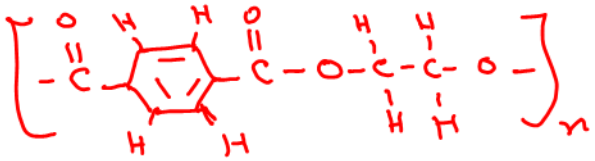
تست (۵): تالیفی

برای تهیهٔ یک کیلوگرم از پلیمر پلی‌اتیلن ترفتالات، مقدار گرم پارازایلنی که باید اکسید شود به کدام عدد نزدیک‌تر است؟

$(C = ۱۲, H = ۱, O = ۱۶ : g.mol^{-1})$

۱) ۳۱۵ ۲) ۴۱۳ ۳) ۴۶۵ ۴) ۵۵۲

پارازایلن n → ترفتالیک اسید n → PET



$C_{10}H_8O_4 = 128 + 64 = 192\ g$

$$\frac{m_{\text{پارازایلن}}}{n \times 106} = \frac{1}{n \times 192} \Rightarrow m = \frac{106}{192} = 552$$

تست (۶): تالیفی

اگر ۲۰۰ گرم پارازایلن که درصد ناخالصی در آن برابر با ۴۷ است، با مقدار کافی پتاسیم پرمنگنات واکنش دهد، چند گرم ترفتالیک اسید به‌دست می‌آید و چند مول الکترون مبادله می‌شود؟ (بازده واکنش را ۳۰ درصد در نظر بگیرید و تنها فراوردهٔ کربن‌دار واکنش، ترفتالیک اسید است.)

$(H = ۱, C = ۱۲, O = ۱۶ : g \cdot mol^{-1})$

۱) ۳/۶ ، ۴۴/۲ ۲) ۳/۶ ، ۴۹/۸ ۳) ۳/۲ ، ۴۹/۸ ۴) ۳/۲ ، ۴۴/۲

۱ مول پارازایلن خالص = ۱۰۶ g

پارازایلن → ترفتالیک اسید

$$\frac{106 \times 0.3}{106} = \frac{m}{166} \Rightarrow m = 49.8$$

$$\frac{49.8}{166} = \frac{n_e}{12} \Rightarrow n_e = 3.6$$

تست (۷): تالیفی

اگر مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن در پارازایلن، اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید را به ترتیب با a ، b و c نشان دهیم، کدام‌یک از روابط زیر درست است؟

+2 c −2 b −10 a

۱) $a = 4b$ ✗

۲) $c = -b$ ✓

۳) $c - a = 6b$ ✗

۴) $\frac{c+b}{2} = \frac{a}{5}$ ✗

تست (۸): تالیفی

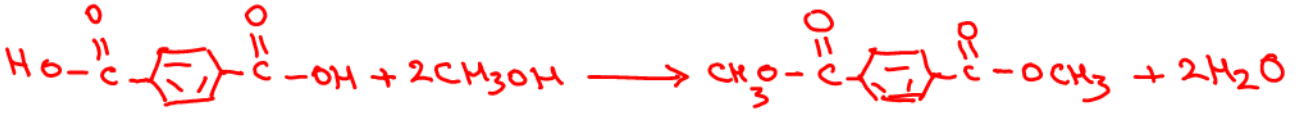
اگر ۱/۲۸ کیلوگرم متانول با مقدار کافی ترفتالیک اسید واکنش دهد، تفاوت جرم فراورده‌های تولید شده چند کیلوگرم است؟ $(C=12, H=1, O=16 : g.mol^{-1})$

۱) ۶/۳۲

۲) ۷/۰۴

۳) ۳/۵۲

۴) ۳/۱۶



$C_{10}H_{10}O_4 = 194$ 2×18

$$\frac{1.28}{2 \times 32} = \frac{m}{158} \Rightarrow m = 3.16$$

تست (۹): تالیفی

برای تبدیل کامل ۵۰ گرم از پارازایلن به ترفتالیک اسید، به‌تقریب چند گرم CrO_3 لازم است؟
(نسبت مولی اکسنده در این فرآیند، ۳ برابر کاهنده است.)

