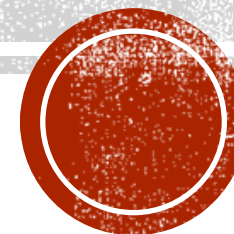


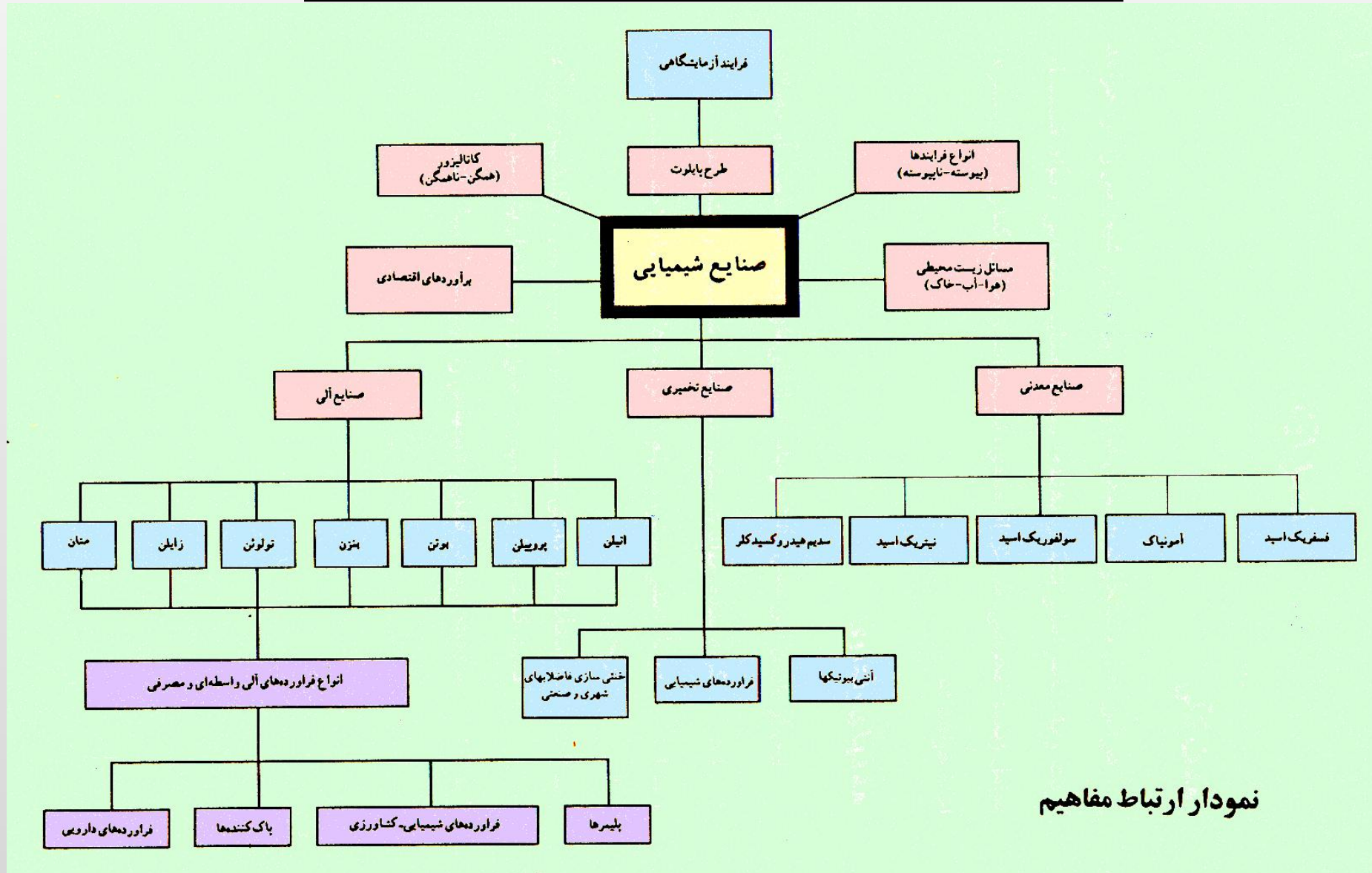
اصول صنایع شیمیایی

(۳ واحد)

برای دانشجویان رشته شیمی محض و شیمی کاربردی



نمودار ارتباط تولید در صنایع شیمیایی



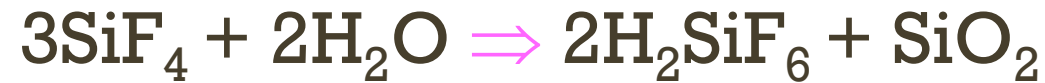
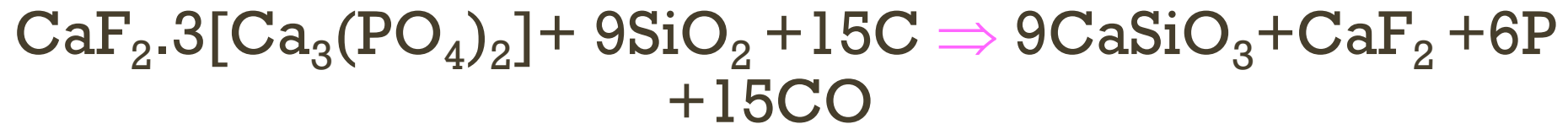
نمودار ارتباط مفاهیم



فرآیند گرمایی برای تولید اسید فسفریک خالص

○ مرحله اول :

تهیه فسفر خالص



○ مرحله دوم :

تبدیل فسفر خالص به P_4O_{10}

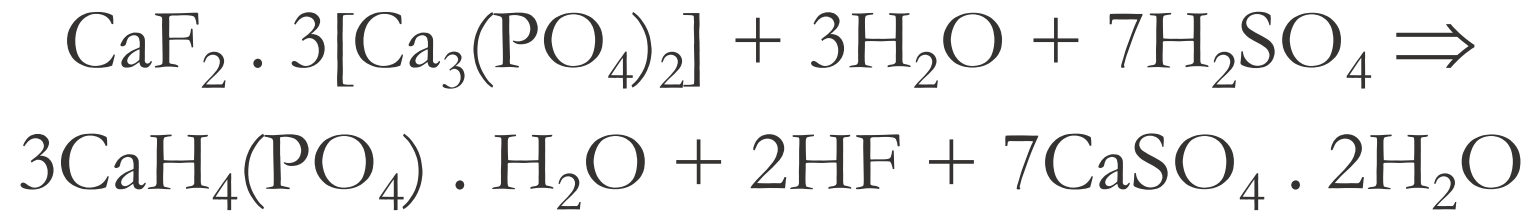


○ مرحله سوم :

تبدیل P_4O_{10} به اسید فسفریک خالص



تهیه سوپر فسفات



در این روش گچ جدا نمی شود و مخلوط کلسیم هیدروژن فسفات و کلسیم سولفات بعنوان کود فسفاته مورد استفاده قرار می گیرد

فرآورده : سوپر فسفات (دانه ای)

بازده : H_3PO_4 (22-28%) ، P_2O_5 (16-20%)



تهیه سوپرفسفات سه گانه



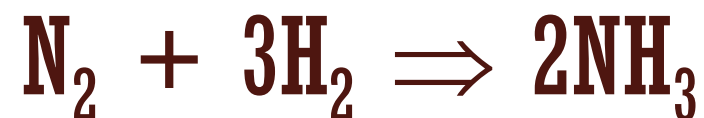
در این روش بجای اسید فسفریک از اسید سولفوریک استفاده می شود بدلیل نبود CaSO_4 غلظت فسفر بیشتر از سوپر فسفات است

فرآورده : جامد دانه ای (گرانول)

بازده : H_3PO_4 (61-70%) ، P_2O_5 (24-51%)

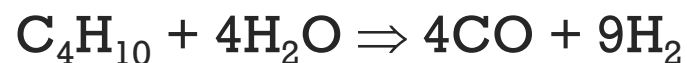
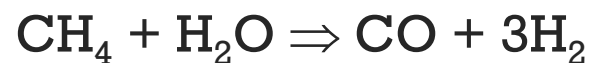
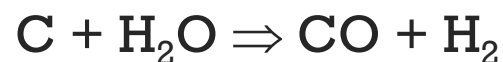


فرآیندهای تهیه مواد معدنی: فصل دوم فرآیند “هابر” برای تولید آمونیاک



تهیه گاز سنتز:

■ مرحله اول (فرآیند گرماگیر):

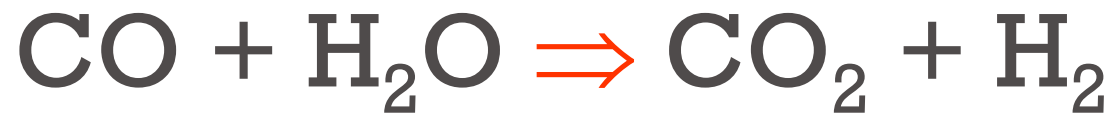


■ معادله عمومی:



تهیه گاز سنتز :

■ مرحله دوم (گرماده) :



■ معادلات اکسایش جزئی :

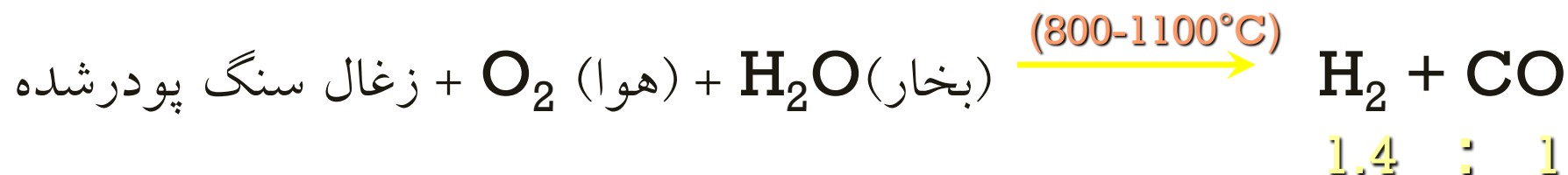


واکنش حاصل:

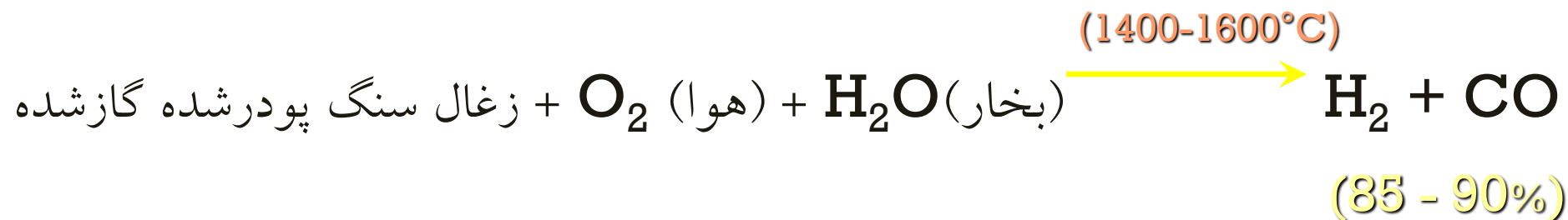


فرآیندهای معروف تهیه گاز سنتز از زغال سنگ

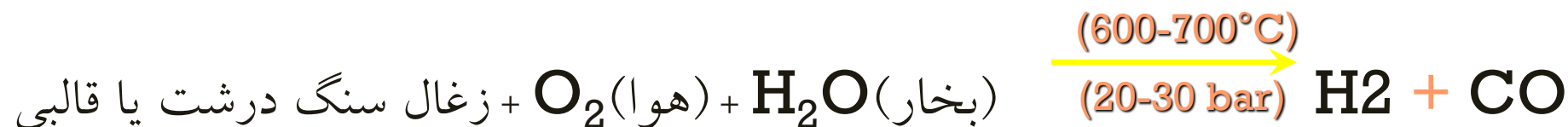
۱- فرآیند "وینکлер":



