



آیا جزوه را از سایت ما دانلود کرده اید؟

کتابخانه الکترونیکی **PNUEB**

پیام نوری ها بشتابید

مزایای عضویت در کتابخانه **PNUEB**:

دانلود رایگان و نامحدود خلاصه درس و جزوه

دانلود رایگان و نامحدود حل المسائل و راهنما

دانلود کتابچه نمونه سوالات دروس مختلف پیام نور با جواب

**WWW.PNUEB.COM**

# کتابچه نمونه سوالات چیست:

سایت ما **افتخار** دارد برای اولین بار در ایران توانسته است کتابچه نمونه سوالات تمام دروس پیام نور که هر یک حاوی تمامی آزمون های برگزار شده پیام نور (تمامی نیمسالهای موجود **فتی الامکان** با **جواب**) را در یک فایل به نام کتابچه جمع آوری کند و هر ترم نیز آن را آپدیت نماید.

## مراحل ساخت یک کتابچه نمونه سوال

**(برای آشنایی با زحمت بسیار زیاد تولید آن در هر ترم):**

دسته بندی فایلها - سرچ بر اساس کد درس - پسابندن سوال و جواب - پیدا کردن یک درس در نیمسالهای مختلف و پسابندن به کتابچه همان درس - پسابندن نیمسالهای مختلف یک درس به یکدیگر - وارد کردن اطلاعات تک تک نیمسالها در سایت - آپلود کتابچه و فیلدی موارد دیگر..

**همچنین** با توجه به تغییرات کدهای درسی دانشگاه استثنائات زیادی در ساخت کتابچه بوجود می آید که کار ساخت کتابچه را بسیار پیچیده می کند.

**WWW.PNUEB.COM**

کتابخانه الکترونیکی **PNUEB**  
**WWW.PNUEB.COM**



دانشگاه پیام نور

عنوان درس : شیمی صنایع معدنی  
تعداد واحد : ۳ واحد  
منبع : شیمی معدنی صنعتی  
مؤلف : بوختر، اشلیبس، وینتر، بوخل  
تهیه کننده : دکتر محمد حکیمی

Payam Nour University Ebook



...کتابخانه الکترونیکی پیام نور...

## فهرست:

فصل ۱	ترکیبات نیتروژن دار
فصل ۲	ترکیبات فسفر دار
فصل ۳	ترکیبات گوگرد دار
فصل ۴	صنایع فلزی
فصل ۵	سیلیکونها
فصل ۶	صنعت شیشه
فصل ۷	صنعت سیمان
فصل ۸	صنایع سرامیک و مواد نسوز
فصل ۹	اجسام سخت
فصل ۱۰	رنگینه های معدنی

# فصل اول: ترکیبات نیتروژن دار

WWW\*PNUeB\*COM

# آمونیاک:

ماده اولیه همه مواد نیتروژن دار است.

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور ...

## اهمیت اقتصادی آمونیاک:

ظرفیت تولید آمونیاک در مناطق مختلف جهان (× ۱۰<sup>۶</sup> تن NH<sub>۳</sub>)

آفریقا	آسیا و اقیانوسیه	شوروی (سابق)	اروپای شرقی	اروپای غربی	آمریکای مرکزی و جنوبی	ایالات متحده آمریکا	آمریکای شمالی	جهان	
۱/۱	۱۸/۵	۱۰/۹	۸/۵	۱۷/۲	۲/۶	۱۴/۳	۱۸/۳	۷۷/۲	۱۹۷۵
۲/۳	۳۲/۴	۲۰/۰	۱۱/۲	۱۷/۸	۴/۵	۱۸/۶	۲۱/۴	۱۰۹/۷	۱۹۸۰
۳/۴	۴۰/۶	۲۵/۳	۱۳/۹	۱۷/۳	۷/۳	۱۶/۴	۲۰/۷	۱۲۸/۳	۱۹۸۵*

\* تخمینی

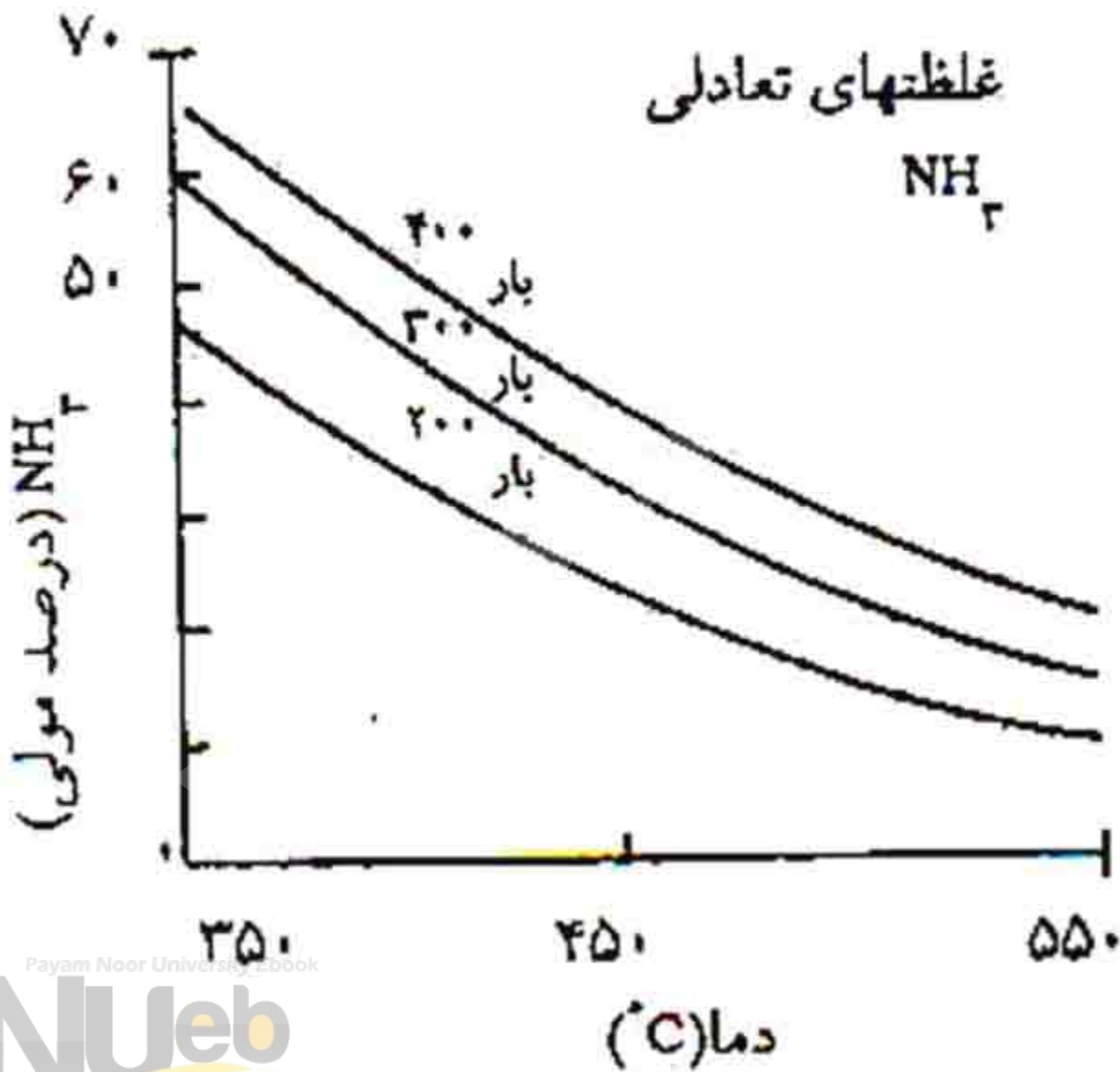


تولید آمونیاک:



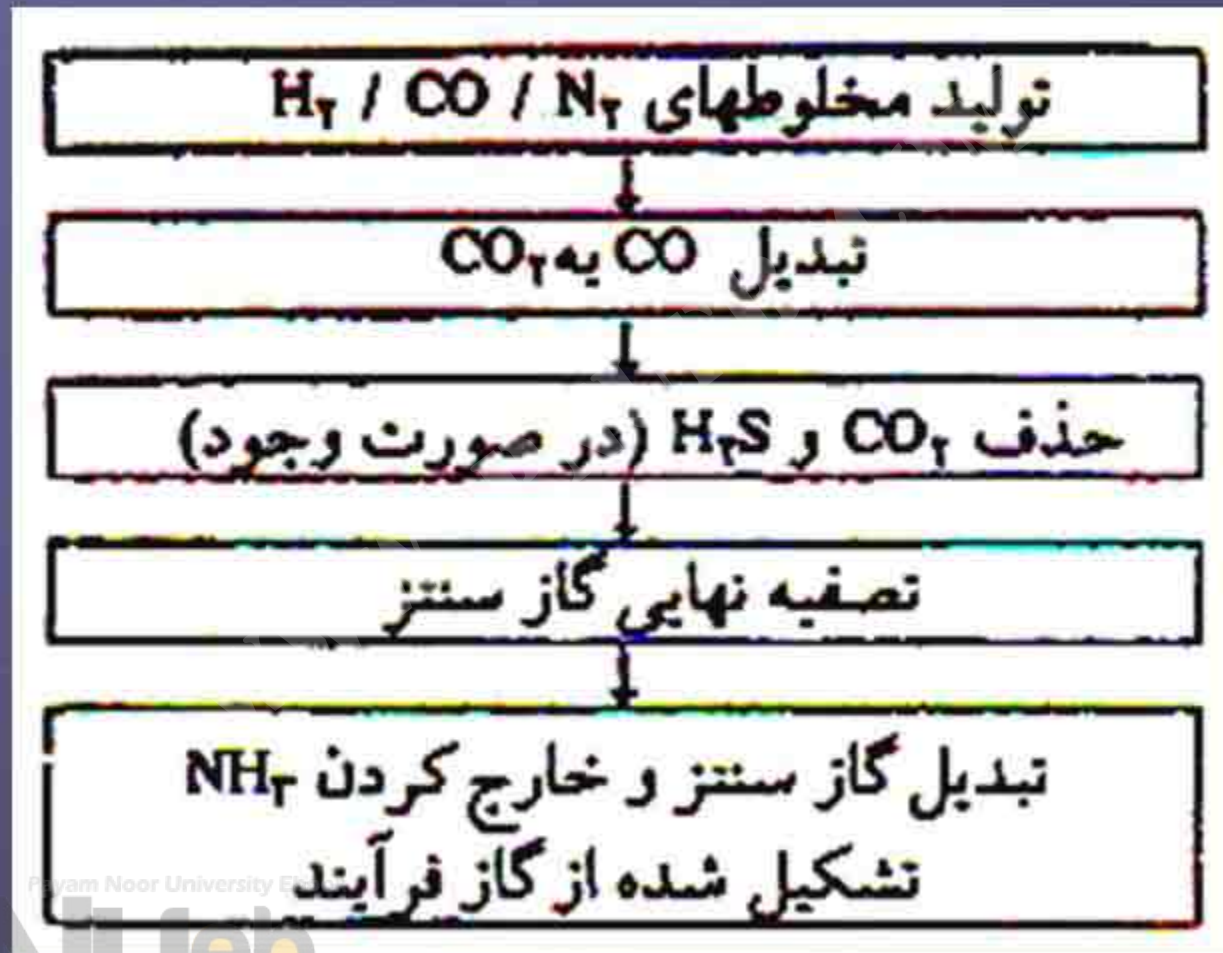
تشکیل آمونیاک از نیتروژن و هیدروژن در فرآیند Haber-Bosch توسط عوامل زیر تشویق می‌گردد:

- فشار بالا
- درجه حرارت پایین
- کاتالیزور فعال
- خارج کردن  $NH_3$  از مخلوط تعادلی
- گاز خالص (حضور گاز خنثی یا حداقل میزان ممکن)



Payam Noor University E-book

## مراحل سنتز آمونیاک:



- $N_2$  - از هوا یا گاز طبیعی
- $H_2$  - از واکنش گاز طبیعی یا نفتا با  $H_2O$   
(توسط بازسازی با بخار آب)
- از نفت کوره (مازوت) سنگین و  $H_2O$  (به  
وسیله اکسایش جزئی)
- از زغال سنگ و آب (به کمک گازی کردن  
زغال سنگ)

تولید مخلوطهای هیدروژن، نیتروژن و کربن مونو کسید:

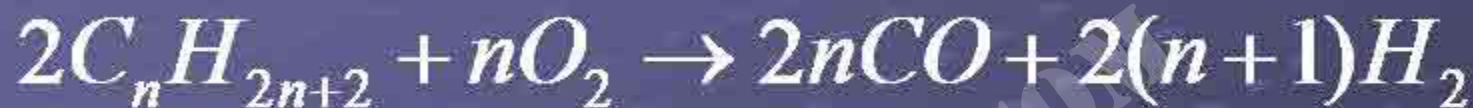
الف- بازسازی با بخار آب (از گاز طبیعی و نفتا)



- گوگرد زدایی مواد خام با هیدروژن دهی
- جذب هیدروژن سولفید بر روی اکسید روی
- تفکیک متان یا نفتا با بخار آب تحت فشار ۸۳۰-۷۰۰ اتمسفر در حضور کاتالیزورهای NiO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(-MgO)
- تبدیل متان به هیدروژن و کربن مونو کسید با استفاده از کاتالیزور نیکل
- تنظیم نسبت استوکیومتری هیدروژن- نیتروژن

تولید مخلوطهای هیدروژن، نیتروژن و کربن مونو کسید:

ب- اکسایش جزئی مازوت (نفت کوره) سنگین



- احتراق ناقص اجزاء نفت خام در دمای ۱۵۰۰-۱۰۰۰ درجه و تحت فشار ۴۰-۳۰ اتمسفر
- خروج دوده به عنوان محصول جانبی

مزایا:

- ۱- نیاز به استفاده از کاتالیزور نیست.
- ۲- گوگرد زدایی لازم نیست.

معایب: لزوم ایجاد یک واحد مایع کننده هوا جهت استخراج اکسیژن

Payam Noor University Ebook



تولید مخلوطهای هیدروژن، نیتروژن و کربن مونوکسید:

ج- گازی کردن زغال سنگ



WWW\*PNUeB.COM

# فرآیندهای صنعتی برای تولید مخلوطهای هیدروژن، نیتروژن و کربن مونوکسید:

۱- فرآیند Lurgi: استفاده از بستر جامد به همراه هم زدن مکانیکی

۲- فرآیند Winkler: استفاده از بستر شناور بدون فشار

۳- فرآیند Koppers-Totzek: استفاده از زغال سنگ به صورت نرمه خاکستر در فشار هوا و دمای ۱۶۰۰-۱۴۰۰ درجه



تبدیل کربن مونو کسید:



- استفاده از کاتالیزورهای اکسید کروم- آهن در دمای بالا.
- اگر مقدار گوگرد زیاد باشد از کاتالیزورهای حاوی Co/Mo در دمای بالا استفاده می شود.
- اگر مقدار گوگرد کم باشد، از کاتالیزورهای CuO/ZnO در دمای پایین استفاده می شود.

## حذف $\text{CO}_2$ و $\text{H}_2\text{S}$ :

اساس کار: جذب شیمیایی یا فیزیکی در حلالهای مختلف

جذب فیزیکی: برای گازهای حاوی  $\text{H}_2\text{S}$  و توسط متانول، کربنات پروپیلن، N-متیل پیرولیدون و پلی (اتیلن گلیکول دی متیل اتر انجام می شود.

جذب شیمیایی: برای گازهای عاری از  $\text{H}_2\text{S}$  و توسط مونو، دی و تری اتاتول آمین، دی ایزوپروپانول آمین، محلولهای پتاسیم کربنات و مونومتیل آمینوپروپیونات پتاسیم انجام می شود.

## تصفیه نهایی گازهای سنتز:

- حذف اولیه  $H_2O$ ،  $CO_2$  و هیدروکربنها توسط زئولیت‌ها.
- خروج  $CO$  با استفاده از ستونهای پر شده از نیتروژن مایع.
- مقادیر باقیمانده گاز  $CO$  با روش متان‌دار کردن در حضور کاتالیزورهای نیکلی در دما و فشار بالا حذف می‌شود:



## ترکیب گاز سنتز پس از متان‌دهی:

٪.۷۴/۰	H <sub>۲</sub> ●
٪.۲۴/۷	N <sub>۲</sub> ●
٪.۱/۰	CH <sub>۴</sub> ●
٪.۰/۳	Ar ●
< ۱۰ ppm	CO + CO <sub>۲</sub> ●

## کاتالیزورهای سنتز آمونیاک:

شامل آهن آلفا و اکسیدهای فلزی غیر قابل احیا (تشویق کننده) می باشند.

تشویق کننده‌ها باعث افزایش فعالیت، طول عمر، پایداری حرارتی (مثل  $\text{SiO}_2$  و  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) و کاهش حساسیت آنها به آلودگی (مثل  $\text{CaO}$ ) می شود.