$(CrO_3 + 6e^- \rightarrow Cr^{2+}; Cr = 52, C = 12, H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۲۴ ۲) ۱۴۱ ۳) ۲۱۵ ۴) ۲۲۴

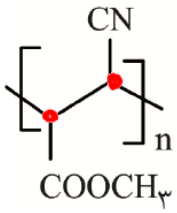
+6 +2

$C_8H_{10} + 3CrO_3 \rightarrow C_8H_6O_4 + 3Cr^{2+}$

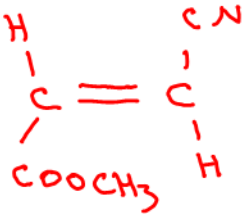
$\frac{50}{106} = \frac{m}{100 \times 3} \Rightarrow m = 141$

تست (۱۰): تالیفی

با توجه به ساختار پلیمر زیر، کدام مطلب دربارهٔ آن درست است؟ $(C = 12, O = 16, H = 1 : g.mol^{-1})$



۱) همانند PET جزو پلی‌استرها است. ✗
۲) در تشکیل پلیمر از مونومر آن همانند تولید PET، مولکول H_2O تولید می‌شود ✗
۳) جرم مولی واحد سازندهٔ آن از ترفتالیک اسید، کمتر است.
۴) مونومر آن با برم مایع واکنش نمی‌دهد. ✗



$C_5H_5NO_2 = 65 + 46 = 111$

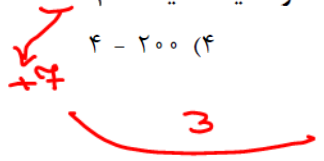
تست (۱۱): تالیفی

با توجه به واکنش موازنه نشدهٔ زیر، از واکنش چند میلی‌لیتر محلول ۰/۴ مولار پتاسیم پرمنگنات با مقدار کافی پارازایلن، ۸ گرم ترفتالیک‌اسید با درصد خلوص ۸۳٪ تولید می‌شود و تغییر عدد اکسایش گونه اکسنده در این واکنش کدام است؟

(گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.) $(O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

$$\text{پارازایلن} + KMnO_4 \rightarrow \text{ترفتالیک‌اسید} + MnO_2 + KOH$$

۱) ۳ - ۲۰۰ ۲) ۴ - ۴۰۰ ۳) ۳ - ۴۰۰ ۴) ۴ - ۲۰۰



$$\frac{V \times 0.4}{4} = \frac{8 \times 0.83}{166} \Rightarrow V = \frac{8}{20} = 0.4\,L = 400\,mL$$

تست (۱۲): کنکور ۱۴۰۰ ریاضی

کدام مطلب درست است؟

۱) ترفتالیک اسید اسیدی دو عاملی است که در تهیهٔ پلیمر PET مصرف دارد.

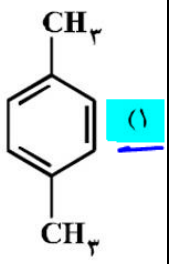
۲) در شرایط مشابه، انحلال‌پذیری ترفتالیک اسید در آب، کمتر از پارازیلن است.

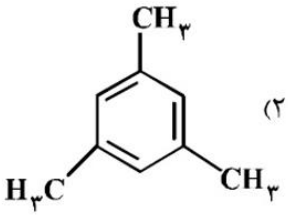
۳) بنزن، اتیلن گلیکول و گازوئیل، از فرایند تقطیر نفت خام به دست می‌آیند.

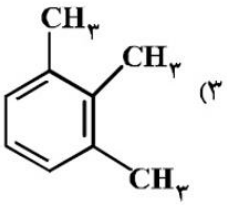
۴) زنجیرهٔ مولکولی پلی‌پروین، مانند پلی اتنِ بدون شاخه، است.

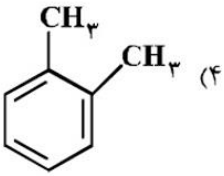
تست (۱۳): کنکور ۹۸ ریاضی

از اکسایش کدام ترکیب می‌توان ترفتالیک اسید تهیه کرد؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

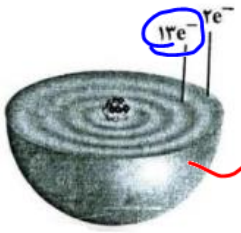
ارتو دایل

تست (۱۴): کنکور ۹۸ ریاضی

با توجه به ساختار لاکتیک اسید، پلیمر به‌دست‌آمده از آن، گروه عاملی مشابه کدام پلیمر، خواهد بود؟

۱) کولار ۲) سلولز ۳) پلی‌اتن ۴) پلی‌اتیلن ترفتالات

تست (۱۵): کنکور ۹۸ تجربی خارج



اگر دایره‌های تیره‌رنگ در شکل زیر، نشان‌دهندهٔ لایه‌های الکترونی اتم عنصر A باشد، چند مورد از مطالب زیر، دربارهٔ آن درست است؟

- A عنصری اصلی از گروه ۱۵ است.
- برخی از ترکیب‌های آن، رنگی هستند.
- بالاترین عدد اکسایش آن برابر ۷+ است.
- سه زیرلایه از لایهٔ سوم آن از الکترون اشغال شده است.