۲- فرآیند "کاپرز - توزک":



۳- فرآیند "لورگی":

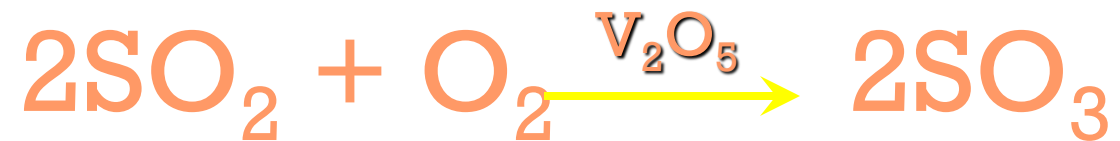


تولید سولفوریک اسید (فرآیند تماسی)

■ مرحله اول: سوزاندن گوگرد



■ مرحله دوم: اکسایش کاتالیزوری SO_2

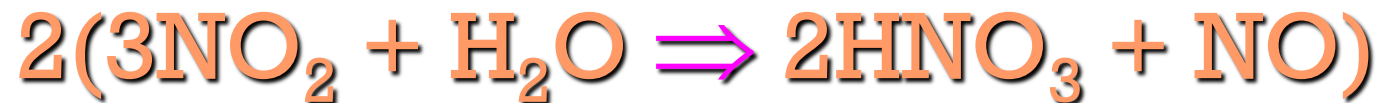
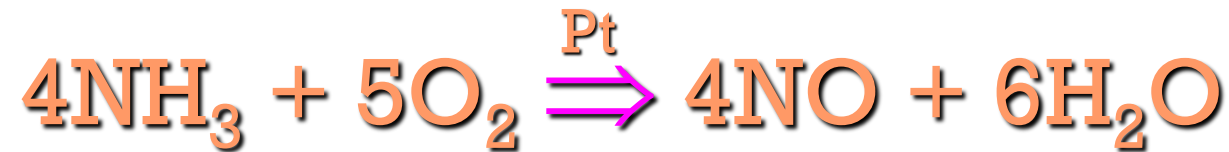


■ مرحله سوم: آبدار کردن SO_3

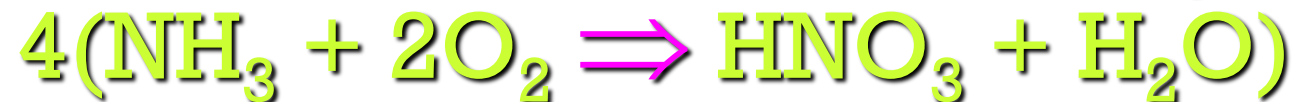


فرآیند تولید نیتریک اسید (آندرو)

■ در این فرآیند آمونیاک با استفاده از کاتالیزور پلاتین یا پلاتین رودیوم دار اکسید شده و بعد با آب تولید اسید میکند



واکنش حاصل:



نکاتی در مورد فرآیند تولید کلر

▪ الکترولیز آب نمک در دمای ۶۵ تا ۷۵ درجه سانتیگراد انجام می شود

▪ غلظت آب نمک ۵۰ تا ۶۵ درصد باید باشد

▪ کلر پس از آبگیری (بوسیله اسید سولفوریک غلیظ) در کپسول بصورت مایع جمع آوری میشود

▪ بعلت آلودگی آسبست از غشایی بنام نفیون استفاده میشود

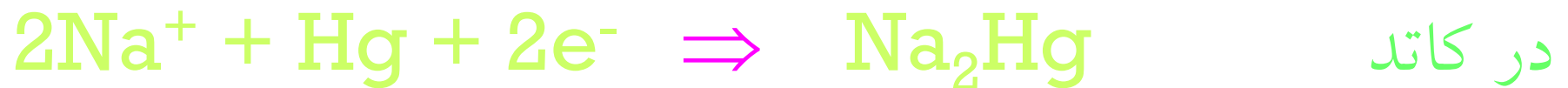
(نفیون = پلیمری از سولفوریک اسید و پرفلوئور)



استفاده از سلول جیوه در فرآیند کلر

■ در این سلول آند تیتانیوم (DSA) و کاتد جیوه متحرک است

■ سدیم در کاتد بصورت ملغمه و کلر در آند تشکیل می شود

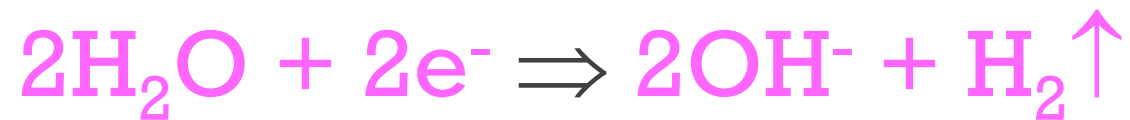


طرز آزاد کردن سدیم از ملغمه

■ - ملغمه به یک سلول الکترولیز دیگر منتقل می شود

■ - ملغمه آند و آهن یا گرافیت کاتد است

■ - در محیط آب در کاتد هیدروژن آزاد می شود



■ - در آند یون سدیم از جیوه آزاد شده و در مجموع سود تشکیل میشود



فرآیندهای تخمیری در صنایع شیمیایی و خنثی سازی فاضلابها

- تبدیل ترکیبات زاید و مضر به ترکیبات بی ضرر عمدتاً با روشهای میکروبی انجام می شود
- تولید مواد شیمیایی آلی مهم مثل اتانول ، بوتانول و داروهایی مثل آنتی بیوتیکها
- تبدیل مجموعه ای از مواد شیمیایی زاید به مواد تخریب شده و بی ضرر با روشهای میکروبی



چگونگی تبدیل مواد شیمیایی با ریزارگانیزمها MICRO ORGANISM

۱- فرآیند ناهوازی :

بعضی از باکتریها نیازی به مصرف اکسیژن بطور مستقیم ندارند و معمولاً از اکسیژن موجود در مولکولهای آلی استفاده می کنند

۲- فرآیند هوازی :

دسته دیگری از باکتریها مستقیماً نیاز به مصرف اکسیژن دارند . برای رشد و تکثیر بهتر این باکتریها همواره باید اکسیژن به میزان کافی در اختیارشان باشد .



■ تخمیر صنعتی :

باکتریها ، قارچها ، مخمرها و

اکتینومی ستها (بین باکتری و قارچ)

■ مواد غذایی مورد نیاز میکروبها :

کربن ← از هیدروکربنها

ازت ← از پروتئینها

کمی از فلزات و ویتامینها



مراحل تکثیر و رشد باکتریها :

■ در یک لوله استریل باکتریهای خالص و ناآلوده مورد نظر در دمای معین قرار می گیرند

■ در محیط ، مواد غذایی مورد نیاز اضافه می شود .

■ پس از رشد و تکثیر به محیط استریل بزرگتری منتقل می شوند

■ پس از تخمیر مواد مورد نظر جداسازی و خاص سازی می شوند



تخمیر در تانک عمیق (تولید پنی سیلین)

■ از تانکهای عمیق با ظرفیت چند هزار لیتر مجهز به سیستم هوادهی استفاده می شود.

■ کلیه اجزاء سیستم و هوای ورودی به صورت استریل هستند.

■ هوای استریل مورد نیاز ، یک حجم هوا به ازای هر حجم محیط واکنش در هر دقیقه است.



در طراحی تخمیر کننده های صنعتی موارد زیر باید در نظر گرفته شود

۱. سطح تماس اکسیژن با مخلوط در حال واکنش باید حداکثر باشد.

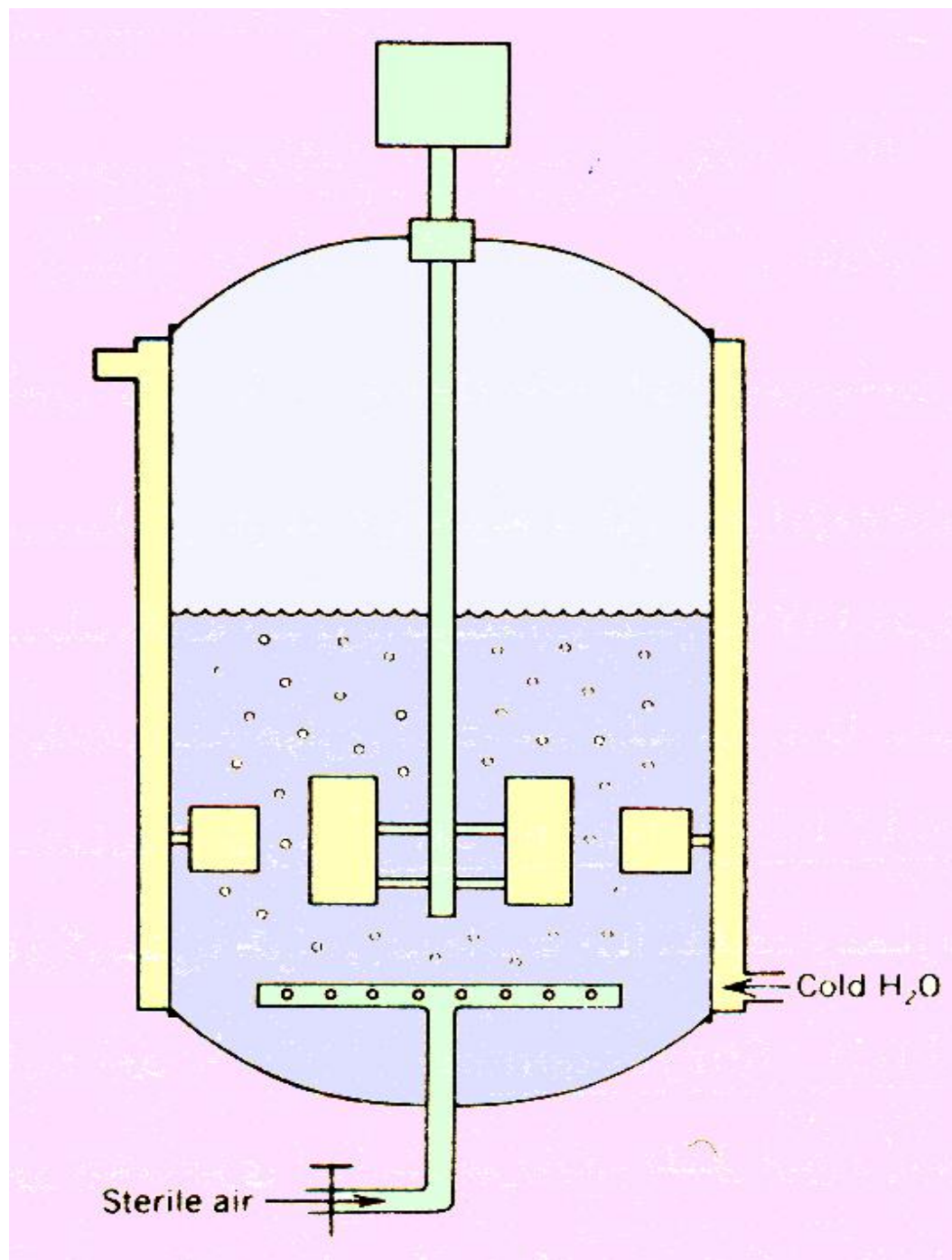
۲. فشار داخل تانک باید بیشتر از هوای جو باشد.