نمونه‌ای از ترکیب کاتالیزور  $\text{NH}_3$  (درصد وزنی):

٪۹۴/۳

٪۰/۸

٪۲/۳

٪۱/۷

٪۰/۵

٪۰/۴

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  ●

$\text{K}_2\text{O}$  ●

$\text{Al}_2\text{O}_3$  ●

$\text{CaO}$  ●

$\text{MgO}$  ●

$\text{SiO}_2$  ●

## مراحل تولید کاتالیزورهای سنتز آمونیاک:

- ذوب مخلوط مگنتیت و تشویق کننده‌ها در دمای ۲۰۰۰-۱۶۰۰ درجه در کوره الکتریکی یا به کمک قوس الکتریکی
- سرد کردن سریع و خرد کردن و دانه‌بندی
- احیاء مگنتیت توسط گاز سنتز در راکتور فشاری



## عوامل آلوده کننده کاتالیزورهای سنتز آمونیاک:

- ترکیبات حاوی اکسیژن، گوگرد و آرسنیک
- هیدروکربن ها و سایر گازهای خنثی

این ترکیبات در اثر جذب سطحی شیمیایی سطح فعال کاتالیزور را کاهش می دهد و فعالیت آن را کم می کند.

WWW\*PNUeB\*COM

## واکنش گاز سنتز و تشکیل آمونیاک:

- خروج آمونیاک و گازهای خنثی
- استفاده از گرمای واکنش برای گرم کردن گاز سنتز سرد.
- بازگردانی گاز سنتز استفاده نشده به رآکتور
- تامین گاز تازه و جبران افت فشار. برای فشرده سازی از کمپرسورهای گرینز از مرکز و یا کمپرسورهای پیستونی استفاده می شود.

www.pnuweb.com



# انواع رآکتور برای تولید آمونیاک:

(۱) رآکتور لوله‌ای

- هم جهت

- غیر هم جهت

(۲) رآکتورهای چندبستری

- خنک‌شونده به وسیله گاز سرد

- خنک‌شونده توسط تبادل حرارتی

- رآکتورهای دارای کاتالیزور قرار گرفته در لایه‌های جداگانه

## جداسازی آمونیاک:

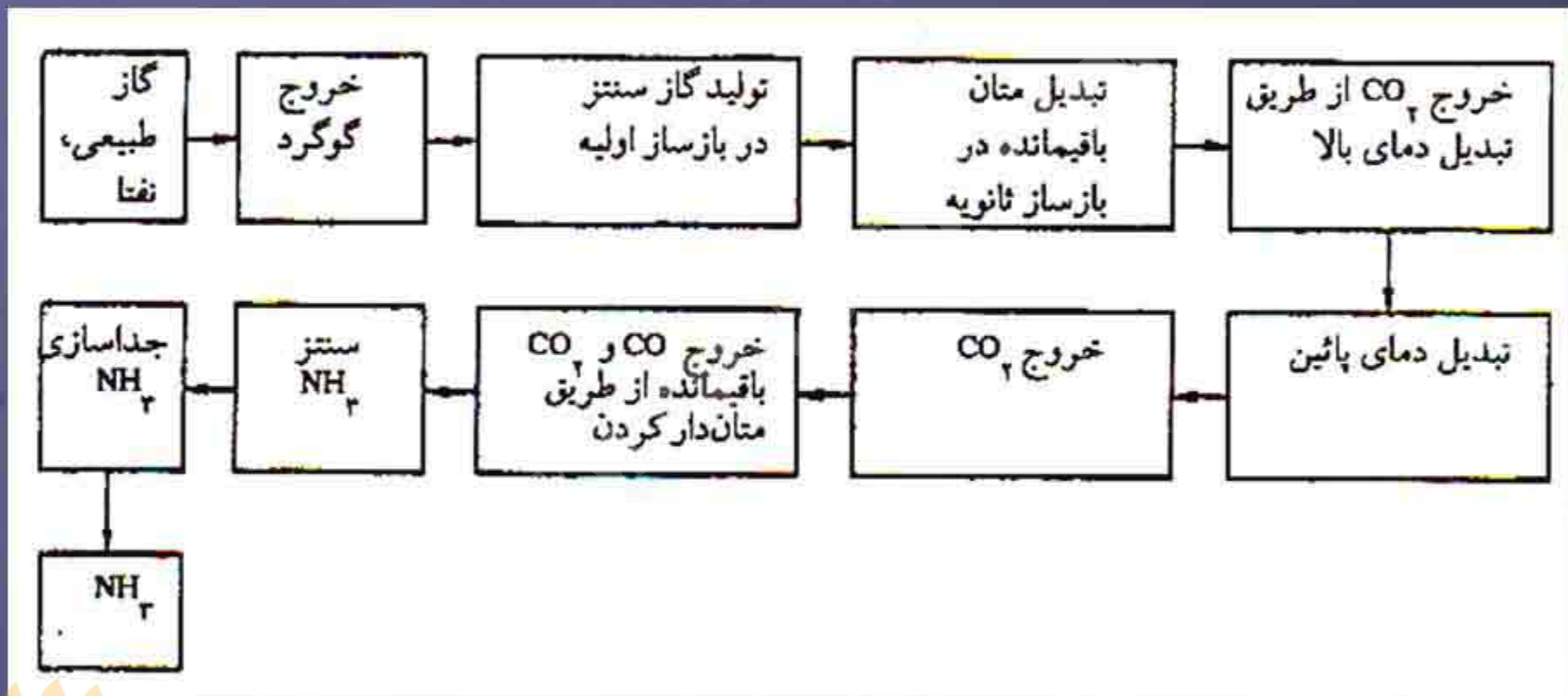
با روش چگالش در دماهای پایین انجام می‌شود. خنک کردن به کمک آب یا هوا انجام می‌گیرد.

آمونیاک حاوی آب از طریق جذب شدن در آب جدا می‌شود.

WWW\*PNUeB\*COM

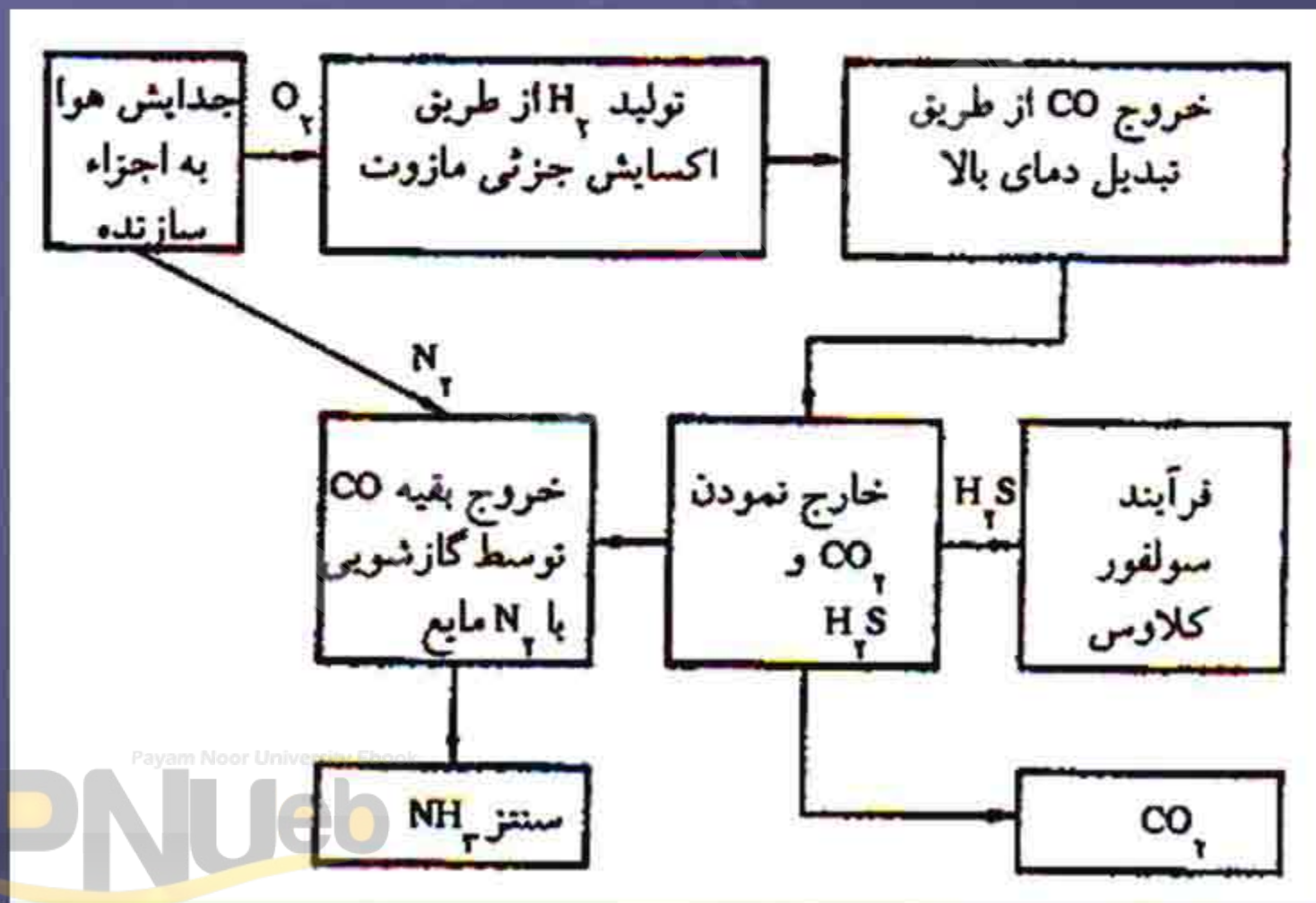
# کارخانه‌های مجتمع سنتز آمونیاک:

۱) طرح واحد سنتز آمونیاک با استفاده از فرآیند بازسازی با بخار آب



# کارخانه‌های مجتمع سنتز آمونیاک:

(۲) طرح واحد سنتز آمونیاک با استفاده از فرآیند اکسایش جزئی



## کاربردهای آمونیاک:

تولید:

- نیتریک اسید

- اوره

- آمونیم فسفات ها

- آمونیم سولفات

- مواد شیمیایی آلی (آمیدها، نیتریل ها و آمین ها)

مواد فوق برای ساخت کودها، پاستیک ها و الیاف و مواد منفجره به کار می روند.

## نیتریک اسید:

یکی از ده ماده شیمیایی صنعتی عمده است.

تولید اسید نیتریک در سال ۱۹۸۳ در مناطق مختلف جهان

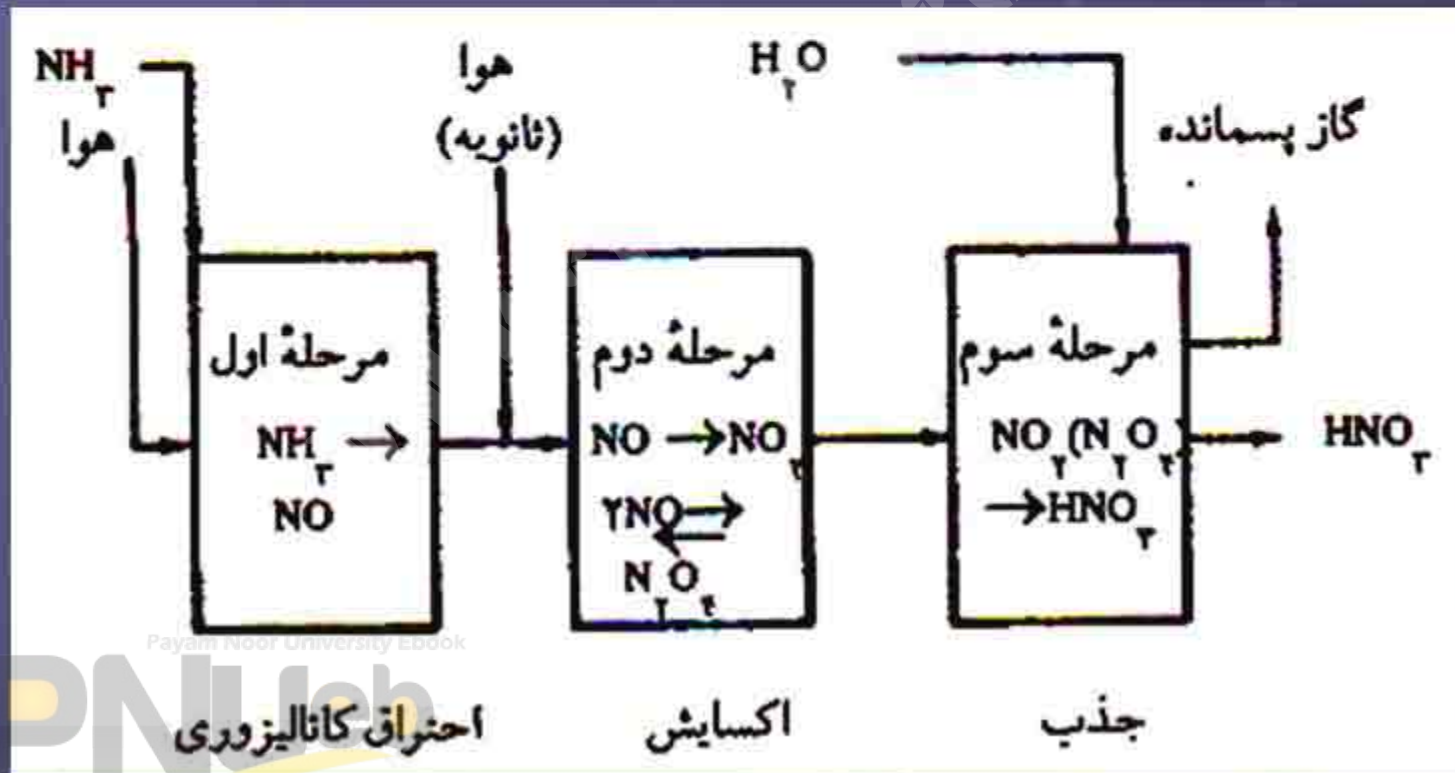
( $\times 10^6$  تن  $\text{HNO}_3$ )

آفریقا	آسیا*	اقیانوسیه	اروپای*	اروپای غربی	آمریکای جنوبی	آمریکای شمالی	جهان*
۰/۱	۱/۴	۴/۹	۱۴/۱	۰/۴	۷/۹	۲۸/۸	

\* بدون احتساب شوروی (سابق) و چین

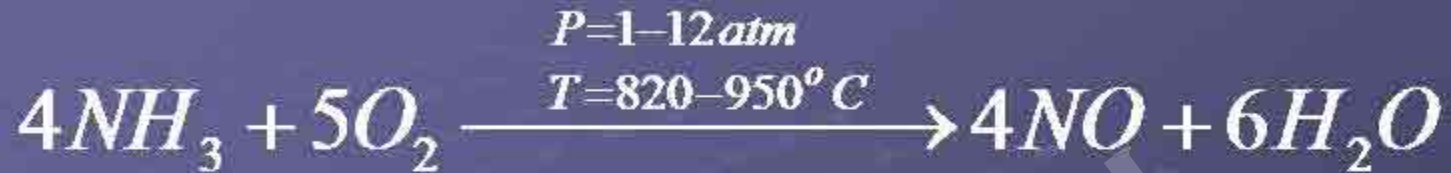
# اصول تولید نیتریک اسید:

فرآیند استوالد:



Payam Noor University Ebook

مرحله اول- احتراق کاتالیزوری آمونیاک:



$$\Delta H = -904 kJ.mole^{-1}$$

محصولات جانبی این مرحله  $N_2$  و  $N_2O$  است که کاهش فشار باعث می شود این محصولات به میزان کمتری تولید شوند.

کاتالیزور به کار رفته یک توری از جنس آلیاژی از پلاتین با یکی از ترکیبهای زیر است:

Pt/Rh به نسبت ۱۰ : ۹۰ یا ۵ : ۹۵

Pt/Rh/Pd به نسبت ۵ : ۵ : ۹۰



مرحله دوم - اکسایش NO:



واکنش در دمای پایین و فشار بالا بهتر پیش می‌رود.

مرحله سوم - تبدیل نیتروژن (IV) اکسید به نیتریک اسید:



برای افزایش جذب واکنشگرها در آب، فشار باید زیاد و دما باید پایین و زمان اتماس باید تا حد امکان بالا باشد. میزان جذب به مقدار آب و انتقال جرم نیز بستگی دارد.

## انواع واحدهای تولید نیتریک اسید:

- (۱) واحدهای تک فشاری - احتراق و جذب در فشار یکسانی انجام می شود.
- (۲) واحدهای دو فشاری - فشار در مرحله احتراق کمتر از مرحله جذب است.

انتخاب نوع کارخانه به توجه به عوامل زیر انجام می شود:

- عوامل محلی
- قیمت مواد خام و انرژی
- هزینه سرمایه گذاری
- قوانین مربوط به انتشار گاز

## عوامل موثر در هزینه‌های تولید نیتریک اسید:

- قیمت آمونیاک
- هزینه‌های نگهداری
- استهلاک
- هزینه‌های پرسنلی
- قیمت انرژی

WWW\*PNUeB\*COM



Payam Noor University Ebook

**PNUeB**

...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

## سیستم‌های انتقال جرم در تولید نیتریک اسید:

- حلقه‌های راشیگ (Raschig Rings)
- صفحات حباب
- صفحات غربال

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook

**PNUeB**

...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

فرآیندهای مستقیم برای تولید نیتریک اسید بسیار غلیظ:

(۱) اکسایش  $N_2O_4$  با اکسیژن خالص در فشار بالا و در حضور آب.