۱) ۱ ۲) ۲ **۳) ۳** ۴) ۴

تست (۱۶): کنکور ۹۸ تجربی

کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟

الف) به گونه معمول، بیشتر پلاستیک‌ها، زیست تخریب‌پذیرند

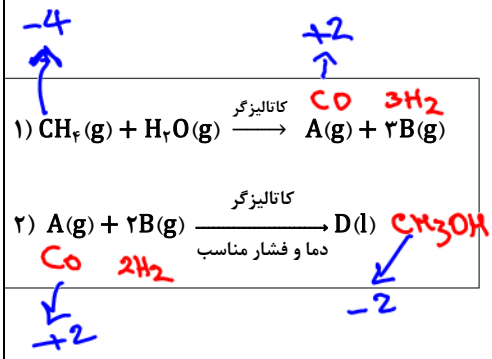
ب) پلاستیک پلی‌اتیلن ترفتالات را می‌توان پس از مصرف، بازیافت کرد.

پ) دسترسی به پلاستیک‌ها، نمونه‌ای از نتایج خلاقیت بشر به شمار می‌آید.

ت) چگالی بالا و نفوذپذیری پلاستیک‌ها در برابر آب و هوا، از ویژگی‌های آن‌ها است.

۱) ب، پ ۲) ب، ت ۳) الف، ب، پ ۴) ب، پ، ت

تست (۱۷): تالیفی



با توجه به واکنش‌های زیر چه تعداد از عبارت‌های بیان‌شده درست است؟

- پایداری گاز A از پایداری کربن دی‌اکسید کمتر است.
- تغییر عدد اکسایش اتم کربن در واکنش (۱) برابر ۶ است.
- ترکیب D مایعی بی‌رنگ و بسیار سمی است و در تبدیل PET به مونومرهای سازنده‌اش نیز کاربرد دارد.
- گاز A در واکنش (۲) نقش کاهنده را دارد.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۴

تست (۱۸): تالیفی

دو واکنش زیر را در نظر بگیرید:

۱) $CO(g) + 2H_2(g) \rightarrow CH_3OH(l)$
۲) $CH_4(g) + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + 3H_2(g)$

معادلهٔ واکنش ها موازنه نیستند

اگر در واکنش دوم ۸۵۰ گرم گاز تولید شده باشد، با استفاده از آن، چند گرم متانول در واکنش اول با بازدهٔ ۸۰ درصد می‌توان تهیه کرد؟
$(H = 1 , C = 12 , O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۴۸۰ ۲) ۶۴۰ ۳) ۸۲۰ ۴) ۱۲۰۰

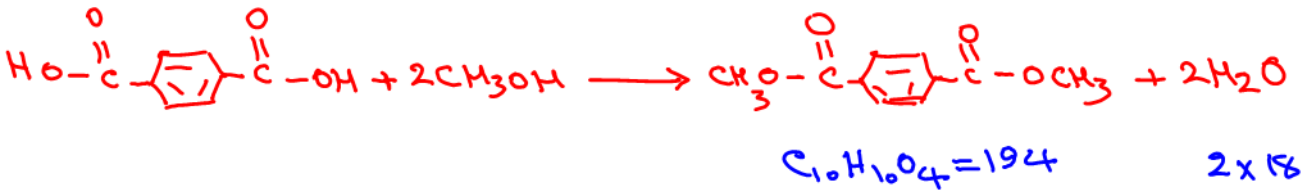
$\frac{850}{34} = \frac{m}{32} \Rightarrow m = 800$ بازده $\rightarrow 800 \times \frac{80}{100} = 640$

تست (۱۹): تالیفی

از واکنش ۰/۲ مول متانول با مقدار کافی ترفتالیک اسید با بازده ٪۴۰ چند گرم دی‌استر تولید می‌شود؟ ($H = ۱ , C = ۱۲ , O = ۱۶$: $(g.mol^{-1})$