۳. به جای هوا باید از اکسیژن خالص استفاده شود.

۴. با بهم زدن مداوم ، سرعت واکنش و ضریب نفوذ ، زیاد می شود.

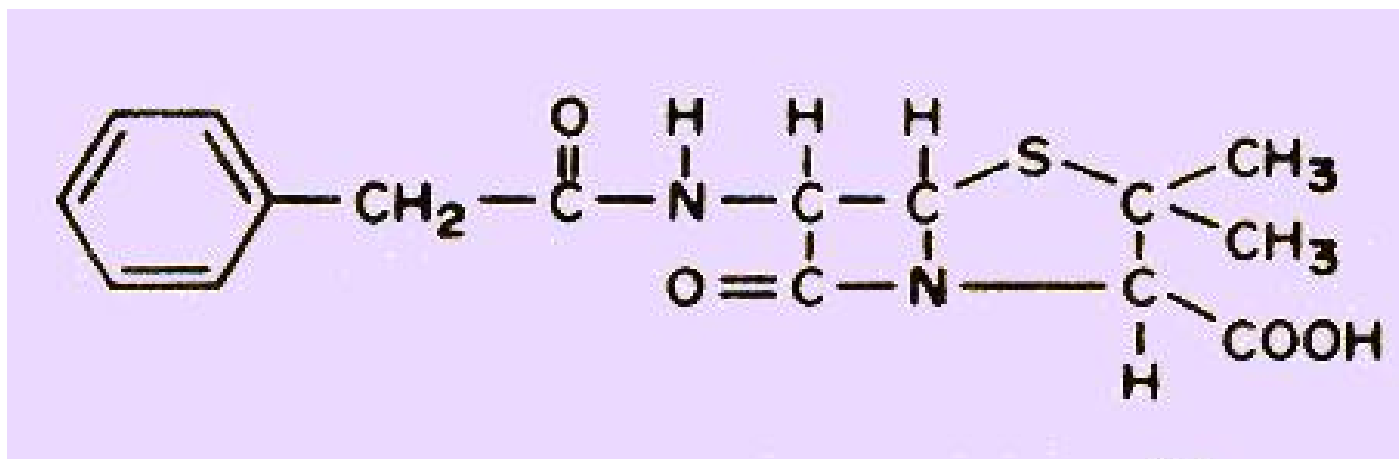


دستگاه تخمیر معمولی



تولید پنی سیلین G در یک تخمیر هوازی

با استفاده از قارچ پنی سیلیوم کریسوجنیوم
(*Penicillium Chrysogenum*) در محیط خیسانده ذرت که مواد
لازم را برای تکثیر قارچ دارد



برای بالا بردن راندمان و کاهش هزینه ها

۱- گلوکز و ساکاروز بطور پیوسته اضافه می شود

۲- $\text{pH} = 6.8 - 7.4$ (با بافرهای فسفاتها و کربنات کلسیم)

۳- هوادهی و همزنی در حد بالا و مستمر

۴- دما در $25 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$

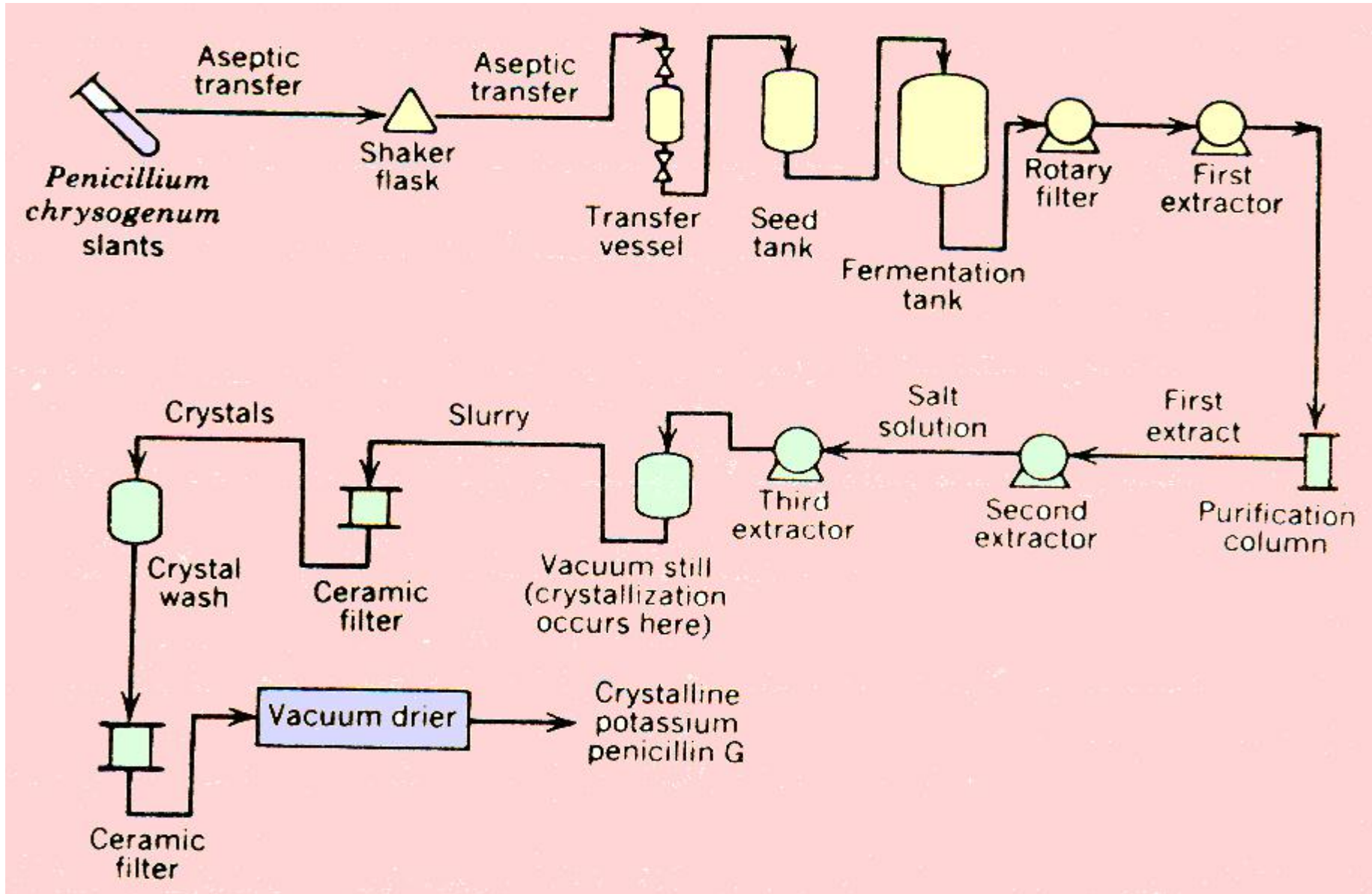


محیط مناسب در تولید پنی سیلین

در صد مواد در محیط		مواد موجود در محیط
محیط بهبود یافته	عصاره خیسانده ذرت	کربو هیدرات اصلی
لاکتوز , ۰/۳	لاکتوز , ۰/۳-۰/۴	سایر کربو هیدراتها
گلوکز , ۰/۱	گلوکز , ۰-۵/۰	
نشاسته , ۵/۱	پلی ساکاریدها با غلظتهای مختلف	
استیک , ۲۵/۰	استیک , ۰۵/۰	اسیدهای آلی
سیتریک , ۰/۱	لاکتیک , ۵/۰	
فنیل استیک اسید ۰۵/۰	فتیل آمین	پیش - ترکیبهای ویژه
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ۵/۰	آمینواسیدها, آمینها, پپتیدها	منبع اصلی نیتروژن
اتیل آمین , ۳/۰	آمونیاک	سایر منابع نیتروژن
۵/۸	۰/۸-۰/۹	مواد جامد کل
۲/۰	۱۲/۰-۲/۰	نیتروژن کل



نمودار تولید پنی سیلین



تولید بوتانول - استون از یک مخمر ناهوازی

■ مراحل :

- دانه های ذرت پس از روغن گیری و مولاس بعنوان مواد اولیه استفاده میشود

- خمیر فوق به تانک با ۶۰٪ آب و ۴۰٪ استیلار اضافه میشود

(مایع تخمیر شده که تقطیر شده است = استیلار)

- تخمیر در یک تانک ۱۰۰۰ گالنی و بعد ۵۰,۰۰۰ گالنی کاملاً استریل شده انجام میشود

ادامه دارد



■ - با کنترل pH و درجه حرارت بعد از ۵۰ تا ۶۰ ساعت محلول محتوی استن - اتانول و باتونل حاصل میشود

■ - با روش تقطیر جزء به جزء پیوسته و سه حلال از هم جدا میشوند



عوامل مؤثر بر بازده تخمیر

– مواد غذایی غنی با کنترل pH و در دمای $25 \pm 1-2^{\circ}\text{C}$

– هوادهی کافی و تخمیر در کمترین دما و کوتاهترین زمان

– میزان تلقیح مناسب که تجربی است



سنجش آلودگی آب در نهر یا دریاچه

■ BOD: Biological Oxygen Demand (1ppm)

■ نیاز زیست شیمیایی به اکسیژن و شاخصی از سرعت مصرف اکسیژن توسط باکتریها که به آسانی اکسید میشوند

■ DO: Dissolve Oxygen

(بیشتر از 5ppm) اکسیژن محلول

ادامه دارد



سنجش آلودگی آب در نهر یا دریاچه

■ میزان **N** و **P** آب باید کم باشد تا جلبکها رشد نکنند

■ مواد آلی پایدار (حشره کشها یا علف کشها و سموم)
نباید در آب باشد

■ در مورد آب آشامیدنی نباید باکتریهای بیماری زا
وجود داشته باشند



آلودگی آبهای طبیعی

■ کمبود اکسیژن : اکسیژن محلول کمتر از 5 ppm باشد

■ علت بی اکسیژن شدن آب : مواد زاید که در حضور باکتریها و اکسیژن تجزیه می شوند

مانند : فضولات انسانی و حیوانی ، ضایعات غذایی و سایر صنایع

■ غلظت بالای آمونیوم ، فسفات و مواد آلی پایدار همگی نشانه آلودگی آب هستند



پیش بینی وجود مواد زاید اکسیژن خواه

سه آزمون رایج : **TOC , COD , BOD**

■ **BOD** : مقدار اکسیژن (mg/l) مصرف شده برای یک لیتر نمونه توسط باکتریها در طول ۵ روز

■ **COD** : مقدار پتاسیم دی کرومات برحسب (mg/l) اکسیژن ، که برای یک لیتر نمونه مصرف میشود

■ **COD: (Chemical Oxygen Demand)**

■ **TOC** : مقدار کربن (mg/l) که بصورت CO_2 از یک لیتر نمونه در اثر اکسایش آزاد میشود