(۲) در اثر جذب  $NO_2/NO$  در  $HNO_3$  تغلیظ شده، اسید سوپر آزنوتروپ تشکیل می شود و با تقطیر می توان نیتریک اسید بسیار غلیظ را جدا کرد.

(۳) فرآیند CNA:



$NO_2$  حاصل پس از خارج کردن آب باقیمانده، جذب نیتریک اسید غلیظ شده و منجمد می شود که با تقطیر آن، نیتریک اسید ۹۸-۹۹ درصد بدست می آید.

ارقام مصرفی به ازای هر تن  $\text{HNO}_3$  ۱۰۰٪  
در فرآیند CNA مستقیم با  $\text{O}_2$  اضافه شده:

●  $\text{NH}_3$  ۲۸۲/۱ تن

●  $\text{O}_2$  ۱۲۵ مترمکعب

● برق ۲۸۵ کیلووات ساعت

● آب خنک کننده ( $\Delta T = 7^\circ\text{C}$ )

● ۲۰۰ مترمکعب

● بخار آب اضافی ۱/۶ تن

فرآیندهای تقطیر استخراجی غیرمستقیم برای تولید نیتریک اسید بسیار غلیظ:

(۱) روش سولفوریک اسید: آب زدایی محلول نیتریک اسید به کمک سولفوریک اسید.

(۲) روش منیزیم نترات: آب زدایی محلول نیتریک اسید به کمک منیزیم نترات

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...



## گازهای پسمانده به دست آمده از تولید نیتریک اسید:

وجود این گازها باعث ایجاد رنگ قهوه‌ای می‌شود. در فرآیندهای CNA و استفاده از روش‌های جذب فشار بالا این گازها به دلایل زیر مشکلات کمتری ایجاد می‌کنند:

- استفاده از صفحات انتقال جرم بهینه
- استفاده از روش‌های مناسب برای خنک کردن
- استفاده از حجم‌های واکنش زیاد

WWW\*PNUeB.COM

## روشهای تصفیه گازهای پسمانده:

- (۱) گازشویی قلیایی با محلولهای سدیم هیدروکسید، آمونیاک یا اوره
- (۲) پس احتراق احیایی با گاز طبیعی، هیدروژن، نفت، کربن مونوکسید و .... این روش گران بوده و همراه با انتشار هیدروکربن است.
- (۳) احیای انتخابی کاتالیزوری توسط آمونیاک.



- (۴) جذب اکسیدهای نیتروژن بر روی الکهای مولکولی

# کاربردهای نیتریک اسید:

ساخت:

- آمونیم نترات
- کودهای شیمیایی
- مواد منفجره
- آدیپیک اسید
- دی نیترو تولوئن
- آنیلین
- سدیم، پتاسیم و کلسیم نترات

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

## کودهای نیتروژن دار:

مصرف جهانی کودهای نیتروژنی ( $\times 10^6$  تن)

سال زراعی	۱۹۸۱/۸۲	۱۹۸۲/۸۳	۱۹۸۳/۸۴	۱۹۸۴/۸۵
مصرف	۶۰/۴۹۸	۶۱/۰۷۹	۶۶/۹۶۱	۷۰/۱۳۶

مصرف کودهای نیتروژنی در مناطق مختلف در سال زراعی ۱۹۸۴/۸۵ ( $\times 10^6$  تن N)

اقیانوسیه	آسیا	آفریقا	آمریکای جنوبی	اروپای شرقی	اروپای غربی	ایالات متحده آمریکا	آمریکای شمالی
۰/۳۵۶	۲۶/۶۳۸	۱/۹۲۰	۳/۱۴۰	۱۵/۳۳۲	۱۱/۰۱۷	۱۰/۴۳۶	۱۱/۷۳۳

تولید کودهای نیتروژن دار- آمونیم سولفات:

خنثی سازی آمونیاکی سولفوریک اسید در رآکتورهای اشباع کننده و یا برجهای واکنش:



در موارد زیر به عنوان فرآورده جنبی تولید می شود:

- متالورژی
- گوگردزایی گازهای دودکش
- آمونیاک واحدهای کک سازی
- اسیدهای زاید حاصل از صنعت شیمیایی آلی
- تولید کاپرولاکتام

تولید کودهای نیتروژن دار- آمونیم نترات:

خشتی سازی نیتریک اسید با آمونیاک گازی



در این فرآیند باید از رآکتورهای کوچک و نیتریک اسید خالص استفاده کرده و از به کار بردن اسید اضافی باید پرهیز کرد.

www.pnuweb.com

# فصل دوم: ترکیبات فسفردار

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور ...

## منابع اولیه برای تولید ترکیبات فسفردار:

آپاتیت  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_2 (\text{F}, \text{OH}, \text{Cl})$  که دارای دو نوع کانسار رسوبی و ماگمایی می‌باشند.

ذخایر کانه‌های فسفات ( $\times 10^9$  تن؛ تخمینی در سال ۱۹۸۲)

اقیانوسیه	آسیای شرقی	آسیای غربی	آفریقا	اروپای شرقی	اروپای غربی	آمریکای جنوبی	آمریکای شمالی	جهان
۲/۷	۷/۱	۲/۹	۳۳/۷	۴/۰	۱/۰	۲/۸	۱۲/۹	۶۷/۱



## فسفریک اسید:

روشهای تولید: ۱- آپاتیت شویی با سولفوریک اسید. ۲- احتراق فسفر

کاربردهای فسفریک اسید:

- تولید کودهای شیمیایی
- تولید مواد شوینده
- پاک کننده های صنعتی
- ساخت مکمل های غذای حیوانی
- ساخت مواد کاهنده اشتعال
- استفاده برای شستشوی مستقیم فلزات

تولید فسفریک اسید به روش تر (آپاتیت شویی):



بخش فلوئوریدی به صورت سیلیسیم تترافلوئورید گازی خارج می شود.

شیوه های انجام روش تر:

- ۱- روشی که در آن کلسیم سولفات دو آبه تشکیل و جدا می شود. متداول تر است.
- ۲- روشی که در آن کلسیم سولفات نیمه آبدار تشکیل می گردد.

## عوامل موثر در نوع فرآیند انتخابی:

- ۱- قیمت ماده اولیه
- ۲- منبع آپاتیت
- ۳- قیمت انرژی و قابلیت دسترسی در محل
- ۴- امکان استفاده از محصولات جانبی

WWW\*PNUeB.COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

ویژگی‌های کارخانه‌هایی که از فرآیند دوآبه استفاده می‌کنند:

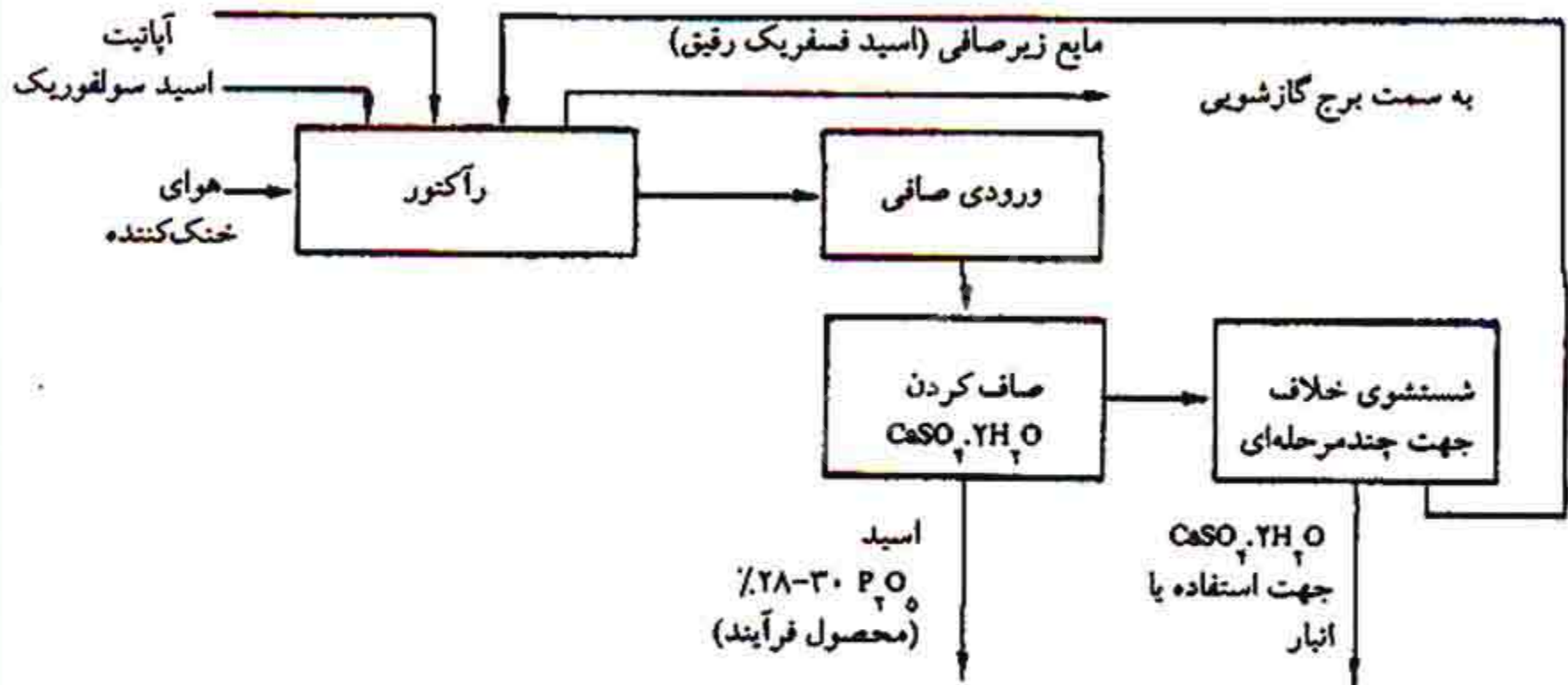
- دمای واکنش حدود ۸۰ درجه
- تغذیه مجزا برای سولفوریک اسید و سنگ معدن
- سرد کردن با روش تبخیر در حلال برای تثبیت دمای واکنش
- کنترل غلظت سولفوریک اسید

www.pnuweb.com

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...



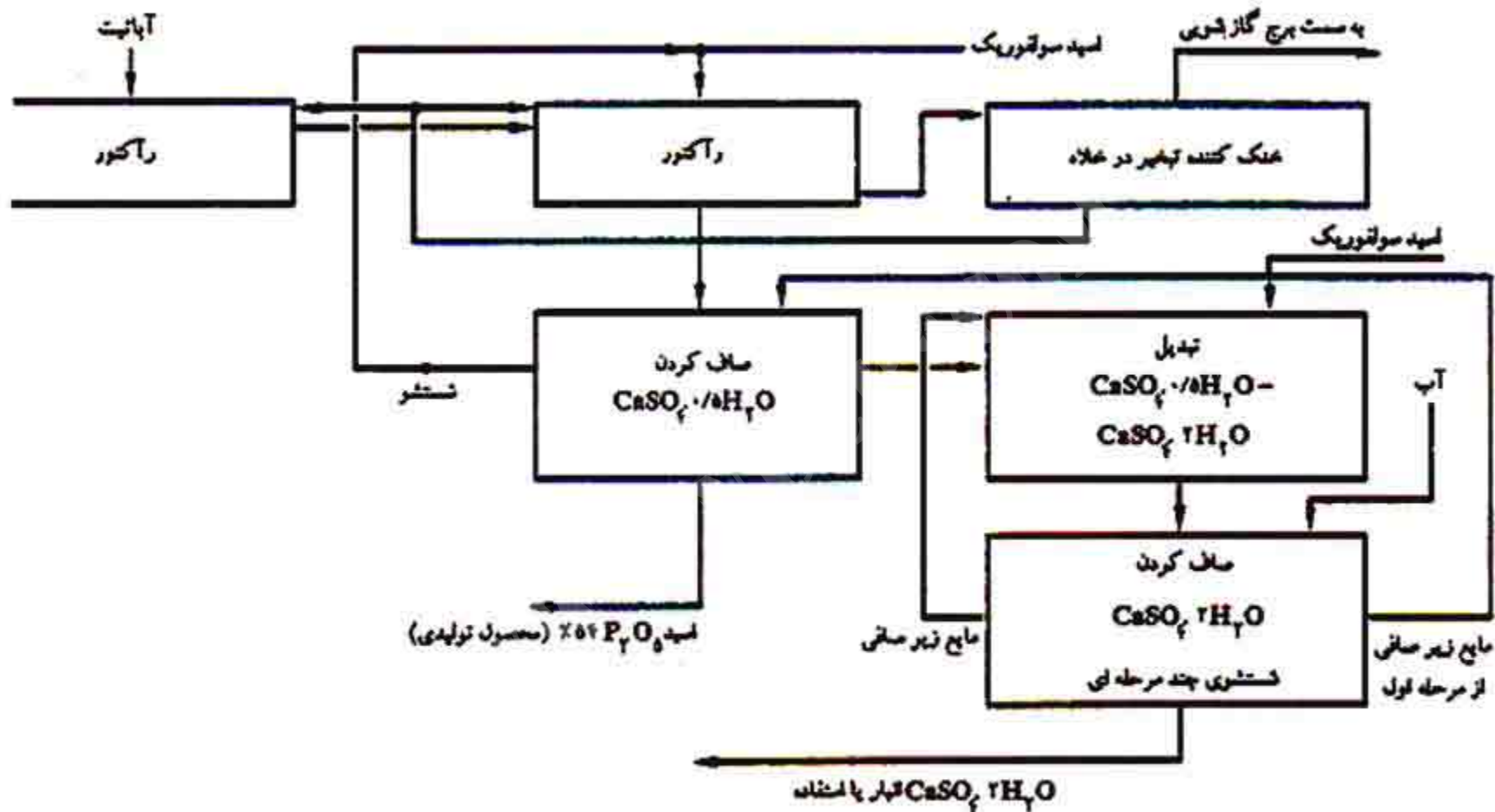
نمودار روند کار تولید اسید فسفریک با استفاده از فرآیند دوآبه

## انواع روشهای نیمه آبدار:

نوع ۱) کلسیم سولفات نیمه آبدار رسوب کرده و با صاف کردن جدا می شود. کلسیم سولفات قابل عرضه به بازار نیست و بهره تولید  $P_2O_5$  پایین است.

نوع ۲) در ابتدا کلسیم سولفات به صورت دو آبه رسوب کرده و سپس به صورت نیمه آبدار متبلور می شود. بهره واکنش خوب است و کلسیم سولفات نیز قابل عرضه به بازار می باشد.

نوع ۳) کلسیم سولفات به صورت نیمه آبه رسوب کرده و به صورت دو آبه متبلور می شود. بهره واکنش از روش دو آبه هم بیشتر است و کلسیم سولفات قابل عرضه به بازار است.



نمودار پیشرفت کار تولید اسید فسفریک با استفاده از فرآیند نیمه آبدار (نوع ۳) Payam Noori

## تغلیظ و خالص سازی اسید:

برای تغلیظ از فرآیندهای تبخیر می توان استفاده کرد که از نظر تکنیکی دشوار است.

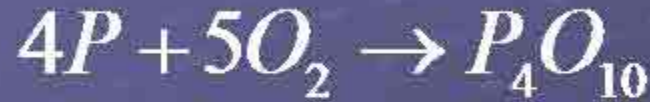
مراحل خالص سازی:

- تغلیظ و لجن گیری
- رسوب دادن یونهای مزاحم
- استخراج مایع - مایع که برای این مرحله سه نوع عامل استخراج به کار می رود:
  - ۱- عوامل امتزاج پذیر در آب: متانل، ایزوپروپانل
  - ۲- عواملی که بطور جزئی در آب امتزاج پذیرند: بوتانل، ایزوآمیل الکل و  $n$ -هپتانول
  - ۳- عوامل غیرقابل امتزاج در آب: تری  $n$ - بوتیل فسفات، دی ایزوپروپیل اتر



تولید فسفریک اسید کوره‌ای:

روش عمل: احتراق فسفر سفید در هوا و جذب فسفر پنتا اکسید حاصل در آب



روش IG: دو مرحله در یک برج انجام می‌شود.

روش TVA: مراحل در برج‌های مجزا انجام می‌شود.

## نمک‌های فسفریک اسید:

- ارتو، دی و پلی فسفات‌های سدیم: در پاک‌کننده‌های صنعتی و فلزی، برای فسفات‌کاری، تصفیه آب دیگ بخار، ساخت سیستم‌های بافر و مکمل غذای حیوانی و همچنین در صنایع غذایی به کار می‌رود.
- فسفات‌های آمونیم: ساخت کودهای شیمیایی، خوراک حیوانی و رنگهای بادکننده و مواد محافظ در برابر آتش
- تتراپتاسیم‌دی فسفات: ساخت پاک‌کننده‌های مایع
- فسفات‌های کلسیم: کود شیمیایی، مکمل غذای حیوانی، گرد مخمر شیرینی‌پزی و عامل پاک‌کننده در خمیردندان

تولید مونوفسفاته‌های سدیم:



تولید دی فسفاتهای سدیم:

از گرم کردن فسفاتهای هیدروژن سدیم در کوره‌های دوار یا برجهای افشانه‌ای، تهیه می‌شوند:



تولید پلی فسفاتهای سدیم:

از آب زدایی فسفات دی هیدروژن سدیم و فسفات هیدروژن دی سدیم، تهیه می شوند:



$$n = 2 - 25$$

تولید آمونیم فسفاتھا:

از واکنش آمونیاک با فسفریک اسید:



از واکنش فسفریک اسید با اورہ، پلی فسفات آمونیم بدست می آید:



تولید فسفاتهای پتاسیم:



WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

تولید فسفاتهای کلسیم:



WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...