۱) ۳/۸۸ ۲) ۷/۷۶ ۳) ۱/۹۴ ۴) ۰/۹۷

$$\frac{0.2 \times 0.4}{2} = \frac{m}{194} \Rightarrow m = 19.4 \times 0.4$$



$C_{10}H_{10}O_4 = 194$ 2×18

تست (۲۰): تالیفی

کدام‌یک از واکنش‌های زیر یک واکنش اکسایش – کاهش به شمار نمی‌آید؟

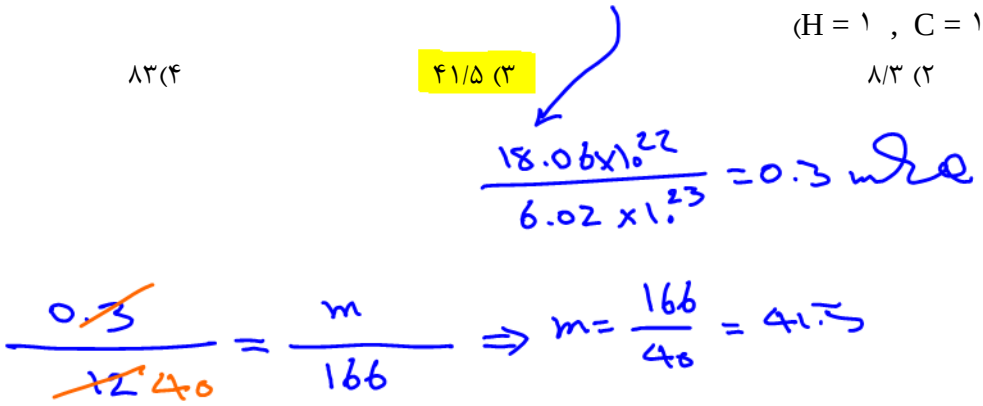
۱) تبدیل اتن به اتانول ۲) تبدیل اتن به کلرو اتان ۳) تشکیل پلیمر پلی‌اتن از گاز اتن ۴) تشکیل اتیلن گلیکول از اتن

تبدیل هیدروکربن به ترکیب اکسیژن‌دار ... اکسایش-کاهش است.

تست (۲۱): تالیفی

اگر در واکنش تولید ترفتالیک اسید از پارازایلن تعداد $18/06 \times 10^{22}$ عدد الکترون مبادله شده باشد، چند گرم ترفتالیک اسید تولید می‌شود؟ $(H = 1 \ , \ C = 12 \ , \ O = 16 : g.mol^{-1})$