■ **TOC: (Total Organic Carbon)**



BOD نحوه اندازه گیری نیاز بیولوژیکی به اکسیژن

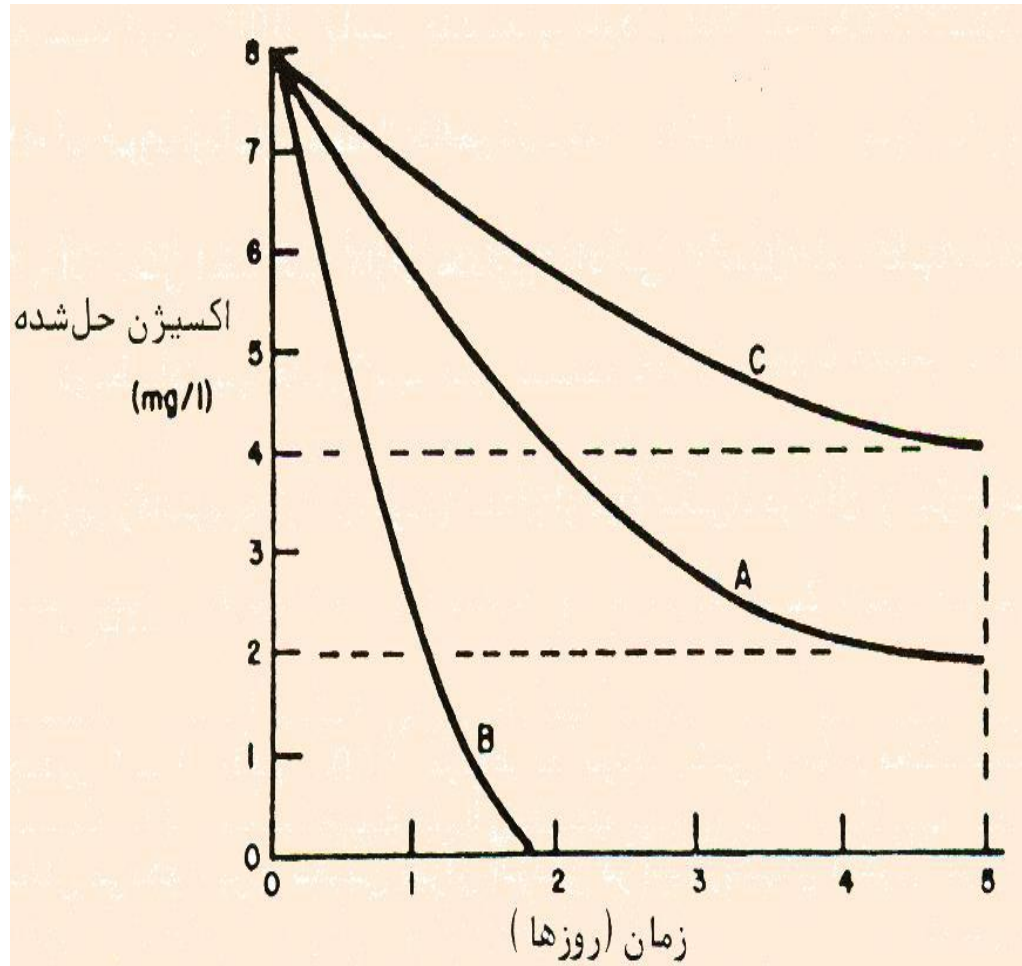
▪ نمونه در آنکوباتور ۲۰ درجه سانتیگراد در مجاورت باکتریها بمدت ۵ روز

▪ روزانه مقدار **DO** اندازه گیری میشود

▪ تفاوت مقدار **DO** بر حسب **mg/l** از شروع تا روز پنجم = **BOD**



نمودار تعیین BOD



A نمونه $\text{BOD} = 8 - 2 = 6 \text{ mg/l}$:

B نمونه $\text{BOD} > 8 \text{ mg/l}$:

C نمونه $\text{BOD} = 8 - 4 = 4 * 10 = 40 \text{ mg/l}$:

نمونه C همان نمونه B است که ۱۰ برابر رقیق شده است



مقدار BOD (ppm)	میزان آلودگی
۱	آب تقریباً خالص
۳	آب نسبتاً خالص
۵	آبی که احتمالاً خالص نیست
۲۰	این آب نباید وارد نهرها و دریاچه ها شود
۱۰۰-۴۰۰	فاضلاب شهری
۱۰۰-۱۰۰۰۰	فاضلاب کارخانه های مواد غذایی ، آب آلوده در آشورها و محوطه های دامپروری



نحوه اندازه گیری COD

- نمونه آب با مقدار اضافی پتاسیم دی کرومات با حرارت و در محیط اسیدی
- کلیه ترکیبات کربن دار اکسید می شوند
- با اندازه گیری باقیمانده دی کرومات ترکیبات کربن دار اندازه گیری می شوند
- معمولاً $COD > BOD$ چون بعضی از ترکیبات آلی توسط باکتریها تجزیه نمیشوند



نحوه اندازه گیری TOC

- نمونه بطور کامل سوزانده می شود
- کربن همه ترکیبات کربن دار به CO_2 تبدیل می شود
- مقدار کربن بر حسب mg/l کربن گزارش می شود



نحوه اندازه گیری DO

– بوسیله دستگاه اکسیژن متر که دارای یک پراب مخصوص اندازه گیری اکسیژن محلول است

– به روش تیتراسیون با دی کرومات پتاسیم در محیط اسیدی

– با روش وینکلر که شامل افزودن نمک منگنز به نمونه و

اندازه گیری MnO_2 بروش یدومتری



خشتی سازی فاضلابهای شهری

الف) عملیات نوع اول :

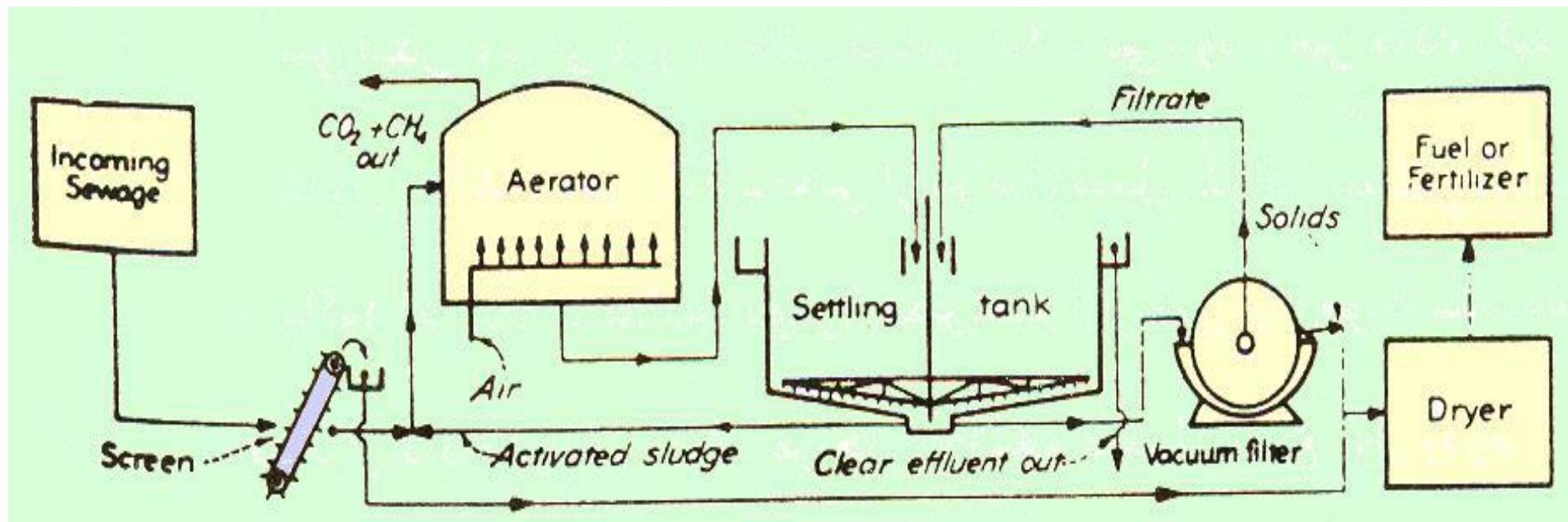
جدا کردن همه مواد نامحلول بنام لجن (۹۰٪ فاضلاب)

ب) عملیات نوع دوم :

هضم هوازی مواد آلوده (مواد آلی) بروش بیولوژیکی
لجن حاصل از جسد باکتریهای مرده صاف و جدا می شود



نمودار یک سیستم هوادهی به فاضلابهای شهری



چگونگی رفع و دفع لجن ها

- تغلیظ لجن :

افزودن عوامل غلیظ کننده مثل آلومین

- پایدار کردن لجن :

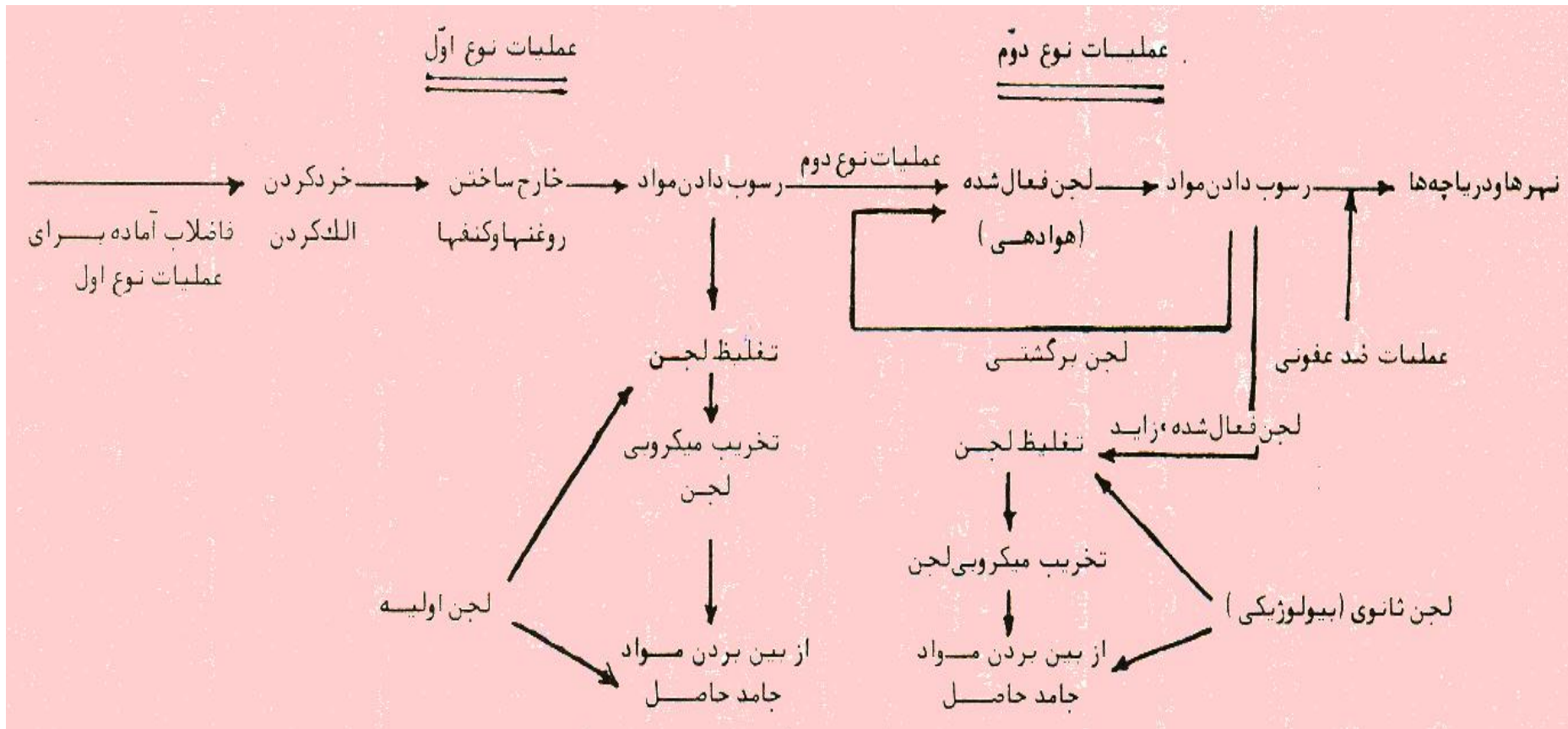
تحت شرایط تخمیر ناهوازی (مقداری هم تخمیر هوازی)