## کاربردهای فسفر:

الف) فسفر سفید - تولید:

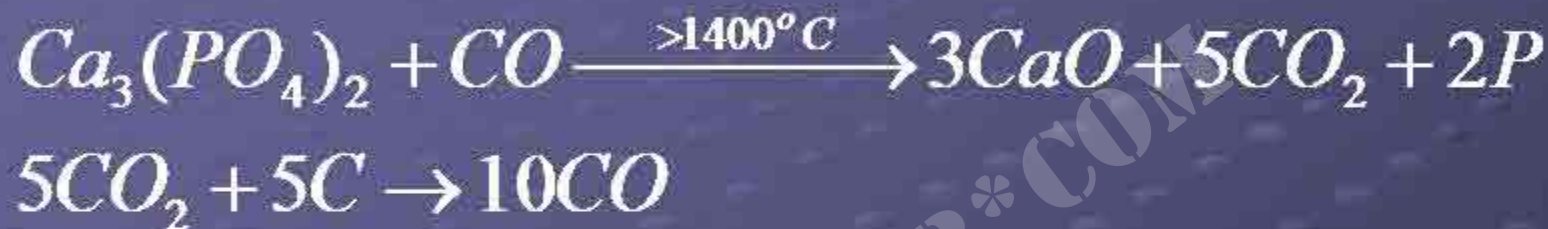
- فسفریک اسید خالص
- سولفیدهای فسفر
- اکسیدهای فسفر
- هالیدهای فسفر
- فسفر قرمز

ب) فسفر قرمز - تولید:

- سطوح جرقه زن جعبه کبریت
- مواد مورد استفاده در آتش بازی
- عامل کاهنده اشتعال، مثلا در پلی آمیدها

تولید فسفر سفید:

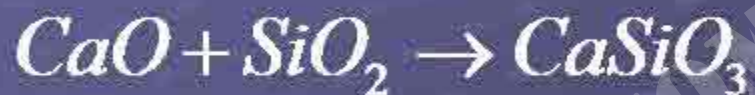
از احیاء الکترو گرمایی آپاتیت توسط کک در حضور سیلیس تولید می شود:



واحدهای کارخانه: (۱) رآکتور الکترو گرمایی (۲) تصفیه کننده گاز (۳) چگالنده فسفر

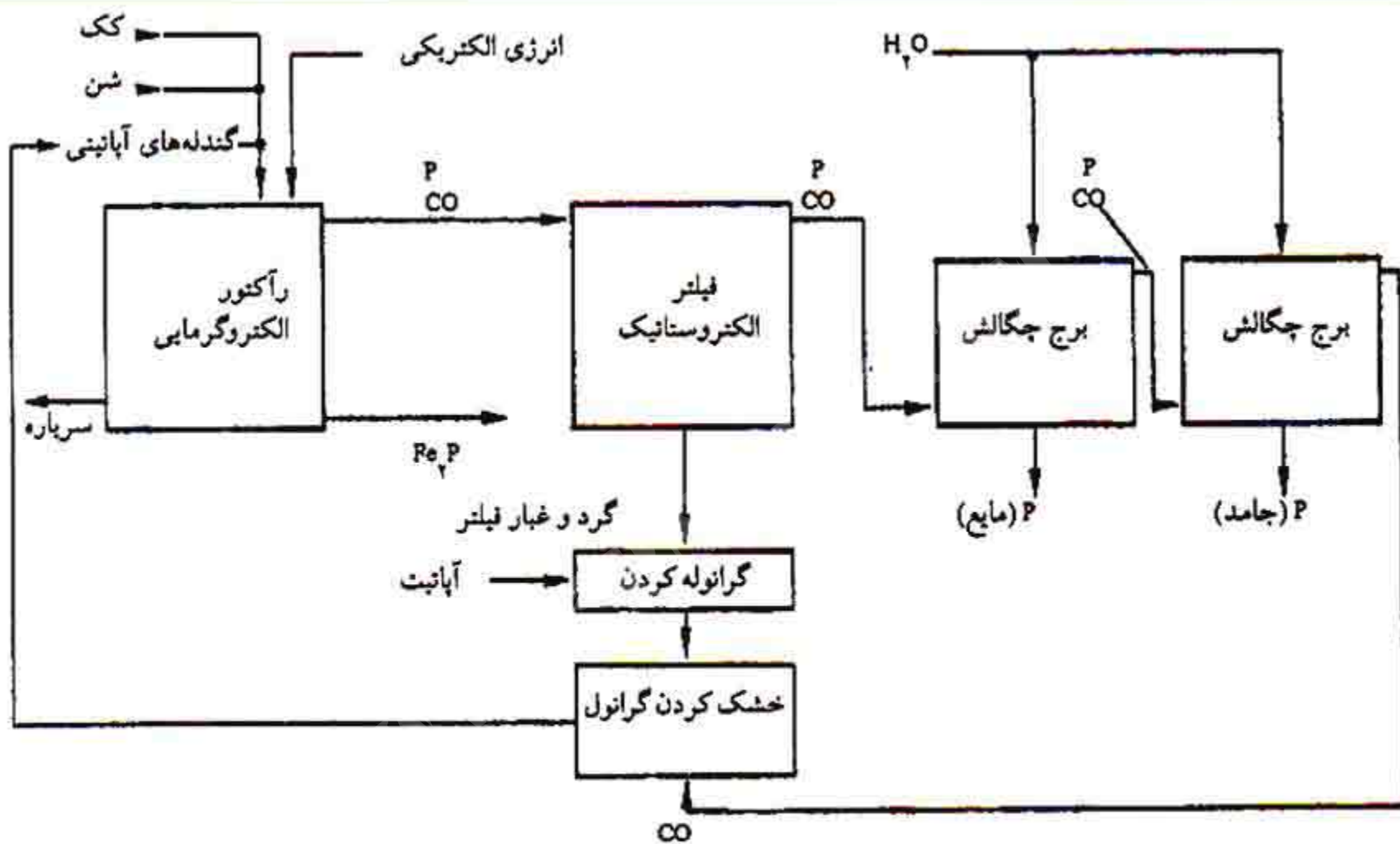
نقش سیلیس در تولید فسفر سفید:

به عنوان گداز آور عمل نموده و باعث می شود که کلسیم اکسید به سرباره ای با نقطه ذوب پایین تبدیل شود:



محصولات جانبی:

- ۱- کربن مونو اکسید: حامل انرژی
- ۲- سرباره کلسیم سیلیکات: استفاده محدود در جاده سازی
- ۳- فروفسفر: قابل استفاده در متالورژی



## تولید فسفر قرمز:

تبدیل گرمازای فسفر سفید به صورت نیمه مداوم در آسیاب گلوله‌ای و دمای ۳۵۰ درجه، آسیاب کردن در آب صاف کردن، خشک کردن و پایدار کردن با منیزیم اکسید.

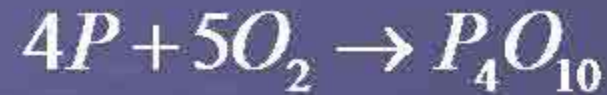
WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

## فسفر پنتا اکسید:



کاربرد:

- تولید فسفریک اسید خالص
- استفاده به عنوان خشک کننده
- استفاده برای واکنش های آب زدایی در شیمی آلی
- استفاده برای بهبود خواص آسفالت
- تولید افزودنی های پلاستیک ها و روغن های روانکاری

فسفر پنتاسولفید:



کاربرد:

- تولید حشره کشها
- تولید افزودنی های روغنهای روانکاری
- تولید عوامل شناورسازی

WWW\*PNU\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

## فسفر تری کلرید:



- کاربرد: برای تولید
- فسفر اکسی کلرید
- مواد واسطه جهت محافظت محصولات کشاورزی
- فسفر و اسید
- مواد کاهنده اشتعال
- مواد تشیت کننده پلاستیک‌ها



فسفر پنتا کلرید:



کاربرد: به عنوان عامل کلردار کردن در شیمی آلی استفاده می شود.

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

فسفراکسی کلرید:



چون واکنش از نوع رادیکالی است، وجود مقدار کمی گوگرد، مس و آهن واکنش را متوقف می کند.

کاربرد: تولید استرهای آلیفاتیک و آروماتیک فسفریک اسید

فسفر سولفو کلرید (تیوفسفریل کلرید):



کاربرد: تولید کلریدهای استر تیوفسفریک اسید

- از آمونیم کلرید می توان به عنوان کاتالیزور استفاده کرد.

WWW\*PNUED.COM

هیپوفسفر و اسید و هیپوفسفیت ها:



کاربرد: آب نیکل کاری بدون الکتروود



کاربرد:

- تولید فسفیت سرب بازی (تثیت کننده PVC)، آمینو متیلن فسفونیک اسیدها و هیدروکسی اتان دی فسفونیک اسید
- عامل احیا کننده

## ترکیبات آلی فسفر:

- استرهای فسفریک اسید، تیوفسفریک اسید و مشتقات آنها
- استرهای فسفرواسید
- فسفونیک اسیدها

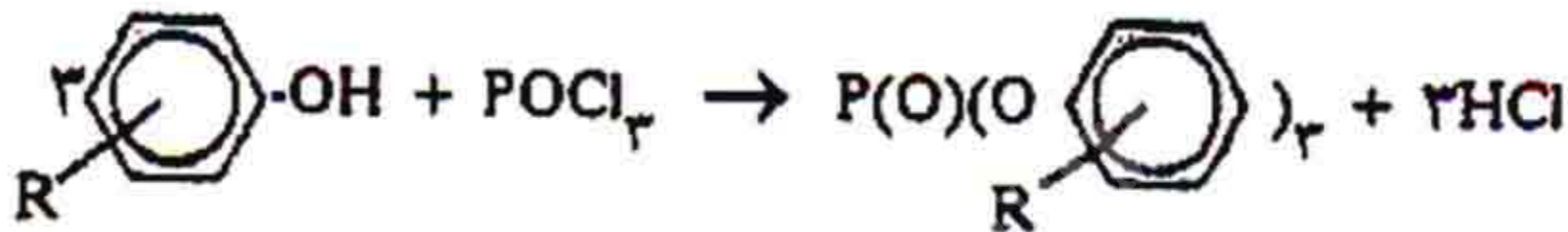
WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook

**PNUeB**

...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

تری آریل فسفات ها:



R: H ,  $CH_3$  ,  $(CH_2)_2CH$

کاربرد: نرم کننده های کاهنده اشتعال، سیالات هیدرولیک

دی آریل آلکیل فسفات ہا:



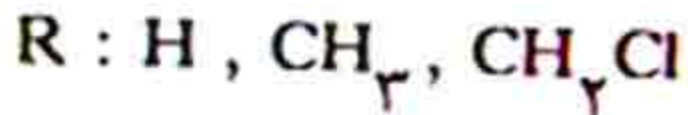
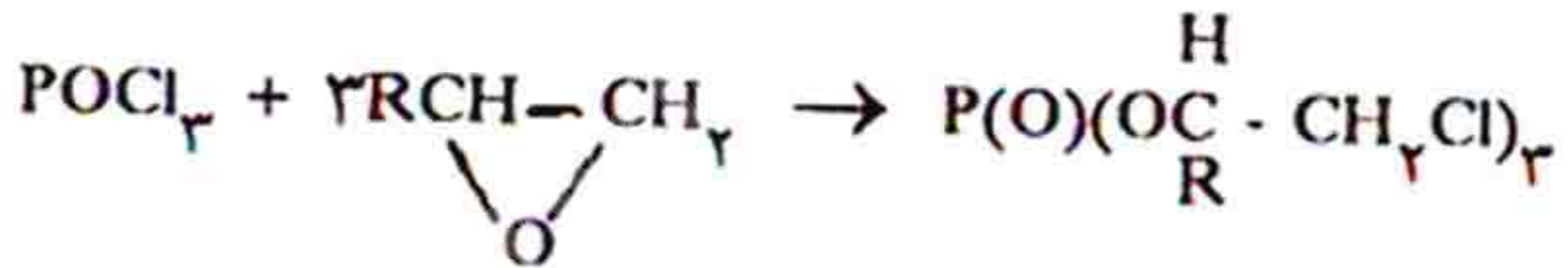
R = بوتیل، ۲-اتیل ہگزیل، ایزودسیل

WWW\*PNUeB\*COM

تری آلکیل فسفات ها:



R = اتیل، بوتیل، ایزوبوتیل، ۲-اتیل هگزیل





## فسفر (V) استراسیدها:

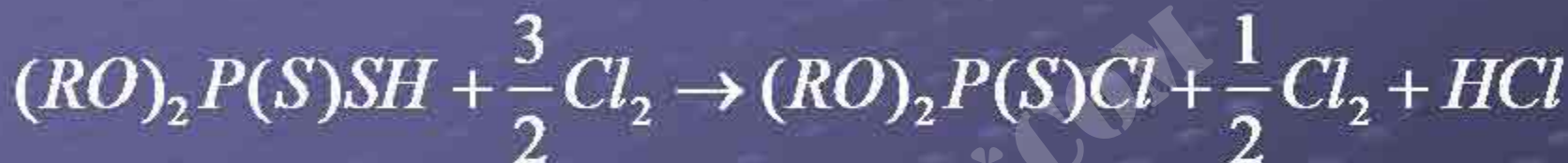
- دی استرها فرآورده جانبی در واکنش تولید تری آلکیل استرها است.
- مخلوط مونو و دی استرها در اثر واکنش فسفر پنتو کسید با الکل ها بدست می آید:



- مونواسترها به همراه فسفریک اسید، در اثر واکنش الکل ها با پلی فسفریک اسید بدست می آید.

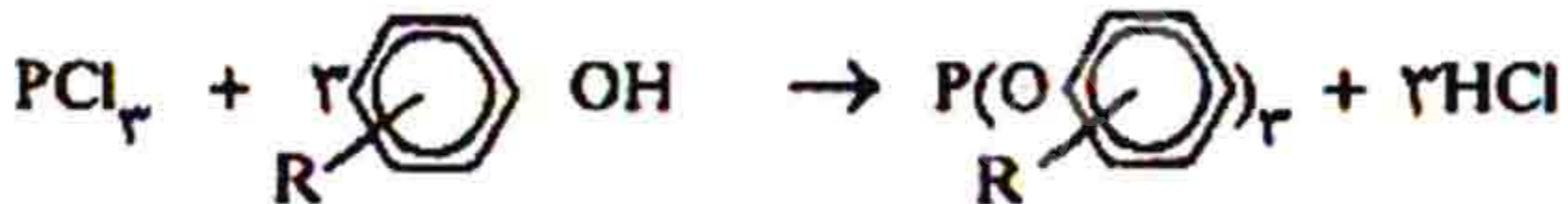
کاربرد: عوامل استخراج، افزودنی های عوامل پاک کننده، افزودنی های ضد الکتریسیته ساکن

مشتقات تیوفسفریک اسید:



کاربرد: مواد آغازین در تولید عوامل محافظ محصولات کشاورزی، افزودنی‌های روغن روان کاری

تری آریل فسفیت‌ها:



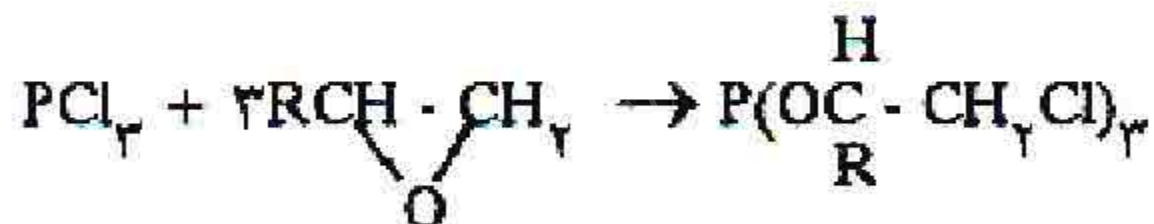
کاربرد: ضد اکسنده، پایدارساز

تری آلکیل فسفیت ها:



R: عمدتاً  $CH_3$  ,  $C_2H_5$

B: آمونیاک، آنتیلین، دی متیل آمین و غیره



R: عمدتاً  $H$  ,  $CH_3$

دی الکیل فسفیت ہا:



WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانہ الکترونیک پیام نور...