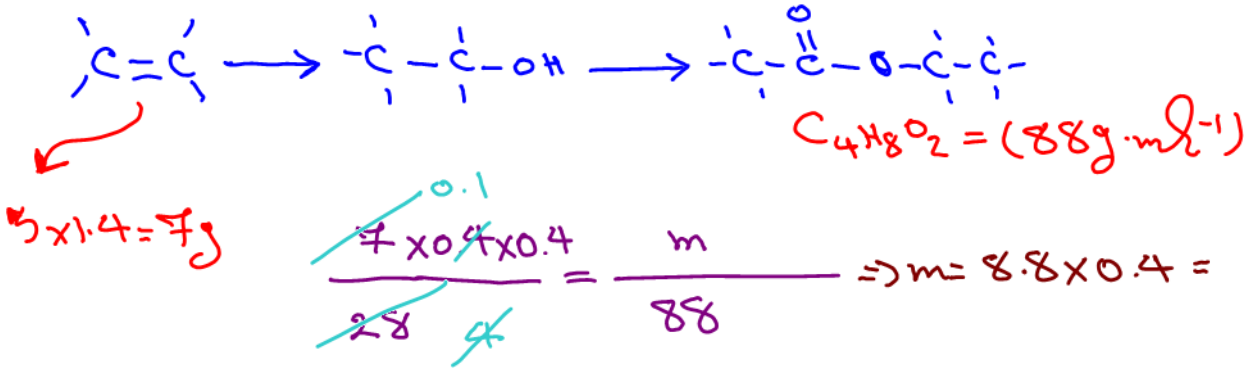
۱) ۴/۱۵ ۲) ۸/۳ ۳) ۴۱/۵ ۴) ۸۳



تست (۲۲): تالیفی

۵ لیتر گاز اتن با چگالی $1/4 g.L^{-1}$ را در شرایط مناسب به اتانول و سپس همهٔ اتانول به‌دست‌آمده را با استیک اسید به اتیل استات که به‌عنوان حلال چسب کاربرد دارد، تبدیل کرده‌ایم. اگر بازدهٔ هر دو واکنش ۴۰ درصد باشد، چند گرم اتیل استات به دست می‌آید؟ $(H = 1 \ , \ C = 12 \ , \ O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۷/۶ ۲) ۸/۸ ۳) ۳/۵۲ ۴) ۲۲



تست (۲۳): تالیفی

مجموع تغییر عددهای اکسایش اتم‌های کربن در تبدیل پارازایلن به ترفتالیک اسید، کدام است؟

۱) ۱۴ ۲) ۱۲ ۳) ۱۰ ۴) ۸

تست (۲۴): تالیفی

مونومرهای سازندهٔ پلی‌اتیلن ترفتالات (PET) در کدام مورد، مشابه هستند؟

۱) مجموع عدد اکسایش اتم‌های کربن ✗
۲) نسبت شمار جفت‌الکترون‌های ناپیوندی به پیوندی ✗
۳) شمار اتم‌های هیدروژن در فرمول شیمیایی ✓
۴) وجود حلقهٔ بنزنی در ساختار ✗

ترفتالیک اسید $C_8H_6O_4$ $\frac{8}{23}$

۱ بوتن دیول $C_2H_6O_2$ $\frac{4}{9}$

تست (۲۵): تالیفی

- در صنعت برای اکسید کردن پارازایلن به ترفتالیک اسید، از گاز اکسیژن در مجاورت کاتالیزگر استفاده می‌شود. برای اکسایش یک مول پارازایلن به ترفتالیک اسید، چند مول اکسیژن لازم است؟

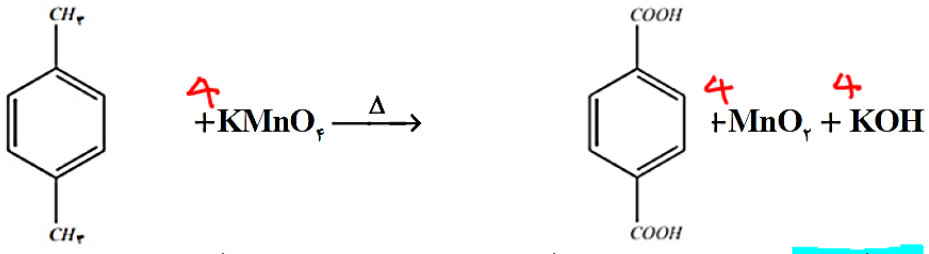
۱) ۲ ۲) ۲/۵ ۳) ۳ ۴) ۳/۵

$O_2 \longrightarrow 2O^{2-}$ (4e)

تست (۲۶): تالیفی

- با توجه به واکنش موازنه نشده زیر، از واکنش چند میلی‌لیتر محلول ۰/۲ مولار پتاسیم پرمنگنات با مقدار کافی از پارازایلن، ۱/۵ گرم ترفتالیک اسید با درصد خلوص ۷۵٪ تولید می‌شود؟

$(O = 16, C = 12, H = 1 : g.mol^{-1})$



۱) ۱۲۰/۲ ۲) ۱۲۵/۵ ۳) ۱۳۰/۲ ۴) ۱۳۵/۵

$\frac{2 \times 0.2}{4} = \frac{1.5 \times 0.75}{166} \Rightarrow V = \frac{22.5}{166} \rightsquigarrow 125.5$

تست (۲۷): تالیفی

چند مورد از عبارت‌های زیر درست‌اند؟

آ) در بازیافت PET به روش شیمیایی آن را با اتانول واکنش می‌دهند.

ب) هیچ‌یک از مونومرهای سازنده PET به‌طور مستقیم از نفت خام به‌دست نمی‌آید.

پ) از اکسایش پارازایلن با محلول غلیظ پتاسیم پرمنگنات در شرایط مناسب، ترفتالیک اسید به دست می‌آید.

ت) از واکنش گاز اتن با محلول آبی و غلیظ پتاسیم پرمنگنات در شرایط مناسب، اتیلن گلیکول تولید می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