(تجزیه مواد جامد- کم شدن بو- کاهش میکروبهای بیماری زا - تولید متان)

- خشک کردن لجن یا سوزاندن (بعنوان خاک یا کود با شرایط مناسب)



مراحل عملیات نوع اول و دوم



عملیات نوع سوم

- خارج ساختن همه مواد تجزیه نشدنی از آب

- با تنظیم pH روی ۱۰ و هوادهی در سیستم ، ازت بصورت گاز آمونیاک خارج می شود



باکتری یا به کمک باکتری
در تانک اول



باکتری



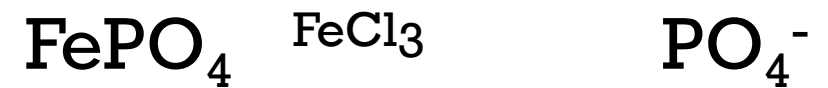
در تانک دوم

ادامه دارد



ادامه عملیات نوع سوم

- برای خارج کردن فسفات، کلروفریک اضافه می شود



- استفاده از جذب سطحی روی زغال برای جدا کردن موادشیمیایی سمی تجزیه نشدنی

- بوسیله کلر زنی یا اوزون میکروبهای بیماری زا از بین می روند



فرآیندهای تهیه ترکیبات آلی

■ ترکیبات اصلی آلی که منشاء تولید بسیاری از مواد آلی هستند :

اتیلن ، پروپیلن ، بوتن ، بنزن ، تولوئن ، زایلن و متان

■ تبدیل نفت خام به مواد شیمیایی خالص :

۱- روشهای جداسازی که در آنها ماهیت شیمیایی مواد تغییر نمی کند

۲- فرآیندهای تبدیل ، که در آنها ماهیت شیمیایی مولکولها تغییر می کند



فرآیندهای جداسازی

■ استخراج با حلال :

بر اساس انحلال پذیری متفاوت ترکیبات در مایعات مخلوط نشدنی

■ مثال :

- ۱- استخراج ترکیبات رنگین گوگرد و اکسیژن با استفاده از فورفورال
- ۲- استخراج مخلوط آرماتیکهای بنزن ، تولوئن و زایلن با استفاده از اتیلن گلیکول



فرآیندهای جداسازی

جذب توسط الک مولکولی (Molecular Sieve)

■ از آلومینو سیلیکاتهای متخلخل بعنوان الک مولکولی استفاده می شود

■ اندازه حفره ها برای بعضی از مولکولهای آلی مناسب و
برای سایر مواد مناسب نیست

■ مثال :

جدا کردن محصول جانبی C_4 متشکل از ایزوبوتن ، ۱- بوتن ، ۲- بوتن و بوتان ،

که n - بوتن و بوتان در حفره های $3-10 \text{ \AA}$ جذب ولی ایزوبوتن که در این حفره ها

جا نمی گیرد به صورت خالص جدا می شود.



فرآیندهای جداسازی - تبلور

با سرد کردن محلول و سپس صاف کردن ، مواد بلورین را می توان جداسازی کرد

مثال :

جداکردن پارا-زایلن از ایزومرهای اورتو و متا ، با این روش انجام میشود

■ تقطیر :

با فرآیند تقطیر می توان مولکولهای کوچکتر را به ترتیب جدا سازی کرد

مثال :

جدا کردن هیدرو کربورهای سبک ($C_1 - C_4$) ، بنزین سبک ($C_4 - C_{10}$) ، نفت سفید ($C_9 - C_{16}$) ، گازوئیل ($C_{15} - C_{25}$) و روغنهای چرب کننده و قیر



اجزاء حاصل از اولین تقطیر نفت خام

نام جزء	دمای جوش °C	توضیح
گازها	< 20	پارافینهای $C_1 - C_4$ از قبیل گاز طبیعی
بنزین سبک	20 – 150	ترکیبات آلیفاتیک و آلیفاتیک حلقه ای ($C_4 - C_{10}$)
بنزین سنگین	150 – 200	سوخت و تهیه مواد شیمیایی
نفت سفید	175 – 275	ترکیبات $C_9 - C_{16}$, سوخت جت و سوخت معمولی
گازویل	200 – 400	ترکیبات $C_{15} - C_{25}$, سوخت موتورهای دیزلی , سوخت معمولی و کراکینگ برای تهیه اولفینها
روغنهای چرب کننده	> 350	روغن کاری , کراکینگ کاتالیزوری و تبدیل به اولفینهای سبک
سوخت روغنی سنگین	> 350	سوخت کاتالیزوری , کراکینگ کاتالیزوری و تبدیل به ترکیبات سبکتر
آسفالت		آسفالت جاده ها , کارهای ساختمانی



در پالایشگاهها با عملیات کراکینگ و تقطیر اهداف زیر دنبال می شود :

۱- تولید بیشترین مقدار ترکیبات با عدد اکتان بالا در بنزین

۲- تغییر هیدروکربنهای بزرگتر از C_{10} یا کوچکتر از C_4 باگستره $C_4 - C_{10}$ (بنزین)

■ عدد اکتان :

معیاری از تمایل به احتراق خود به خودی است .

(مقایسه احتراق نمونه بنزین با احتراق مخلوطهای n -هپتان و ایزو اکتان)



انواع واکنشهای پالایشگاهی

۱- کراکینگ گرمائی :

استفاده از گرما ($400-500^{\circ}\text{C}$) برای تبدیل آلکانها به آلکنها و هیدروژن ,
شکستن پیوند کربن - هیدروژن

۲- کراکینگ کاتالیزوری :

عملیات کراکینگ در حضور کاتالیزور و گرما ($450-550^{\circ}\text{C}$) , آسانتر
انجام می شود ,

شکستن پیوند کربن - هیدروژن و کربن - کربن

مثال : تولید بنزین که کاتالیزور مناسب آن زئولیتها می باشند.



ادامه انواع واکنشهای پالایشگاهی

۳- هیدروکراکینگ و واکنش با هیدروژن :

در حضور کاتالیزورهایی مثل پالادیوم روی یک زئولیت هیدروکربنهای کوچکتر یا Co – Mo روی آلومین ، هیدروکربنهای محتوی ترکیبات نیتروژن و گوگرد ، آمونیاک ، هیدروژن سولفیت و آب تولید می شود.

۴- بسپارش :

از اولفینهای سبک ، هیدروکربنهایی درگستره بنزین بدست می آید

(کاتالیزور: مخلوطی از H_3PO_4 و نوعی خاک است)



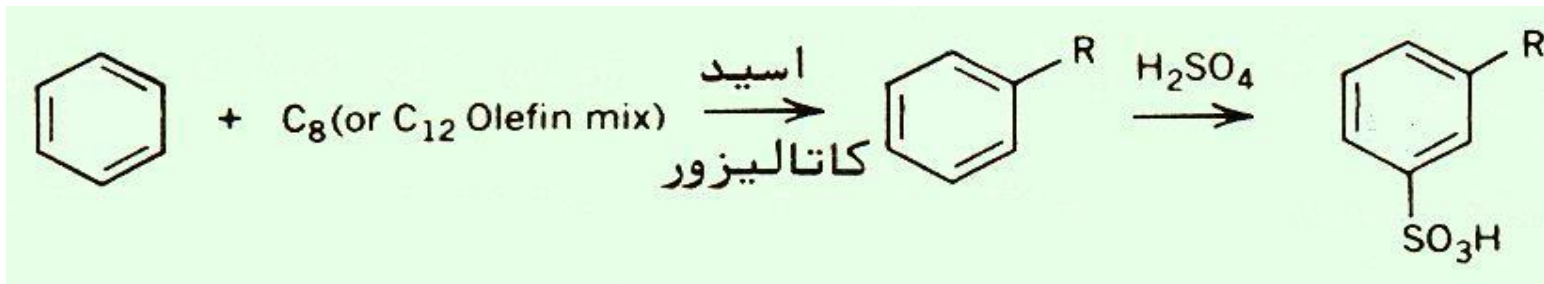
ادامه انواع واکنشهای پالایشگاهی

۵- آلکیل دار کردن :

از ترکیب یک اولفین سبک (ایزوبوتن) و یک پارافین (ایزوبوتان) هیدروکربن هایی در گستره بنزین تا C_{10} تولید می شود

کاتالیزور : H_2SO_4 یا HF

برای تولید مواد پاک کننده نیز از این روش استفاده می شود



مثال :



ادامه انواع واکنشهای پالایشگاهی

۶- رفرمینگ کاتالیزوری :

تبدیل هیدروکربنهای آلفاتیک (زنجیر مستقیم و حلقه ای) به
هیدروکربنهای آروماتیک (بنزن ، تولوئن و زایلن)

کاتالیزور : Pt یا Pt-Re روی آلومین



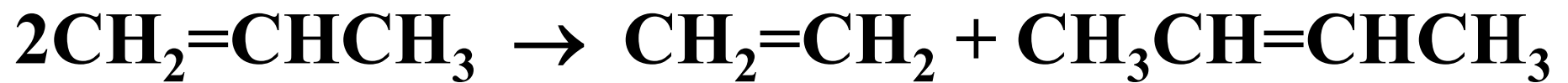
ادامه انواع واکنشهای پالایشگاهی

۷- تبدیل هفت ترکیب اساسی به یکدیگر :

تبدیل مواد کم ارزش به ترکیبات ارزشمند تجاری

مثال :

تبدیل پروپیلن به اتیلن و بوتن (متاتز)