## فسفونیک اسیدها:

(۱) آمینو آلکان پلی (فسفونیک اسید)



کاربرد:

- جلوگیری از ایجاد رسوب  $CaCO_3$  در آب
- ساخت عوامل پاک کننده صنعتی
- استخراج نفت خام
- ساخت علف کش

## فسفونیک اسیدھا:

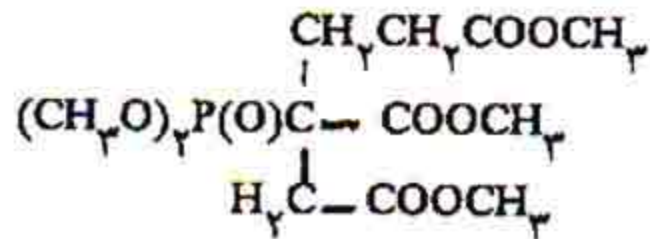
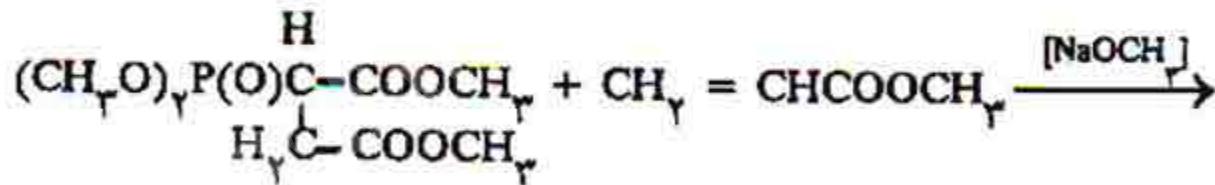
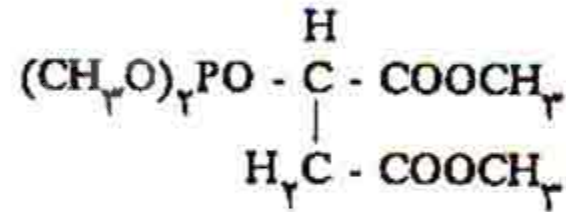
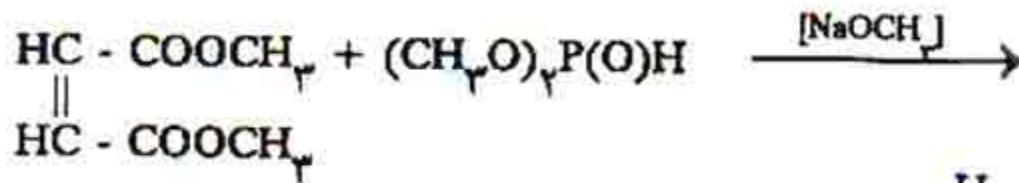
(۲) ہیدروکسی اتان دی فسفونیک اسید



WWW\*PNUeB\*COM

# فسفونیک اسیدھا:

(۳) فسفونو کربو کسلیک اسیدھا





## کودهای فسفردار:

- سوپرفسفات
- سوپرفسفات سه تایی
- فسفات آمونیم
- نیتروفسفات‌ها
- فسفاتهای حرارتی

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

تولید کودهای سوپرفسفات:



مراحل: (۱) مرحله تند: تشکیل انیدریت و فسفریک اسید  
(۲) مرحله آرام: تبدیل فسفریک اسید به مونوکلسیم فسفات

مراحل تولید صنعتی:

- آسیاب کردن آپاتیت
- واکنش با سولفوریک اسید
- انجماد و خرد کردن محصول اولیه واکنش
- سفت شدن و تکمیل واکنش
- پودر سازی و گرانوله کردن

تولید کودهای سوپرفسفات سه تایی:



WWW\*PNUeB\*COM



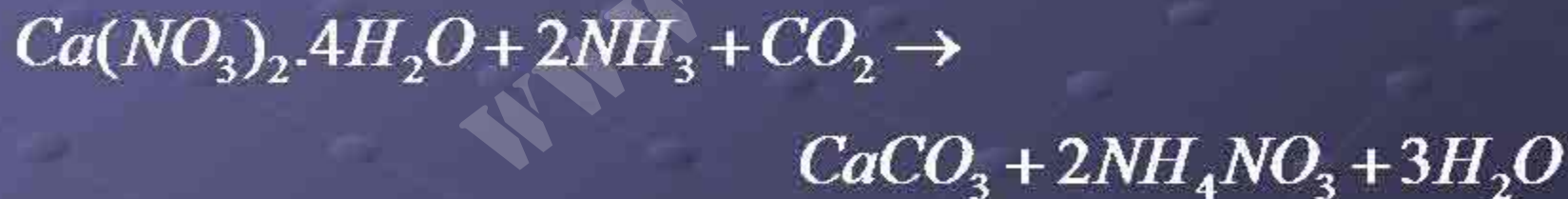
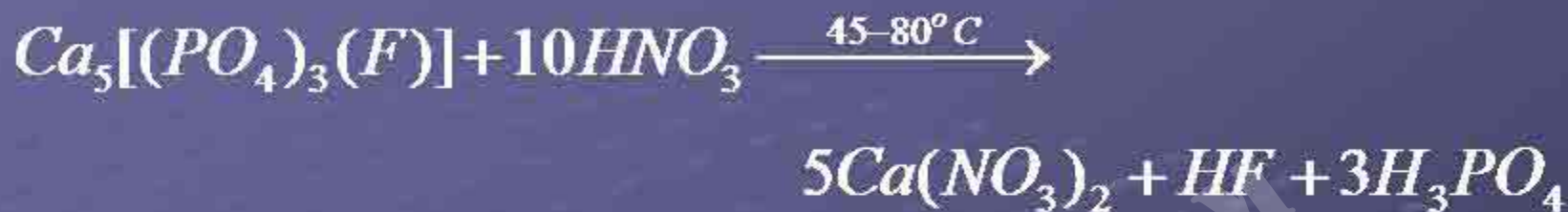
Payam Noor University Ebook

PNUeB

...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

## آمونیم فسفات ها:





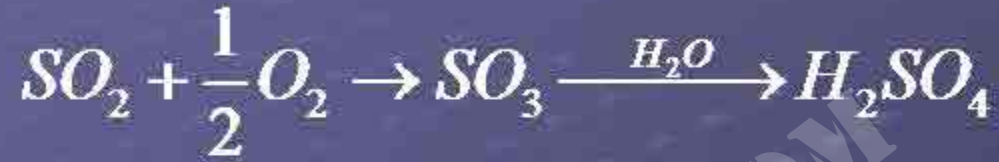
# فصل سوم: ترکیبات گوگرددار

WWW\*PNUeB\*COM

تولید جهانی اسید سولفوریک ۱۹۷۵-۸۶ (×۱۰<sup>۶</sup> تن H<sub>۲</sub>SO<sub>۴</sub> /۱۰۰٪)

	آسیا، اقیانوسیه	آفریقا	اروپای شرقی	اروپای غربی	آمریکای لاتین	ایالات متحده، کانادا	جهان
۱۹۷۵	۱۶/۰	۳/۸	۲۸/۱	۲۵/۱	۴/۱	۳۲/۱	۱۰۹/۲
۱۹۸۰	۲۲/۵	۸/۶	۳۲/۶	۲۷/۸	۶/۱	۴۴/۴	۱۴۲/۰
۱۹۸۶	۲۶/۵	۱۳/۱	۳۸/۵	۲۴/۸	۷/۷	۳۴/۸	۱۴۵/۳

توليد سولفوريك اسيد:



WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...



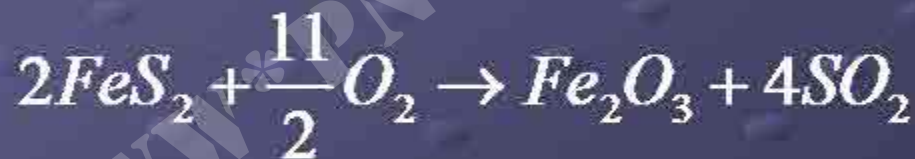
## تولید گوگردی اکسید:

(۱) احتراق S (یا  $H_2S$ ):

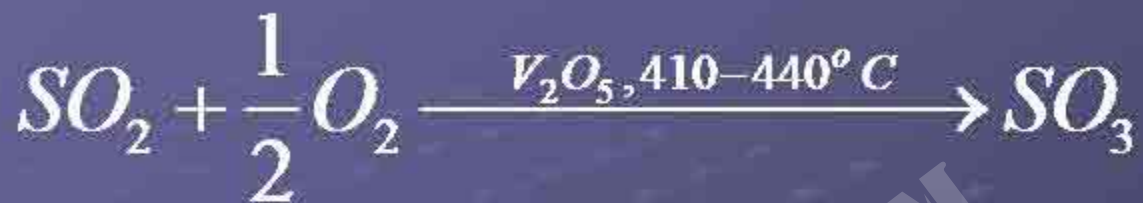
- تک مرحله‌ای: با هوای اضافی انجام می‌شود که مقداری از اکسیدهای نیتروژن نیز تولید می‌شود.

- دو مرحله‌ای: با هوای کم انجام شده و سپس در مرحله دوم احتراق کامل می‌شود.

(۲) تشویه پیریت‌ها:



تبدیل گوگردی اکسید به سولفوریک اسید:



- بهبود واکنش: کاهش دما، کاهش غلظت  $SO_3$ ، افزایش فشار

- روشها: (۱) روش تک جذبی (۲) روش جذب دوگانه

در روش تک جذبی باید گاز را به ترتیب زیر تصفیه کرد:

۱- گازشویی  $NH_3$  - ۲- گازشویی با محلول  $Na_2SO_3/NaHSO_3$  - ۳- جذب بر روی

کربن فعال - ۴- اکسایش  $SO_2$  با  $H_2O_2$  یا  $H_2SO_5$

سایر روشهای تبدیل گوگردی اکسید به سولفوریک اسید:

(۱) روش کاتالیزوری گاز مرطوب



(۲) روش نیترو



استفاده از سولفوریک اسید ضایعاتی و سولفاتهای فلزی برای تولید  
سولفوریک اسید:

- (۱) اگر ناخالصی بالا باشد، آنرا به  $\text{SO}_2$  تجزیه می کنند.
- (۲) اگر ناخالصی کم باشد، اسید را تغلیظ و بازیافت می کنند.

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور ...

## روش بازتغلیظ و نتوری:

برای پیش تغلیظ مقدار زیادی اسید رقیق و یا اسیدی که به شدت توسط مواد جامد آلوده شده باشد، مناسب است.

## روش مشعل غوطه‌ور:

برای سولفوریک اسید حاوی نمک حاصل از فرآیند تولید  $\text{TiO}_2$  یا فرآیند فلزشویی مناسب است.

WWW\*PNUeB\*COM

روش تبخیرکننده گردش اجباری:

در فشارهای کم و به همراه گرم کردن غیرمستقیم در دماهای پایین انجام می شود.

روش Bayer-Bertrams:

فوق تغلیظ در فشار محیط انجام شده و با اضافه کردن نیتریک اسید، ناخالصی های آلی خارج می شود.

www.pnuib.com

تغلیظ کننده‌های بشکهای:

از طریق گرم کردن مستقیم با گازهای داغ احتراق اسید تغلیظ می‌شود.

روش Pauling-Plinke

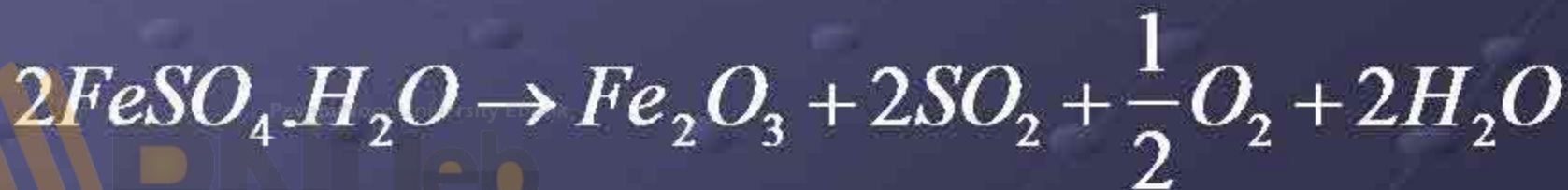
گرم کردن به کمک روغن انتقال گرما و یا توسط گازهای سوخته دودکش انجام می‌شود.

www.pnuir.com

تجزیه سولفوریک اسید ضایعاتی:



تجزیه سولفاتهای فلزی:





## کاربردهای سولفوریک اسید:

- تهیه کودهای فسفاتی
- تصفیه نفت
- ساخت رنگینه‌ها و مواد شیمیایی معدنی
- کانی‌شویی مس
- ساخت پلاستیک‌ها و لاستیک‌های مصنوعی
- تهیه مواد شیمیایی صنعتی آلی
- تهیه کاغذ و خمیر کاغذ

WWW\*PNUeB.COM

تهیه گوگردی اکسید ۱۰۰ درصد:

الف) برای تهیه این گاز، آن را توسط یک حلال مناسب جذب کرده و جدا می کنند.  
حلال های مناسب:

- ۱- آب
- ۲- محلولهای قلیایی
- ۳- آمونیاک
- ۴- آمین ها
- ۵- نمک های قلیایی اسیدهای آلی و معدنی ضعیف

WWW\*PNU\*EB\*COM

تهیه گوگردی اکسید ۱۰۰ درصد:

ب) چگالش گوگردی اکسید حاصل از تشویه و گازهای احتراق گوگرد با افزایش فشار و کاهش دما

ج) واکنش گوگرد با گوگردتری اکسید:



www.pnuib.com

## کاربردهای گوگردی اکسید:

- تولید مواد شیمیایی
- تولید سلولز
- تغلیظ کانه‌ها
- فرآوری روغن معدنی
- ساخت عوامل گندزدا و نگهدارنده مواد غذایی
- فرآورده‌های کشاورزی

WWW\*PNUeB.COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

گوگرد تری اکسید ۱۰۰ درصد:

روش تولید- تقطیر و میعان اولئوم غلیظ

کاربرد

الف) تولید:

- کلروسولفونیک اسید
- فلوئوروسولفونیک اسید
- تیونیل کلرید
- آمیدوسولفونیک اسید

ب) سولفوناته کردن ترکیبات آلی

دی سولفور دی کلرید ( $S_2Cl_2$ ):

روش تولید: عبور دادن گاز کلر از روی گوگرد مایع



کاربردها:

- ماده آغازین برای تولید تیونیل کلرید، سولفور دی کلرید و سولفور تترافلورید
- تولید افزودنیها برای روغنهای برش کاری و روان کارهای فشار بالا

# فصل چهارم: صنایع فلزی

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور ...

تولید شمش اولیه آلومینیم در کشورهای تولیدکننده عمده (×۱۰<sup>۶</sup> تن)، ۱۹۸۵

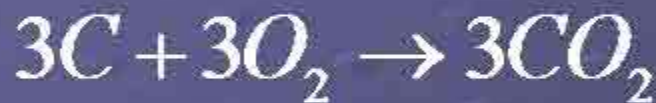
اسپانیا	چین	برزیل	تروز	آلمان غربی (سابق)	استرالیا	کانادا	شوروی (سابق)	ایالات متحده آمریکا	جهان
۰/۳۷	۰/۴۱	۰/۵۴	۰/۷۲	۰/۷۵	۰/۸۵	۱/۳	۲/۲	۳/۵	۱۵/۳

www.pnu.edu



## تولید آلومینیم:

روش تولید: الکترولیز آلومینیم اکسید در کریولیت مذاب



### الکترولیت

●  $Na_3AlF_6$  (کریولیت مصنوعی):

حدود ۷۵٪

۲-۹٪

۵-۱۵٪

۲-۶٪

●  $Al_2O_3$

●  $AlF_3$

●  $CaF_2$

●  $LiF$  (Li) به صورت  $Li_2CO_3$  افزوده

۲-۵٪

می شود):

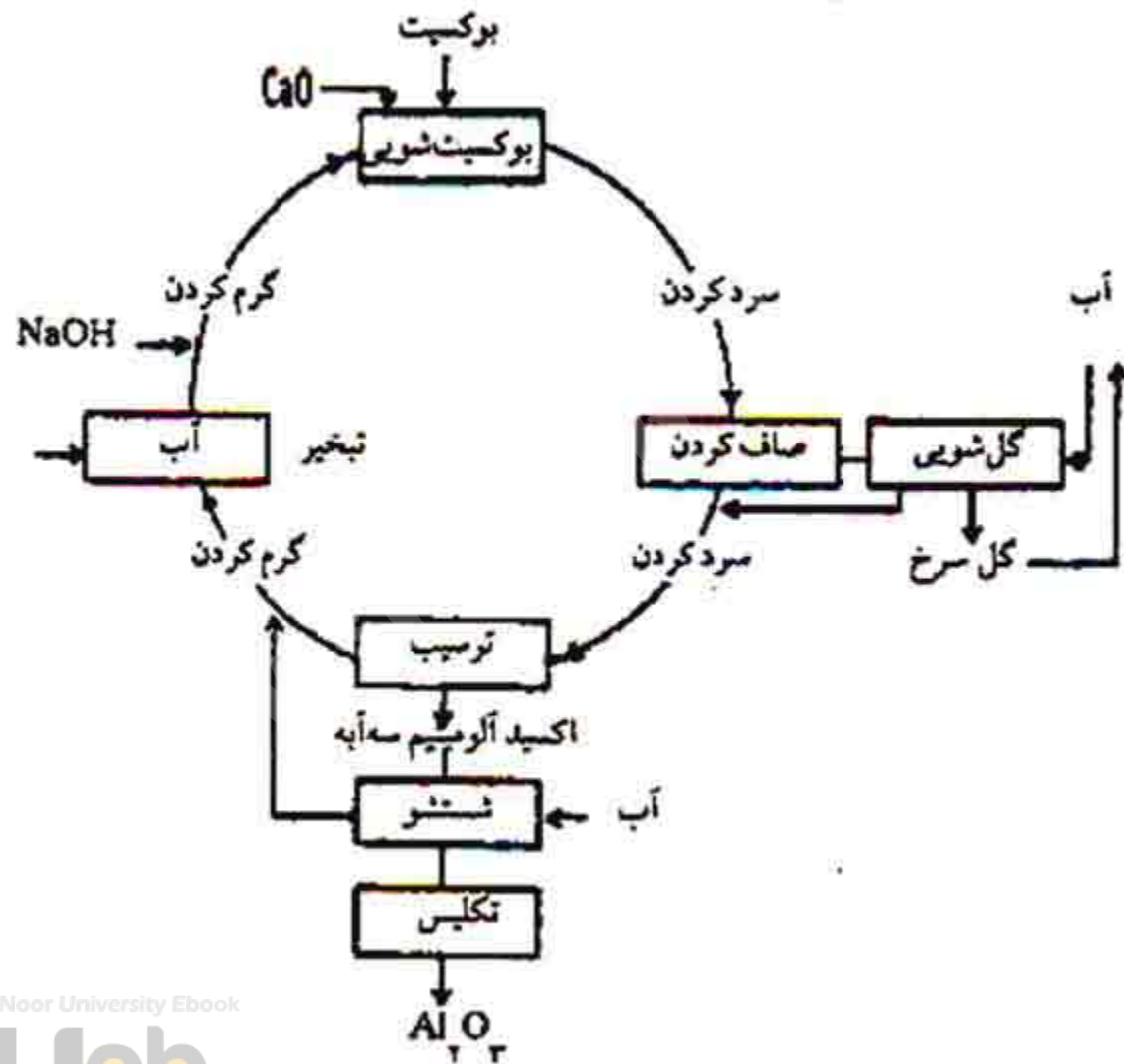
●  $MgF_2$  (به ندرت افزوده می شود): ۲-۳٪