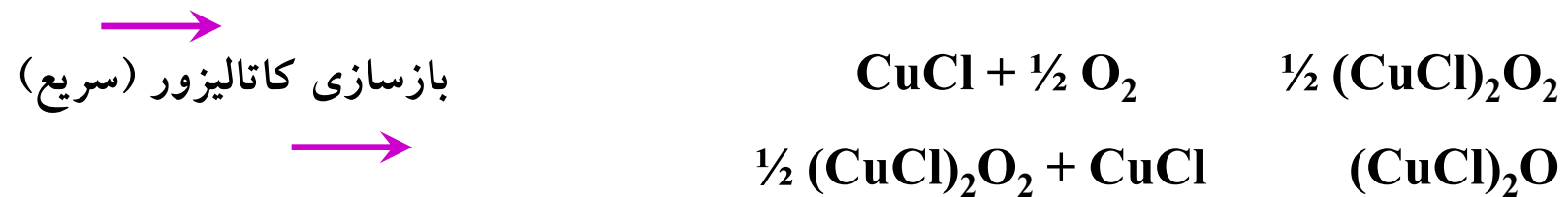


فرآیند صنعتی با استفاده از شیمی اتیلن

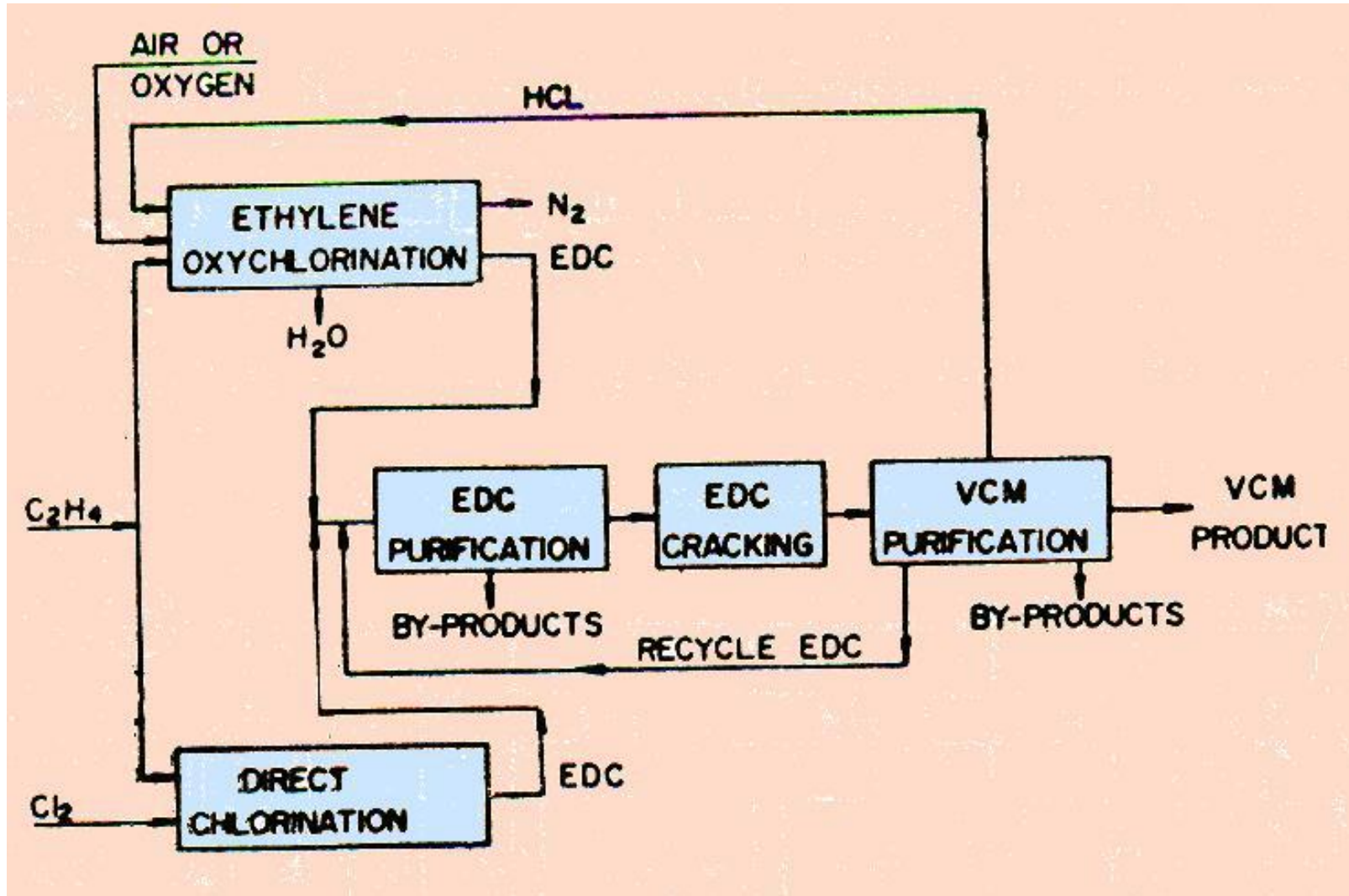
۱- وینیل کلراید مونومر (*VCM*) : روش قدیمی تر (واکنشها بسیار گرمازا است)



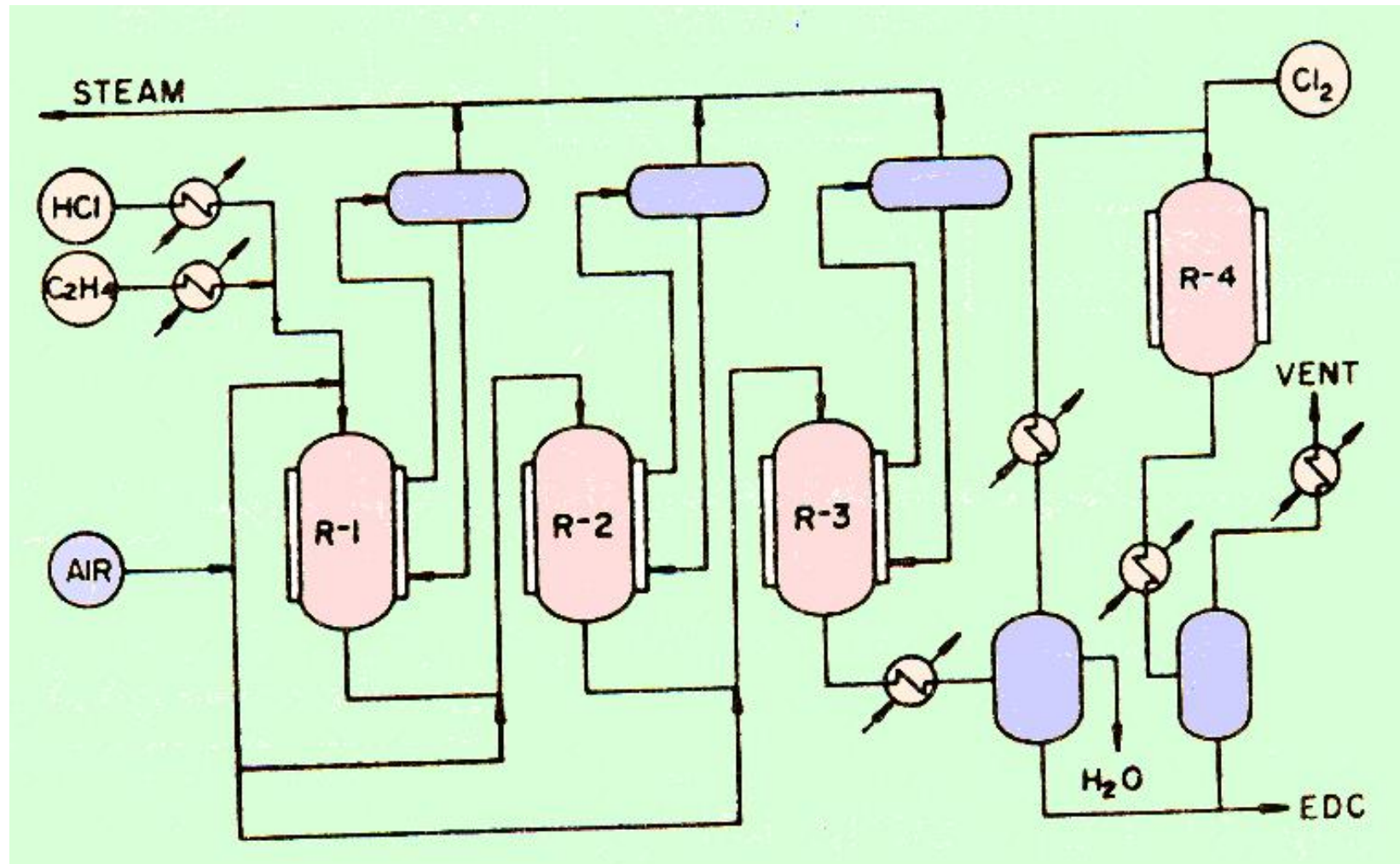
روش جدید برای تولید وینیل کلراید : اکسی کلردار کردن اتیلن



سیستم گردشی تولید وینیل کلراید با دو روش



سیستم گردش فرآیند اکسی کلر دار کردن اتیلن در تولید وینیل کلراید



هیدرو کلر زدایی و تشکیل وینیل کلراید



واکنش به شدت گرماگیر است – در کوره پیرولیز و بدون نیاز به کاتالیزور

(راندمان ۵۰-۶۰ درصد)

اتیلن دی کلرو مازاد به ظرف خالص سازی باز گردانده می شود

HCl تولید شده برای واکنش اکسی کلردار کردن استفاده می شود

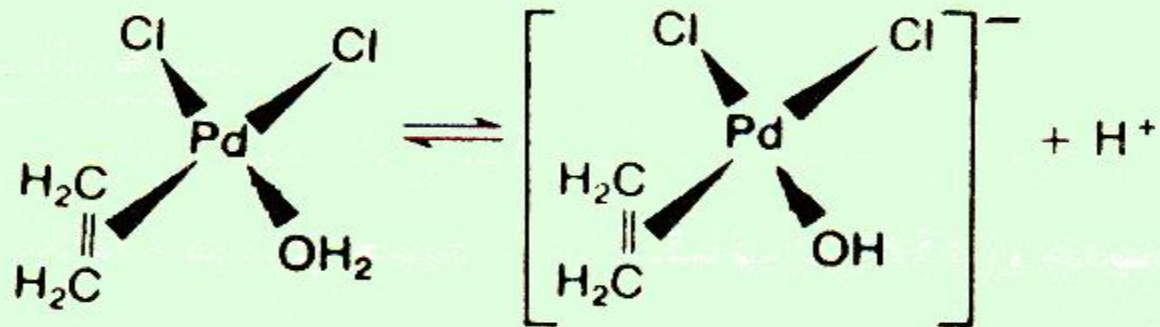
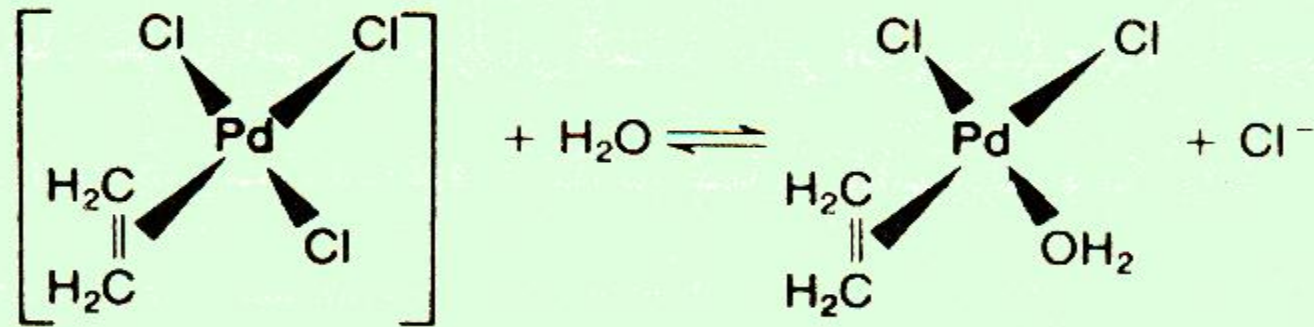
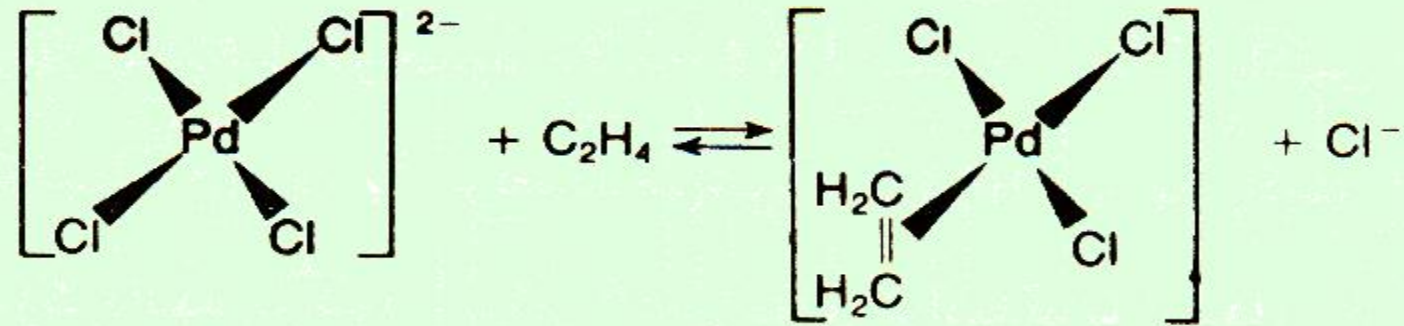


تولید استالدهید $\text{CH}_3\text{-CHO}$

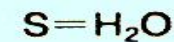
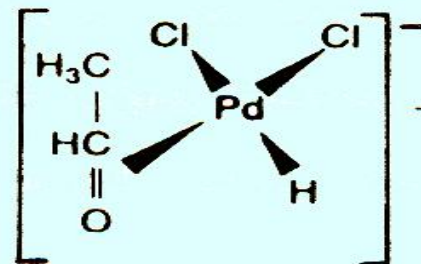
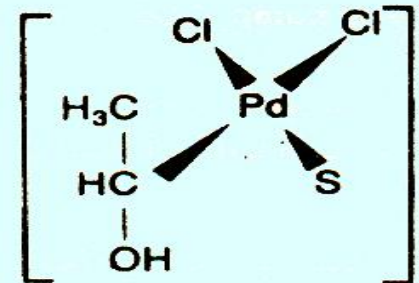
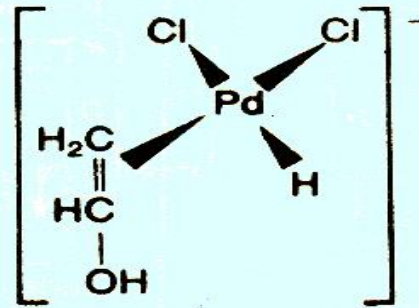
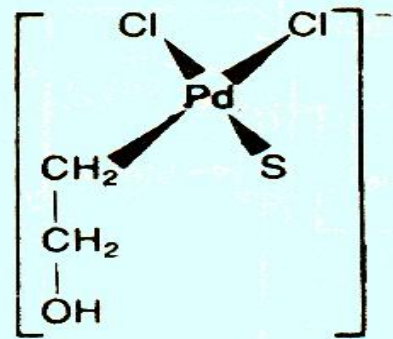
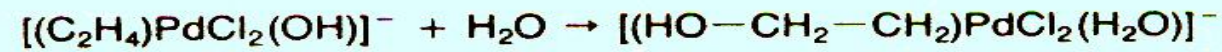
■ جدیدترین روش : واکنش واکر



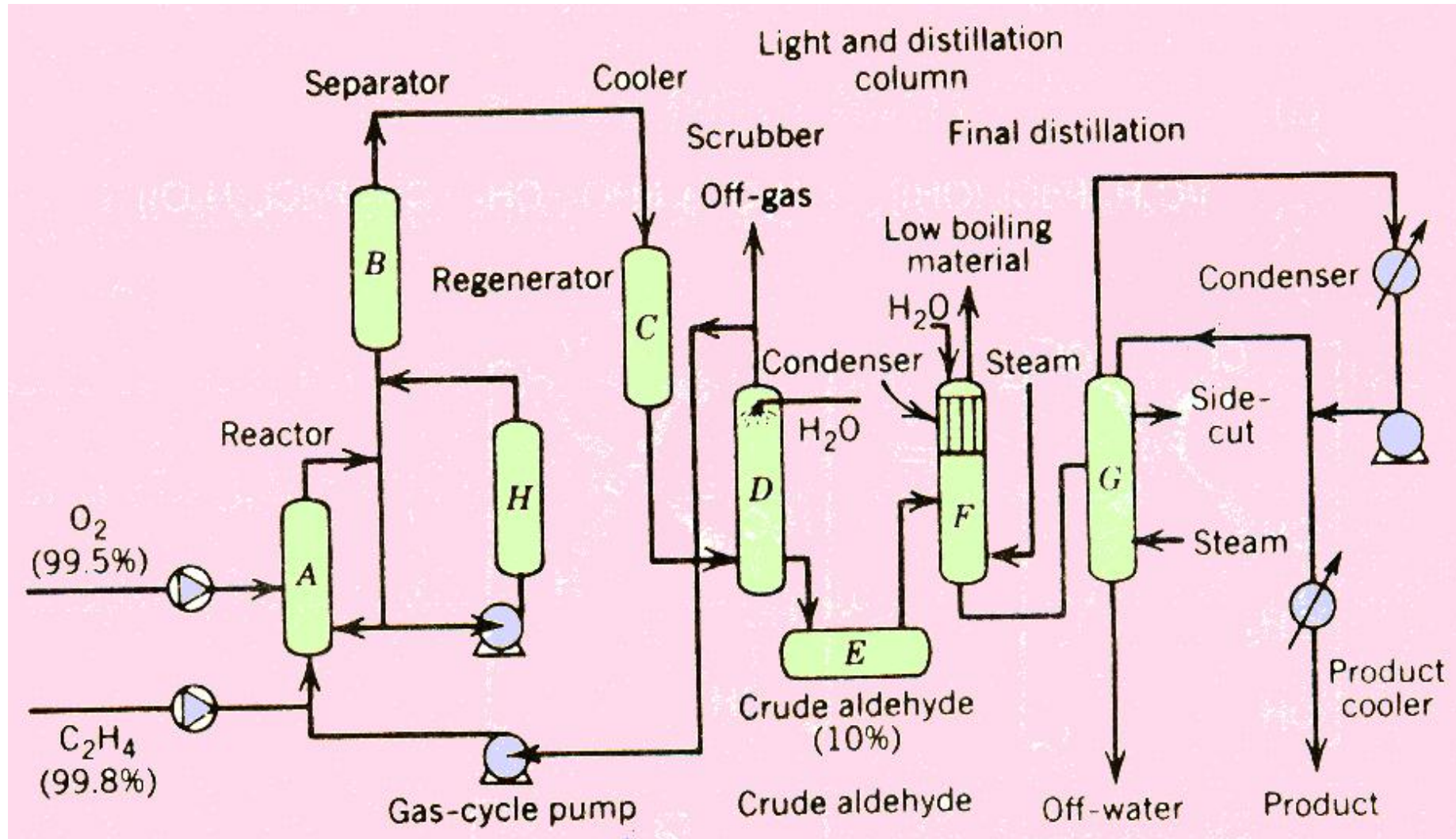
مکانیسم واکنش واکر



ادامه مکانیسم واکنش واکر - مرحله تعیین کننده سرعت



شرایط فرآیند گردش تولید استالدهید

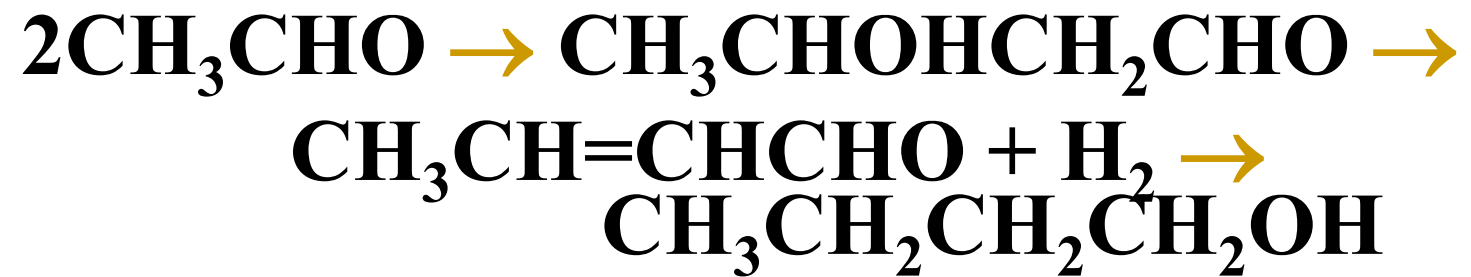


تولید صنعتی بوتانول

۱- در گذشته از طریق تخمیر

(امروزه با وجود نفت با قیمت مناسب این روش متداول نیست)

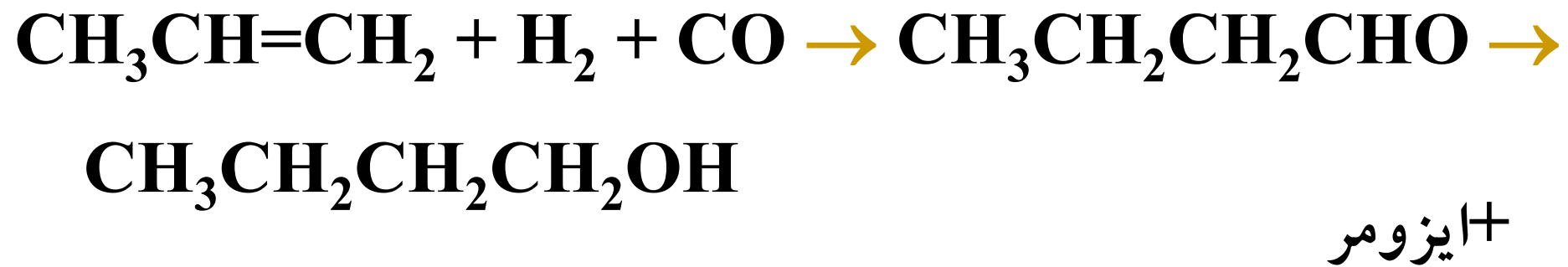
۲- فرآیند مبتنی بر استالدهید



ادامه تولید صنعتی بوتانول

۳- جدیدترین فرآیند :

هیدروفرمیل دار کردن - ماده اولیه پروپیلن

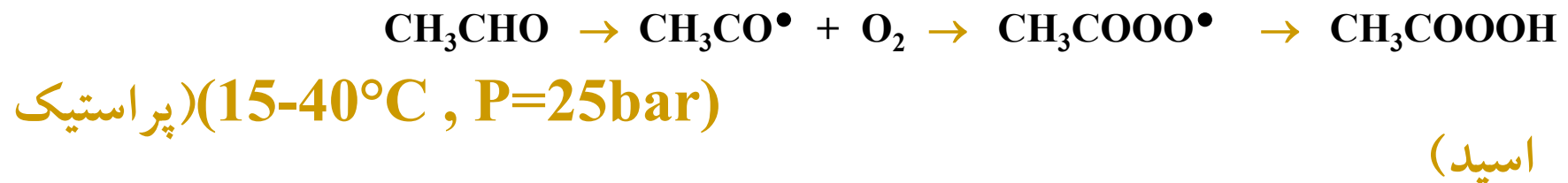


چنانچه بجای پروپیلن از اتیلن استفاده شود ، پروپونالدئید و بعد پروپیونیک اسید تولید می شود



فرآیند تولید استیک اسید و پراستیک اسید

با کنترل اکسایش استالدهید , استیک اسید و پراستیک اسید بدست می آید.