## کاربردهای آلومینیم:

- وسایل نقلیه و هواپیما
- ظروف و بسته‌بندی
- صنعت ساختمان
- الکترونیک
- وسایل خانگی و اداری
- تجهیزات و ماشین آلات
- صنعت آهن و فولاد و ساخت آلیاژها

WWW\*PNUeB\*COM

# آلومینیم اکسید و آلومینیم هیدروکسید:



Payam Noor University Ebook

نمودار پیشرفت کار فرآیند بایر برای تولید آلومینای هیدراته و آلومینا

## کاربردهای آلومینیم اکسید:

- تولید الکترولیزی Al
- ساخت مواد نسوز، ساینده شیشه، لعاب فلز و پلاستیک‌ها

## کاربردهای آلومینای فعال:

- جذب کننده سطحی برای آب
- جذب کننده سطحی برای گازها
- کاتالیزور

## کاربردهای آلومینیم هیدروکسید:

- تولید  $Al_2O_3$
- تولید آلومینای فعال
- ساخت عوامل کاهش اشتعال برای پلاستیک‌ها

## آلومینیم سولفات:

روش تولید: واکنش آلومینیم هیدروکسید یا بوکسیت با سولفوریک اسید

کاربرد:

- صنعت کاغذ و خمیر
- تصفیه آب

WWW\*PNUeB\*COM

## آلومینیم کلرید:

روشهای تولید:

- ۱- کلردار کردن آلومینیم مایع
- ۲- واکنش  $\text{Al(OH)}_3$  با  $\text{HCl}$

کاربرد:

- کاتالیزور در فرآیندهای شیمی آلی
- به عنوان منعقد کننده در مواد دارویی و آرایشی
- به عنوان اشباع کننده در صنعت نساجی

## سدیم آلومینات ( $\text{NaAlO}_2$ ):

تولید: ماده واسطه در بوکسیت شویی با  $\text{NaOH}$

کاربرد:

- تصفیه آب
- صنعت کاغذ
- تولید کاتالیزورهای آلومینیم دار و آلومینوسیلیکاتها
- صنعت ساختمان

WWW\*PNU\*EB\*COM

## ترکیبات کروم:

- کروماتها و دی کروماتها
- کروم(VI) اکسید
- کرومیک اسید
- کروم(III) اکسید
- کروم(III) سولفات بازی

WWW\*PNUeB\*COM

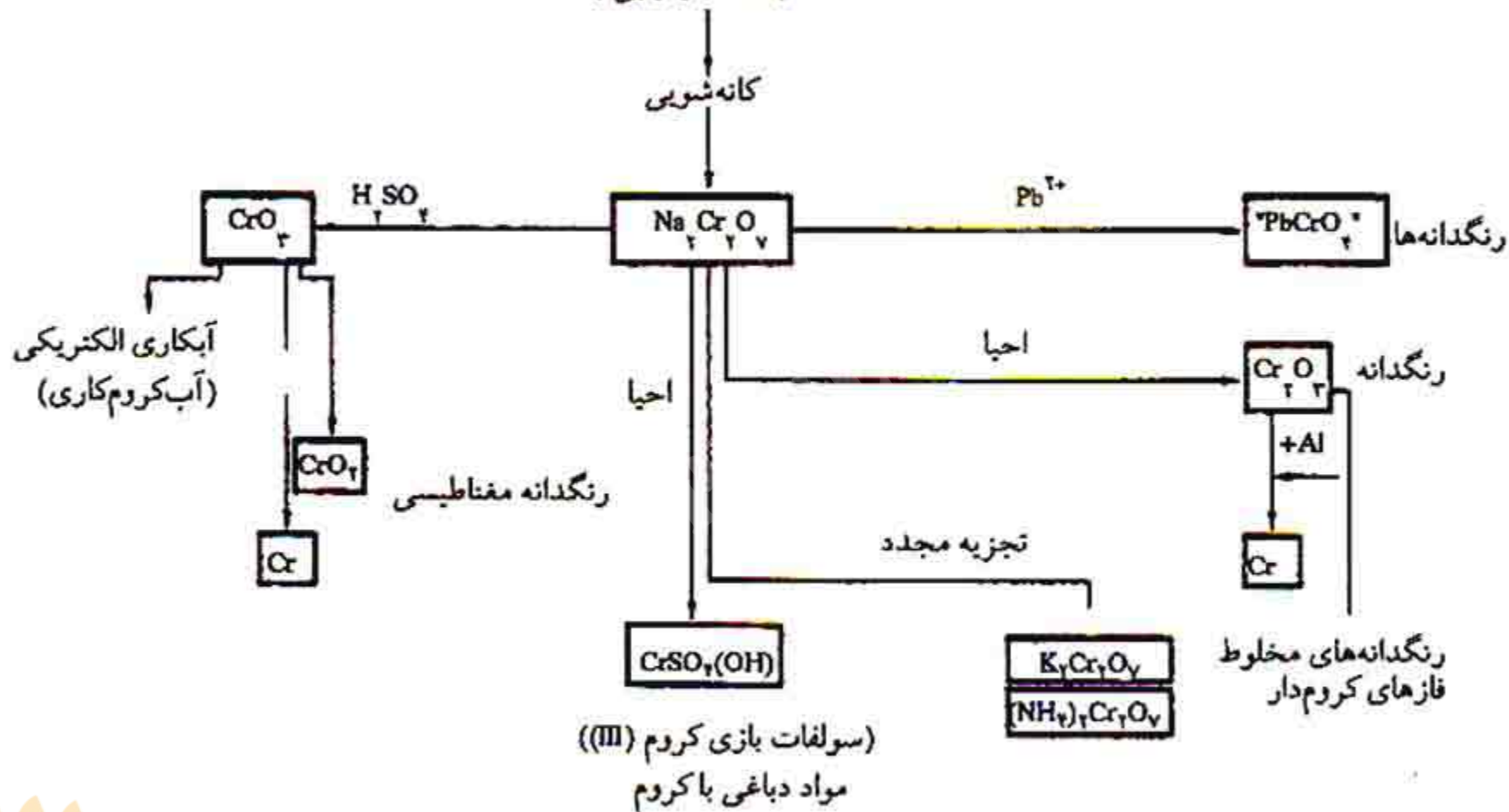


صنعت نسوز

کانه کروم (کرومیت)  
(«کانه شیمیایی»)

کانه‌های متالورژیکی

فروکروم

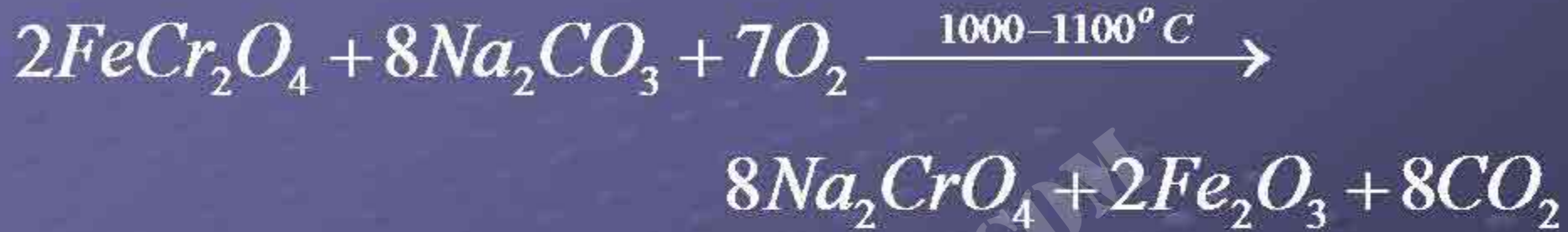


Payam Noor University Ebook

PNUweb

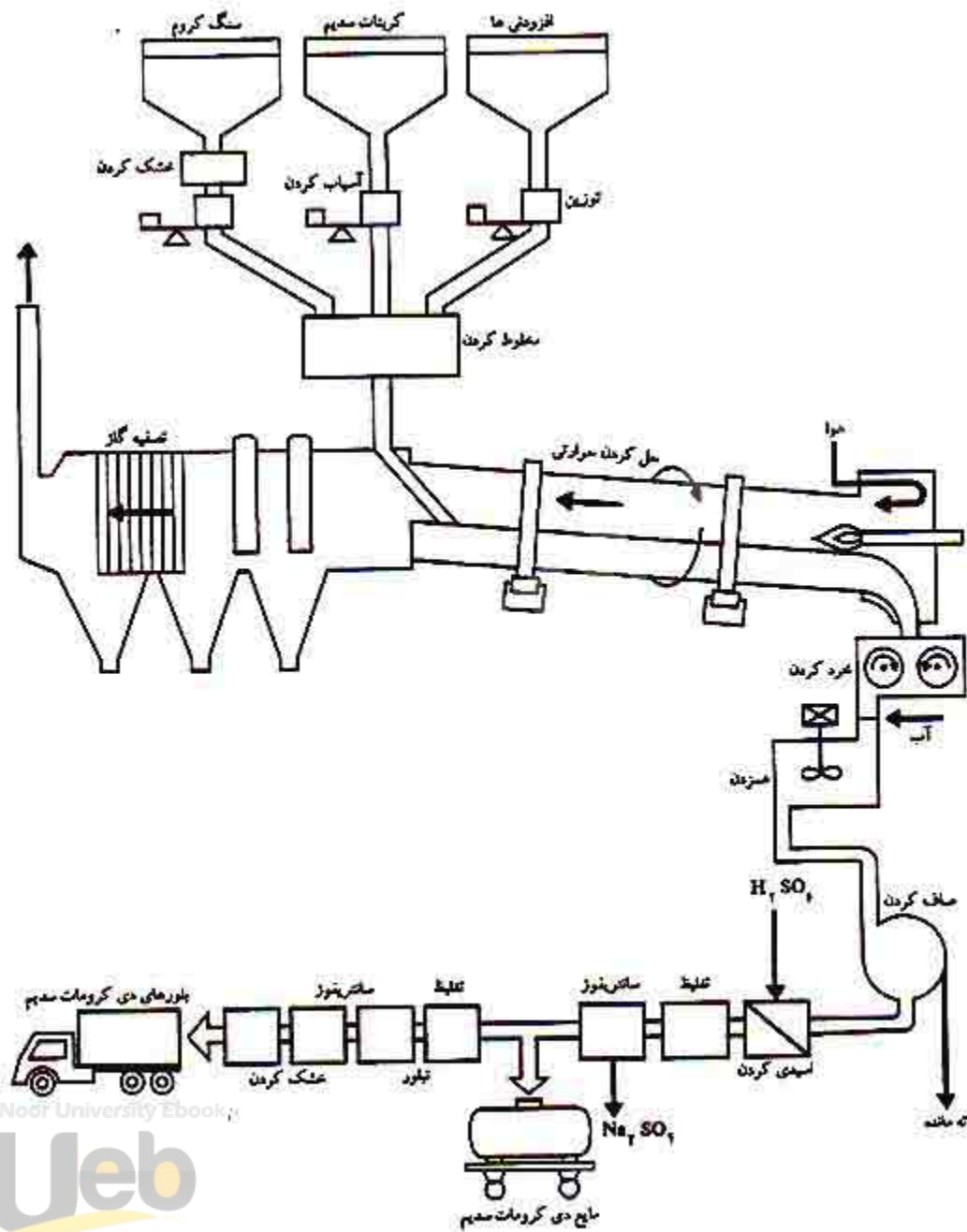
مسیر تولید محصولات مهم کروم

تشویه کرومیت به کروماتهای قلیایی:



ترکیب مخلوط تشویه:

- ۱۰۰ قسمت سنگ معدن
- ۶۰ تا ۷۵ قسمت سدیم کربنات
- ۵۰ تا ۲۰۰ قسمت تضعیف کننده یا رقیق کننده



نمودار پیشرفت کار بکه کارخانه مجهز به کوره دوایر برای تولید دی کرومات سدیم

سدیم دی کرومات دو آبہ:

تولید بہ روش سولفوریک اسید:



تولید بہ روش کربن دی اکسید:



آمونیم دی کرومات و پتاسیم دی کرومات:



WWW\*PNUeB.COM

کروم (VI) اکسید:



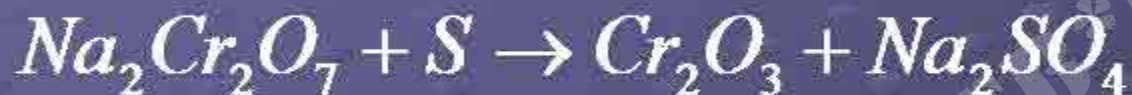
WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook

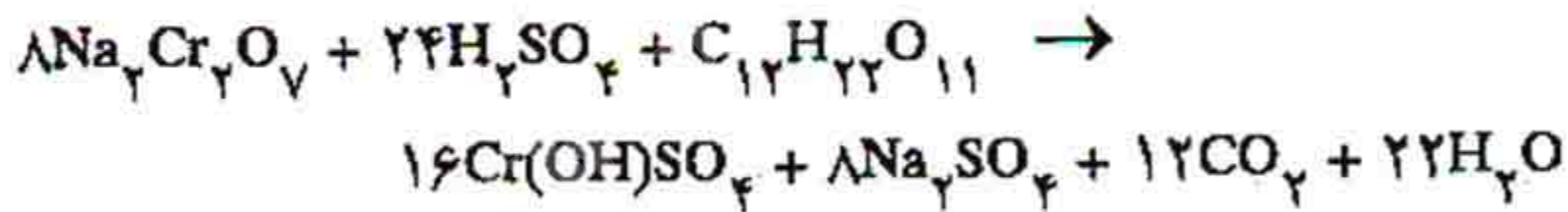
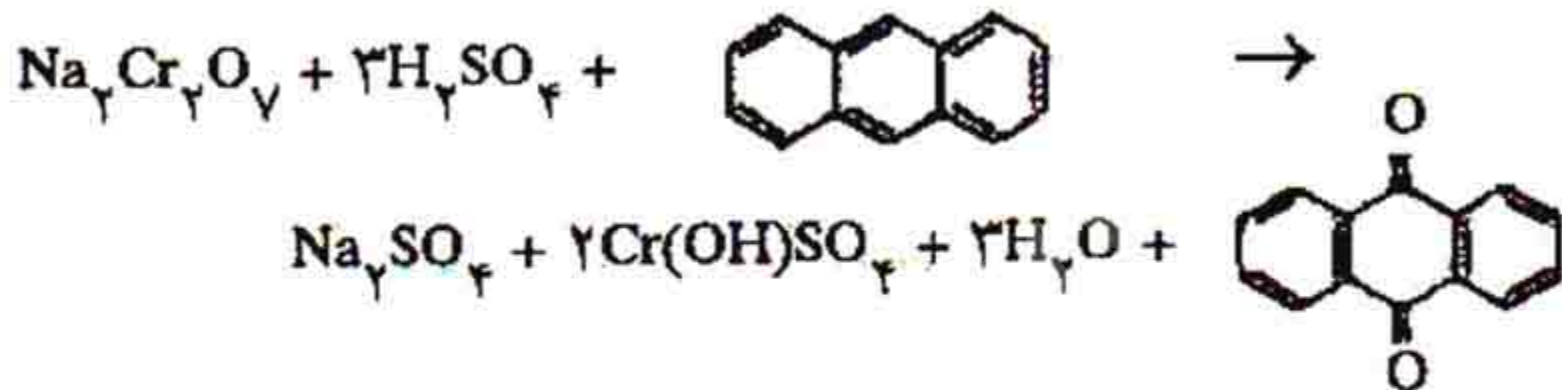


...کتابخانہ الکترونیک پیام نور ...

کروم (III) اکسید:



## نمکهای بازی کروم (III):





## کاربردهای ترکیبات کروم:

الف) دی کرومات:  
تولید

- کروم(VI) اکسید
- رنگدانه‌ها
- مواد دباغی
- گل حفاری نفت
- و تصفیه آب

ب) کروم(VI) اکسید:  
- تولید مواد محافظ چوب  
- آب کروم کاری

ج) سولفات بازی کروم:  
- دباغی

ج) کروم(III) اکسید:  
- استفاده در پرداخت کاری  
به عنوان رنگدانه  
- تولید کروم فلزی

## کروم فلزی:

کاربرد:

- تیغه های توربین
- آلیاژهای کروم بدون آهن
- سرمتهای

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



تولید کروم فلزی به روش احیای شیمیایی:



WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

## تولید کروم فلزی به روش احیای الکتروشیمیایی:

روش اول: احیاء الکتروشیمیایی زاج کروم

مراحل عمل:

- انحلال فرو کروم در محلول سولفوریک اسید / آمونیم سولفات
- جداسازی آهن به صورت زاج آهن (III)
- تبلور زاج کروم  $\text{NH}_4\text{Cr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
- انحلال زاج کروم و لایه نشانی الکتریکی کروم فلزی

روش دوم: احیاء الکتروشیمیایی کروم (VI) اکسید

الکترولیز حمامهای اسیدی حاوی کروم (VI) اکسید

# فصل پنجم: سیلیکون ہا

WWW\*PNUeB\*COM



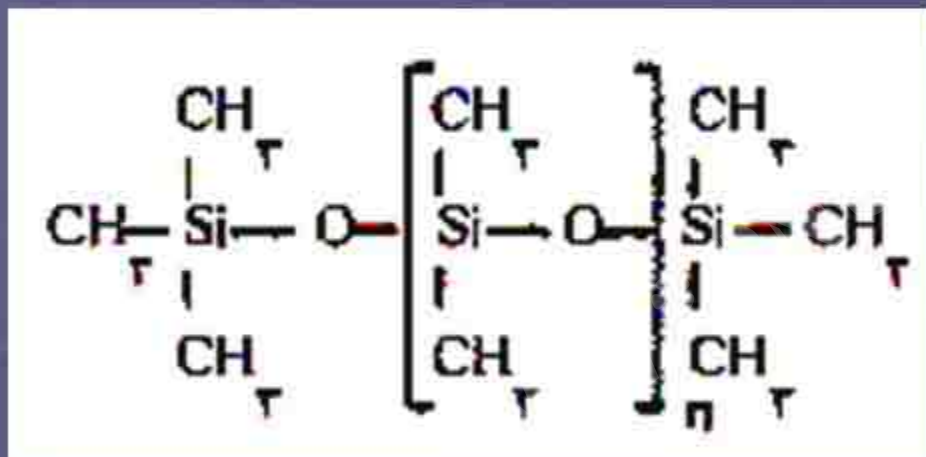
Payam Nour University Ebook

**PNUeB**

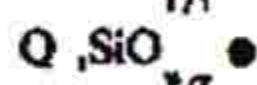
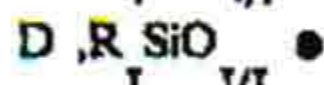
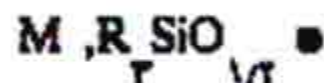
...کتابخانہ الکترونیک پیام نور....

## معرفی سیلیکونها:

پلیمرهای صنعتی هستند که اسکلت مولکولی غیرآلی دارند.



واحدهای عامل سیلیکون:



R معمولاً متیل یا فنیل

## خواص سیلیکونها:

- پایداری حرارتی بالا
- در مقابل اکسایش و هوازگی مقاوم هستند.
- آب‌گریز هستند.
- ضد کف و تثبیت‌کننده کف هستند.
- چسبناک
- عایق الکتریکی
- در مقابل گاز و بخار نفوذپذیرند.
- خواص فیزیکی آنها با دما تغییر چندانی نمی‌کنند.
- بی‌ضرر هستند.

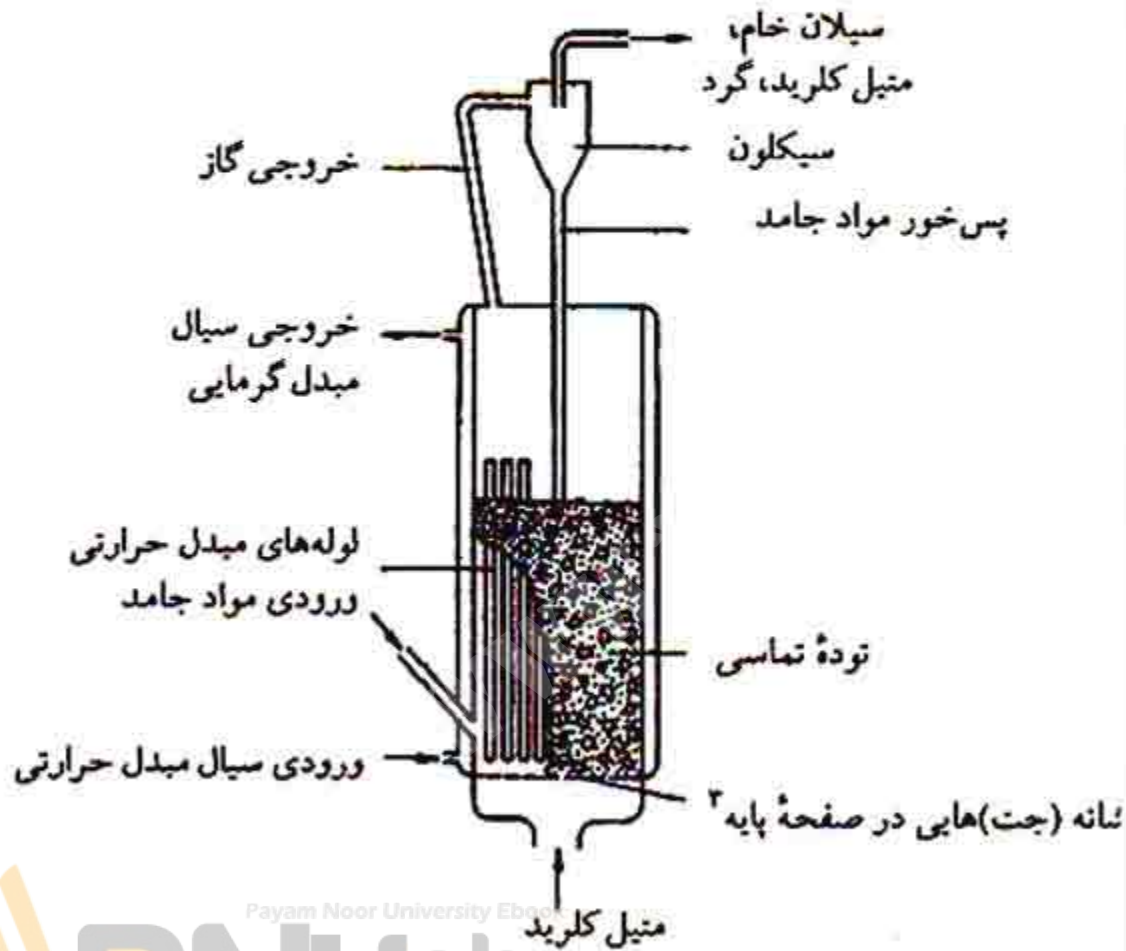
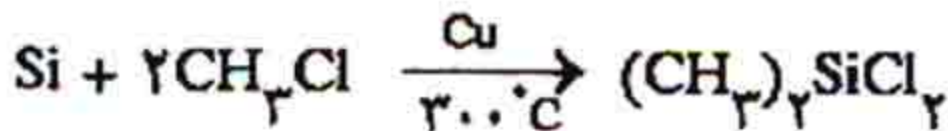
## مواد اولیه برای تهیه سیلیکونها:

- کلرومتیل سیلان
- کلروفنیل سیلان
- کلرومتیل فنیل سیلان
- کلرومتیل (تری فلورئورو پروپیل) سیلان
- کلرومتیل وینیل سیلان

WWW\*PNUeB\*COM

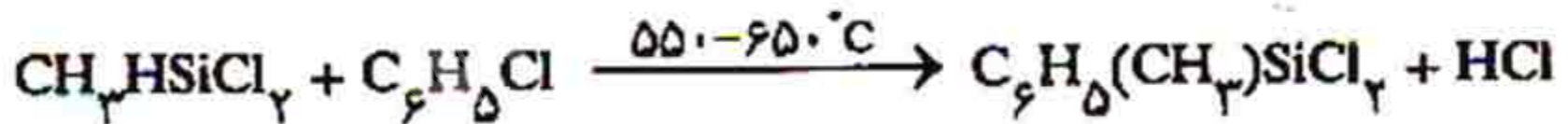
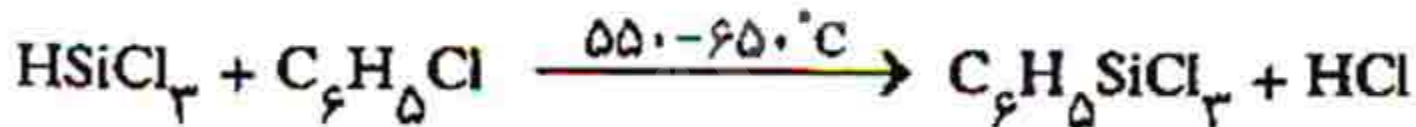
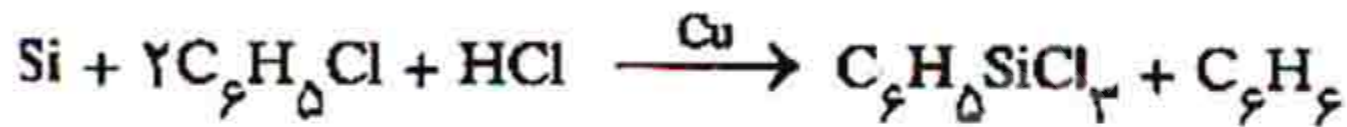
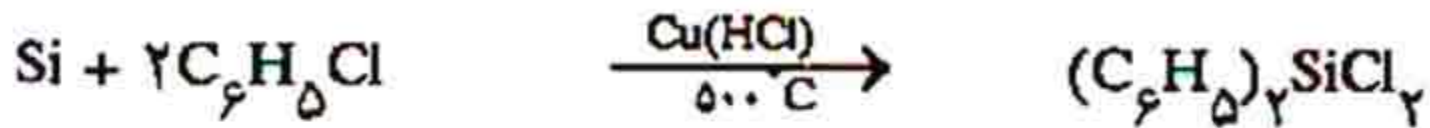


تهیه کلرومتیل سیلان‌ها:



رآکتور سنتز مستقیم (کلرو) متیل سیلانها

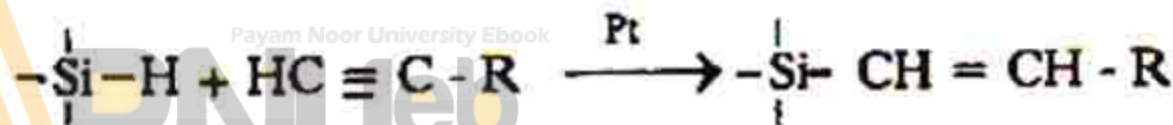
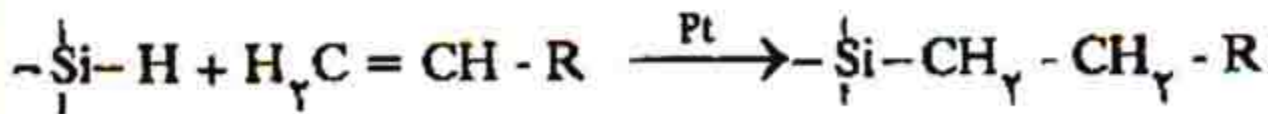
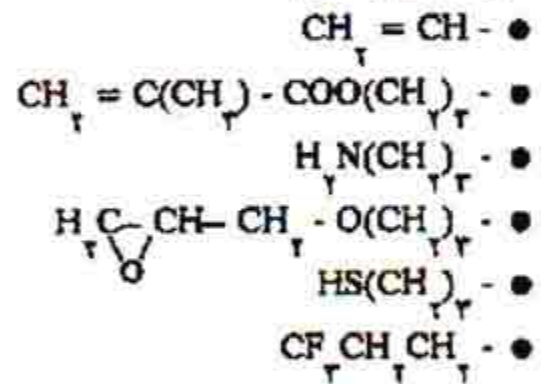
تهیه کلروفنیل و کلرومتیل فنیل سیلانها:



## تهیه سایر سیلان‌های صنعتی:

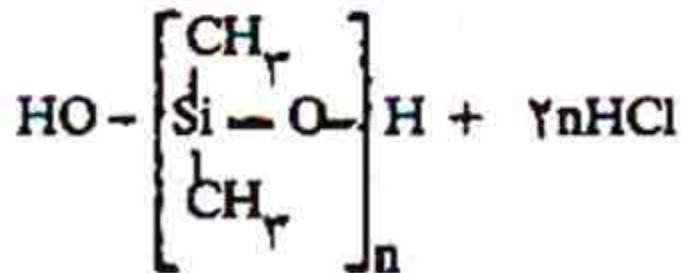
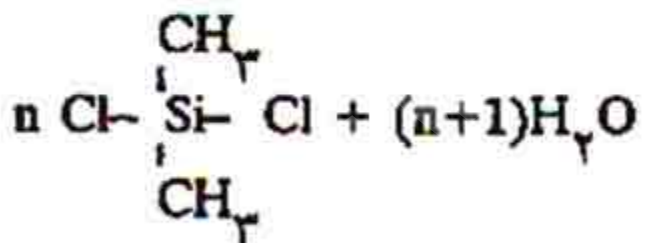
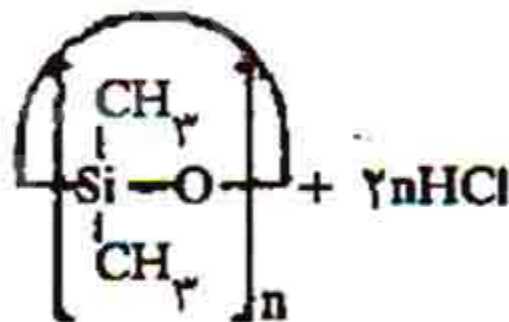
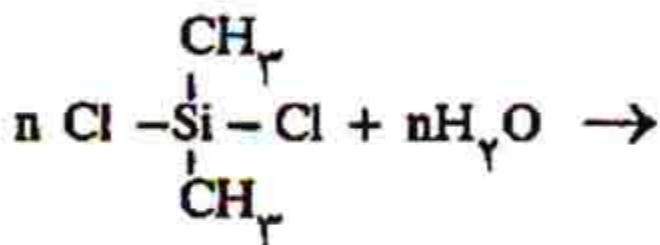
تولید سیلانهای با گروه عامل آلی توسط  
هیدروسیلاسیون:

سیلانهای با گروه عامل آلی شامل  
گروههایی نظیر:



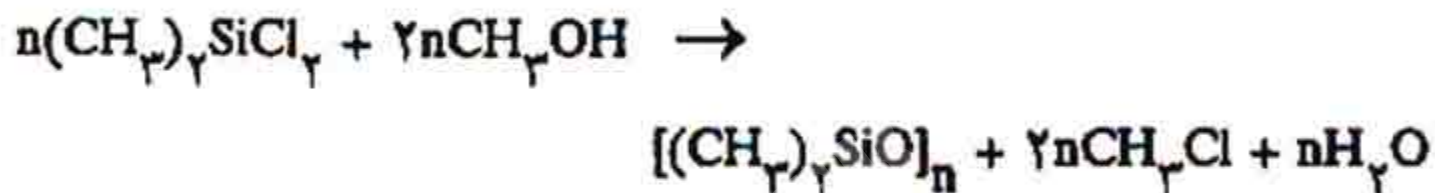
تهیه اولیگو سیلوکسان های خطی:

روش اول: هیدرولیز دی کلرودی متیل سیلان



تهیه اولیگو سیلوکسان های خطی:

روش دوم: متانولیز دی کلرودی متیل سیلان



## تصفیه محصولات هیدرولیز و متانولیز:

حرارت دادن مخلوط اولیگومری در حضور پتاسیم هیدروکسید. سیلوکسانهای حلقوی شکسته شده و سیلوکسانهای حلقوی بزرگتر تشکیل می شود.

WWW\*PNUeB\*COM



Payam Noor University Ebook

PNUeB

...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

## تهیه پلی دی متیل سیلوکسان های خطی زنجیر بلند:

روش اول: پلیمریزاسیون حلقه گشای اسیدی یا قلیایی سیلوکسانهای حلقوی

- در روش قلیایی از KOH به عنوان کاتالیزور استفاده می شود. طول زنجیر با افزودن عوامل انتهایی زنجیر مثل  $H_2O$  یا  $(CH_3)_3SiOSi(CH_3)_3$  قابل کنترل است.
- در روش اسیدی از اسیدهای معدنی قوی، پرفلوئورو آلکیل سولفونیک اسیدها و ذرات رس فعال شده با اسید به عنوان کاتالیزور استفاده می شود.