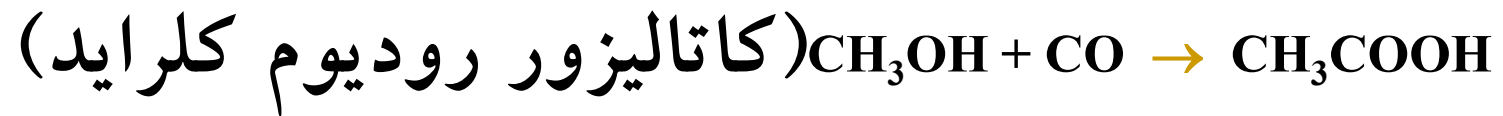


(در حضور کاتالیزورهای استات منگنز و استات کبالت پراستیک اسید تجزیه می شود)

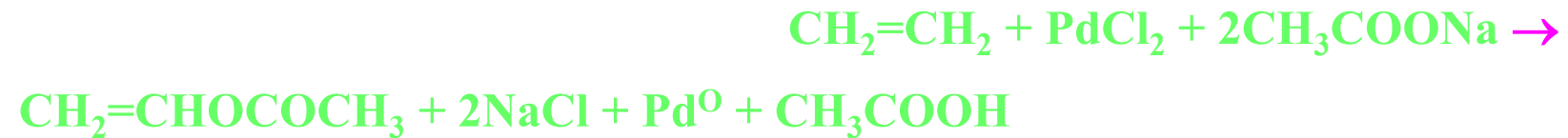


فرآیند جدید تولید استیک اسید :

کربونیل دار کردن متانول :



تولید وینیل استات فرآیند

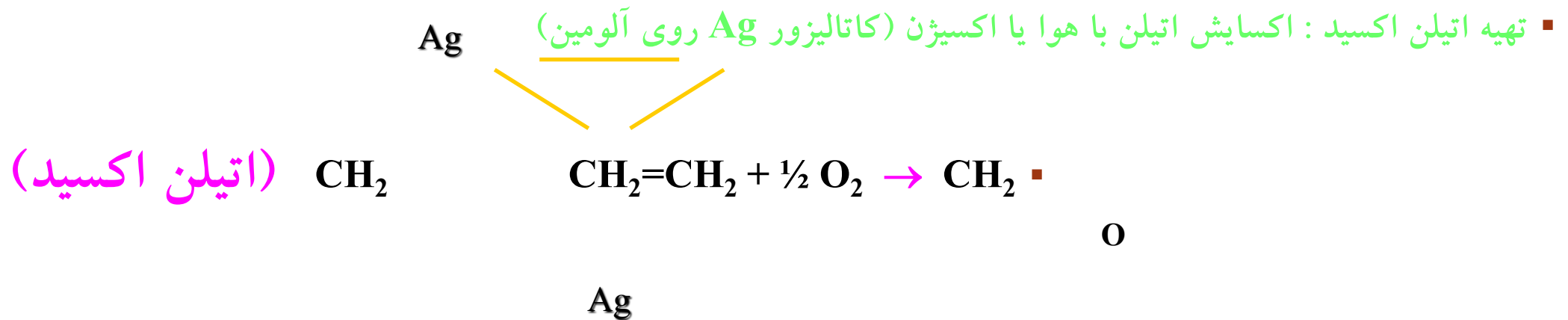


■ مشابه تهیه استالدهید ، کاتالیزور PdCl_2 که بوسیله $\text{Cu} \text{ II}$ احیا میشود

■ استیک اسید محصول جانبی است که بعنوان ماده اولیه بکار میرود



واکنشهای افزایش به پیوند دوگانه اتیلن و تولید محصولات صنعتی

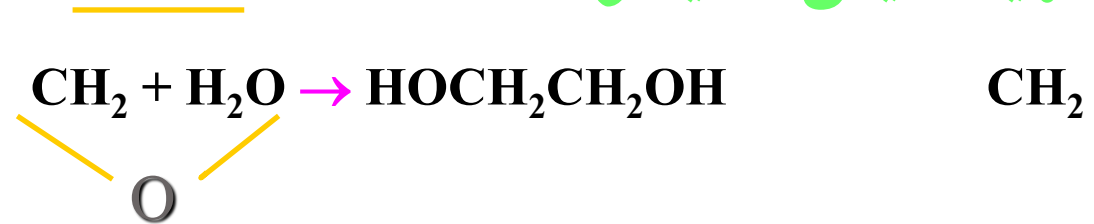


واکنش واقعی در حضور کاتالیزور نقره



واکنشهای افزایش به پیوند دوگانه اتیلن و تولید محصولات صنعتی

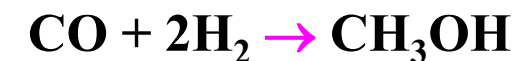
■ تهیه اتیلن گلیکول :



■ مواد اولیه تهیه اتیلن گلیکول :

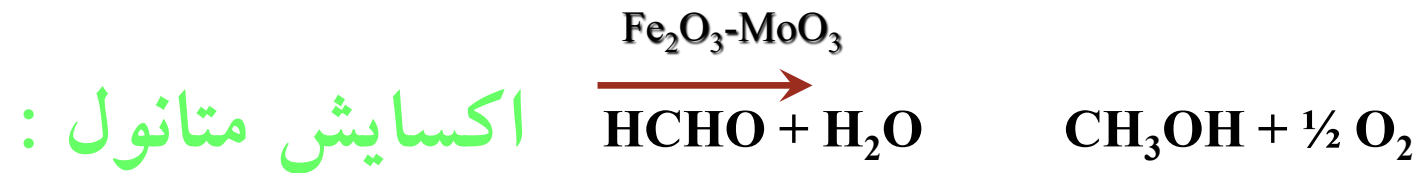
۱- کربن مونوکسید و هیدروژن : گاز سنتز باید بدون گوگرد باشد (از بین نرفتن کاتالیزورها)

۲- متانول : از گاز سنتز تهیه میشود



ادامه مواد اولیه تهیه اتیلن گلیکول :

۳- فرمالدهید :



هیدروژن زدایی



واکنش گرماگیر - H_2 بعنوان سوخت استفاده میشود

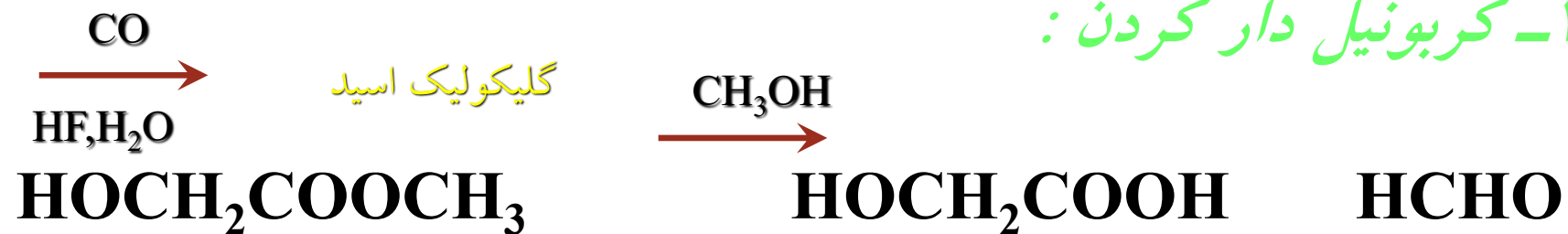


فرآیندهای تولید اتیلن گلیکول ، مبتنی بر گاز سنتز

۱- واکنش مستقیم :



۲- کربونیل دار کردن :



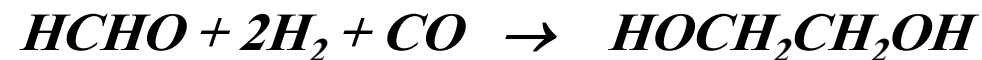
ادامه فرآیندهای تولید اتیلن گلیکول ، مبتنی بر گاز سنتز

۳- هیدروفرمیل دار کردن فرمالدهید



کاتالیزور گرانتیست ، مقدار گوگرد موجود در فرمالدهید و گاز سنتز باید بسیار کم باشد

۴- هیدروفرمیل دار کردن کاهشی :

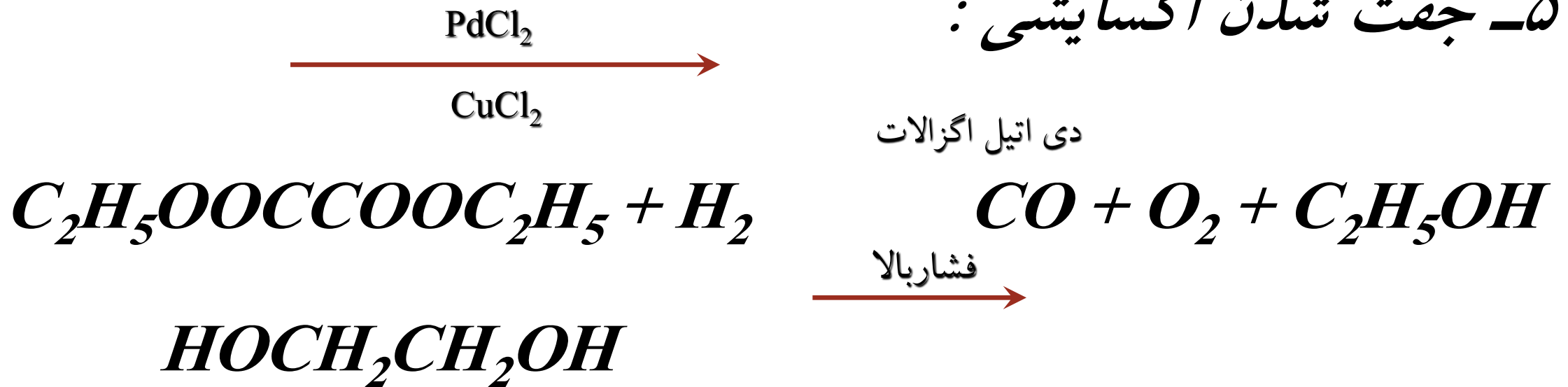


هم هیدروفرمیل دار کردن هم کاهش همزمان در یک راکتور انجام میشود



ادامه فرآیندهای تولید اتیلن گلیکول ، مبتنی بر گاز سنتز

۵- جفت شدن اکسایشی :

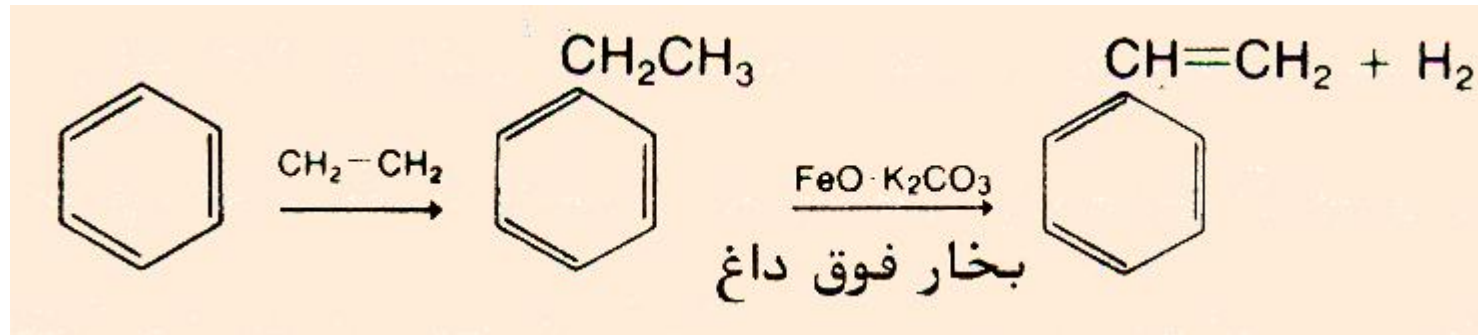


در این روش می بایست گاز سنتز به اجزاء خود تفکیک شود (پر هزینه)



تهیه استیرن - $C_6H_5-CH=CH_2$

۱- روش قدیمی تر



۲- فرآیند اکسیران ، روشی نوین :

اتیل بنزن به هیدروکسی پروکسید و بعد با پروپیلن به پروپیلن اکسید و متیل فنیل کربنئول و سپس با از دست دادن آب به استیرن تبدیل میشود