تهیه پلی دی متیل سیلوکسان های خطی زنجیر بلند:

روش دوم: پلیمریزاسیون تراکمی غیر تعادلی اولیگومرهای خطی  $\alpha$  و  $\omega$ -  
دی هیدروکسی سیلوکسان های دارای گروه های انتهایی OH

از فسفونیتریل کلریدها به عنوان کاتالیزور استفاده می شود. مثل  $(\text{PNCl}_2)_3$

www.pnuweb.com



تهیه پلی اورگانوسیلوکسانهای شاخه دار:

مرحله اول- هیدرولیز مخلوطی از کلرو اورگانوسیلان حاوی تری کلرو اورگانوسیلان

مرحله دوم- پلیمریزاسیون حرارتی

WWW\*PNUeB\*.COM

Payam Noor University Ebook

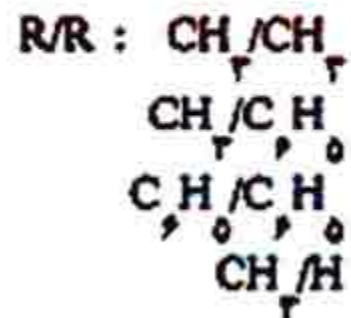
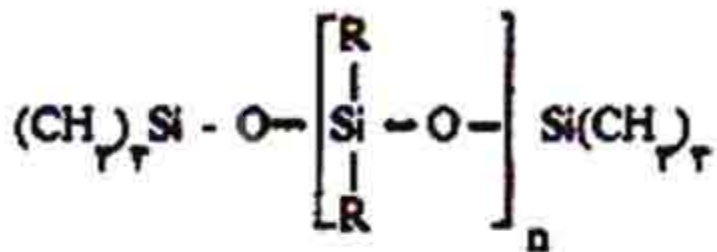


...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

## روغن های سیلیکونی:

خواص:

- نقطه ریزش ۳۵- تا ۶۰- درجه
- ویسکوزیته آن به دما بستگی ندارد.
- پایداری حرارتی بالا
- مقاومت ویژه بالا
- کشش سطحی بالا
- بی بو و بی مزه



# کاربردهای روغن‌های سیلیکونی:

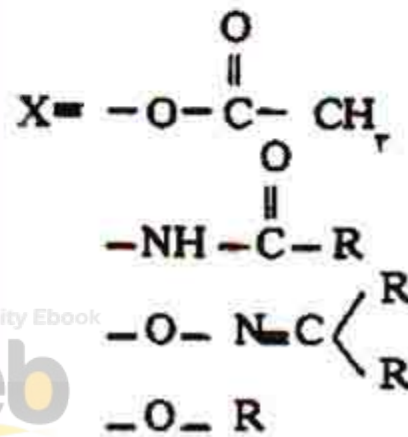
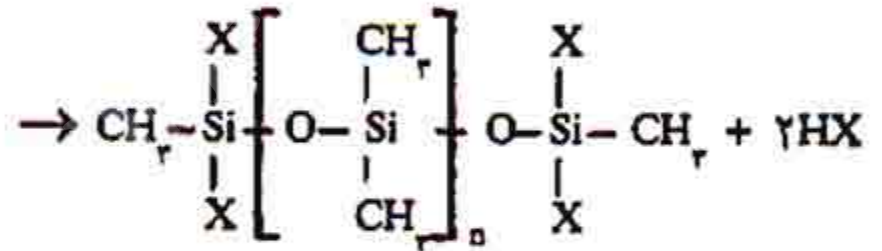
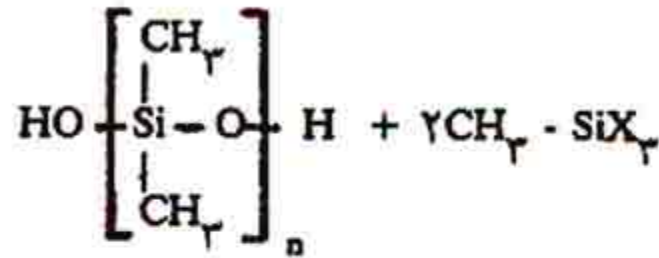
- واسطه انتقال حرارت
- روان کاری
- تهیه روغن هیدرولیک
- تهیه روغن ترانسفورماتور
- تهیه روغن ترمز
- بهبود دهنده جریان یابی رنگ
- بهبود دهنده براقی
- عامل کف‌زدا
- ساخت کرم‌های پوست و پولیش محافظ
- ساخت مواد قالب‌جداکن

## فرآورده‌های حاصل از روغن‌های سیلیکونی:

(۱) امولسیون‌های روغن خوراکی: به‌عنوان هوازدا و قالب‌جداکن در تولید تایر و برای آب‌گریز کردن و انبساط حجمی پارچه‌ها در نساجی به کار می‌رود. اگر حاوی ذرات جامد باشند، برای محیط‌های آبی به‌عنوان ضد کف به کار رفته و در سیستم‌های براق‌کنندگی و رنگ‌آمیزی نساجی به کار می‌رود.

(۲) خمیر و گریس سیلیکونی: با اضافه کردن مقادیر زیاد سیلیکای پخش‌شونده یا صابون‌های کلسیمی یا لیتیمی به روغن‌های سیلیکونی به دست می‌آیند. به‌عنوان درزگیر استفاده می‌شوند.

# لاستیک‌های سیلیکونی تک جزئی قابل ولکانیزاسیون در دمای اتاق:



استوکسی

آمیدو

آکسیمو

آلکوکسی

- رطوبت باعث سخت شدن لاستیک می‌گردد.

- از ترکیب آلی قلع به عنوان کاتالیزور استفاده می‌شود.

کاربردهای لاستیک‌های سیلیکونی تک‌جزئی قابل ولکانیزاسیون در دمای اتاق:

- ترکیبات درزگیر در صنعت ساختمان، بخش بهداشتی، بخش شیشه و صنعت اتومبیل
- چسب برای اتصالات مقاوم در برابر گرما

www\*PNUeB\*com

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

## لاستیک‌های سیلیکونی دوجزئی قابل ولکانیزاسیون در دمای اتاق:

- اتصالات عرضی از طریق پلیمریزاسیون تراکمی یا افزایشی ایجاد می‌شود.
- در پلیمریزاسیون تراکمی از پلی‌دی‌متیل‌سیلوکسان با گروه‌های انتهایی  $\text{OH}$  و یا از تتراالکوکی‌سیلانها به‌عنوان عامل اتصال عرضی و از ترکیبات آل‌قلع به‌عنوان کاتالیزور استفاده می‌شود.
- در پلیمریزاسیون افزایشی از پلی‌متیل‌سیلوکسانهای وینیل‌دار، پلی‌متیل‌سیلوکسانهای دارای  $\text{Si-H}$  به‌عنوان عامل اتصال عرضی و از ترکیبات پلاتین به‌عنوان کاتالیزور استفاده می‌شود.

# لاستیک‌های سیلیکونی قابل اتصال عرضی با پراکسید و قابل ولکانش به صورت داغ:

- پلی متیل سیلوکسانهای زنجیر بلند دارای گروه وینیل همراه با پرکننده‌ها
- اتصال عرضی توسط پراکسیدهای آلی انجام می‌گیرد.
- توسط دستگاه ورزدهنده، غلتک و اکسترودر تولید می‌شوند.

WWW\*PNUeB\*COM



# لاستیک‌های سیلیکونی قابل اتصال عرضی به صورت افزایشی و قابل ولکانش به صورت داغ:

- در لاستیکهای وینیل دار، ایجاد اتصال عرضی از طریق واکنش هیدروسیلاسیون کاتالیز شده با پلاتین انجام می‌شود.
- تولید: قالب گیری در پرس، اکستروژن به شکل لوله و کابل
- کاربردها: فناوری پزشکی، کابل در صنعت برق، درزگیرهای شکل داده شده با پرس، ایمپلانت (ماده قابل کاشت در بدن)، عدسی‌های تماسی چشمی

## لاستیک‌های مایع قابل ولکانش به صورت داغ (LSR):

- توسط دستگاه‌های قالب‌گیری تزریقی اتوماتیک انجام می‌شود.
- کاربرد: سرشیشه شیر بچه، صفحات مدار چاپی و صفحه کلید، درپوش محافظ آندها

WWW\*PNUeB\*COM

## خواص لاستیک‌های سیلیکونی:

- در دماهای ۵۰- تا ۱۸۰ درجه به‌طور مداوم تنش پذیر می‌باشند.
- خواص مکانیکی آن در دماهای مختلف بدون تغییر می‌باشد.
- ویژگیهای عایق کاری خوب دارد.
- وقتی با دوده مخلوط شود، دارای هدایت الکتریکی است.
- با افزودن ترکیبات پلاتین به سختی مشتعل می‌شود.

www.pnu.edu.ir

## رزینهای سیلیکونی:

پلی سیلوکسانهای شاخه دار هستند که از طریق پلیمریزاسیون تراکمی سخت می شوند.

در برابر حرارت و هوا مقاوم بوده و آب گریز است.

کاربرد:

- لاکهای عایق الکتریکی
- لاکهای محافظ خوردگی
- لعابهای فلزی کوره‌ای مقاوم در برابر گرما
- مقاوم کردن پلاستیک‌ها در برابر خراشیدگی
- پوشش دور صفحات فلزی برای نمای رویه

## کوپلیمرهای سیلیکونی:

کاربردهای پلی اترسیلوکسانها:

- پایدارساز اسفنج پلی یورتان
- ساخت مواد ضد کف
- ساخت مواد کمکی در صنعت نساجی

WWW\*PNUeB\*COM

# فصل ششم: صنعت شیشه

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

شیشه:

فرآورده معدنی ذوب شده ای که به صورت غیربلوری منجمد شده است.

مهمترین نوع شیشه، شیشه های سیلیکاتی (کوارتزی) هستند که از واحدهای  $\text{SiO}_2$  تشکیل شده اند.

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

## انواع محصولات تولیدی از شیشه:

(۱) شیشه تخت: شیشه آینه و پنجره

(۲) شیشه ظروف: بطری، ظروف، جاب روشنایی و وسایل شیشه ای آشپزخانه

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...



## خواص شیشه:

- خواص دی الکتریک مناسب
- مقاومت شیمیایی بالا
- ضریب انبساط حرارتی کم
- پایداری حرارتی
- شفافیت زیاد در برابر نور

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

نمونه‌ای از ترکیب شیشه‌های صنعتی (اعداد به صورت متوسط و به درصد وزنی)\*

	ظروف شیشه‌ای		شیشه تخت	شیشه آزمایشگاهی	شیشه مصرفی	
	سبز	بی‌رنگ	(شیشه شناور)	(پیرکس)	کریستال سری	شیشه پرس شده
$\text{SiO}_2$	۷۲/۰	۷۳/۰	۷۲/۸	۸۱/۰	۶۰/۰	۷۵/۵
$\text{Al}_2\text{O}_3$	۲/۶	۱/۵	۰/۷	۲/۰	۰/۰۲	۰/۳
$\text{CaO}$	۱۱/۴	۱۱/۳	۸/۷	۰/۳	-	۶/۵
$\text{PbO}$	-	-	-	-	۲۴/۰	-
$\text{MgO}$	۰/۱	۰/۱	۳/۶	۰/۲	-	-
$\text{Na}_2\text{O}$	۱۲/۵	۱۳/۰	۱۳/۷	۴/۵	۱/۰	۱۴/۸
$\text{K}_2\text{O}$	۰/۵	۱/۰	۰/۲	۰/۱	۱۴/۹	۲/۰
$\text{B}_2\text{O}_3$	-	-	-	۱۱/۴	-	-
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	۰/۵	۰/۰۴	۰/۱	۰/۱۵	۰/۰۲	۰/۰۱
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	۰/۲	-	-	-	-	-

\* این شیشه‌ها غالباً حاوی مقادیر کمی  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{As}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SO}_2$  و غیره می‌باشند.

## اثر ترکیب شیمیایی بر خواص شیشه:

- آلومینیم اکسید و بوراکس باعث افزایش پایداری حرارتی و دوام شیشه می شوند.
- اکسید فلزات قلیایی و قلیایی خاکی باعث کاهش دمای ذوب شیشه می شوند.

WWW\*PNUeB\*COM

## شیشه سرامیک:

نوعی شیشه است که در آن فازهای بلوری ریز در اثر گرم کردن شیشه تا دمای جوانه زنی و سپس گرم کردن تا دمای رشد جوانه ایجاد می شوند.

- جوانه زاهای ناهمگن: فلزات قیمتی،  $\text{TiO}_2$ ،  $\text{ZrO}_2$ ، سولفیدها و فسفاتها

خواص شیشه سرامیک:

۱- پایداری حرارتی بالا

۲- مقاومت بالا در برابر شوک حرارتی

## خواص شیشه سرامیک:

- ۱- پایداری حرارتی بالا
- ۲- مقاومت بالا در برابر شوک حرارتی

## کاربرد شیشه سرامیک:

- ۱- وسایل آشپزخانه
- ۲- سطوح اجاقهای پخت و پز خانگی
- ۳- وسایل ویژه

WWW\*PNUeB\*COM

## مواد اولیه برای تولید شیشه:

- ماسه
- آهک، دولومیت
- سدیم کربنات
- فلدسپاتها و سیلیکاتهای آلومینیم
- اسیدبوریک و کانیهای بور
- شیشه خرده حاصل از خود تولید

WWW\*PNUeB\*COM

حذف ته رنگ نامطلوب در تولید شیشه:

وجود آهن در مواد اولیه باعث ایجاد ته رنگ نامطلوب می شود.

(۱) رنگ بری شیمیایی: استفاده از اکسیدکننده ها برای تبدیل  $Fe(II)$  به  $Fe(III)$  مثل  $KNO_3$ ،  $CeO_2$  و  $MnO_2$ .

(۲) رنگ بری فیزیکی: اضافه کردن موادی به ترکیب شیشه که رنگهای مکمل ایجاد می کنند. مثل  $CoO$  و  $Nb_2O_3$ .

## فرآیند ذوب:

شامل مراحل زیر است:

۱- ذوب

۲- تصفیه

۳- همگن سازی

۴- آرام سازی: تنظیم دما قبل از شکل دهی

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...



## انواع کوره های ذوب:

۱- کوره های مخزنی: دارای دو ناحیه ذوب و بهینه سازی است.

۲- کوره های پاتیلی

۳- کوره های روزگار

۴- کوره های ساده

۵- کوره های مخزنی الکتریکی

WWW\*PNUeB\*COM

# قالب گیری (شکل دهی) شیشه مذاب:

۱- قالب گیری دستی

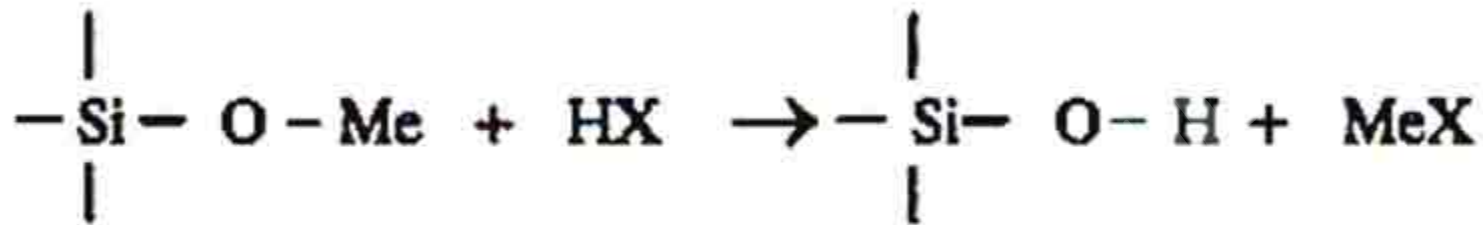
۲- نورد شیشه مذاب برای تولید شیشه تحت

۳- شکل دهی با روش شیشه شناور

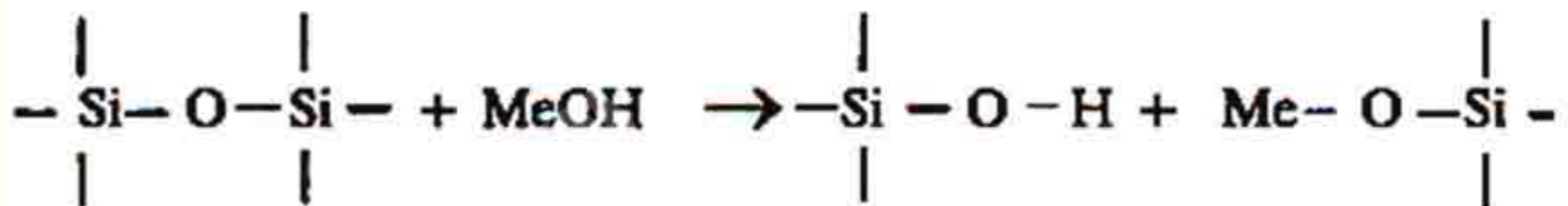
۴- برای تولید شیشه ظروف از روشهای فشاری و دمشی می توان استفاده کرد.

WWW.PNUeB.COM

حمله اسیدی:



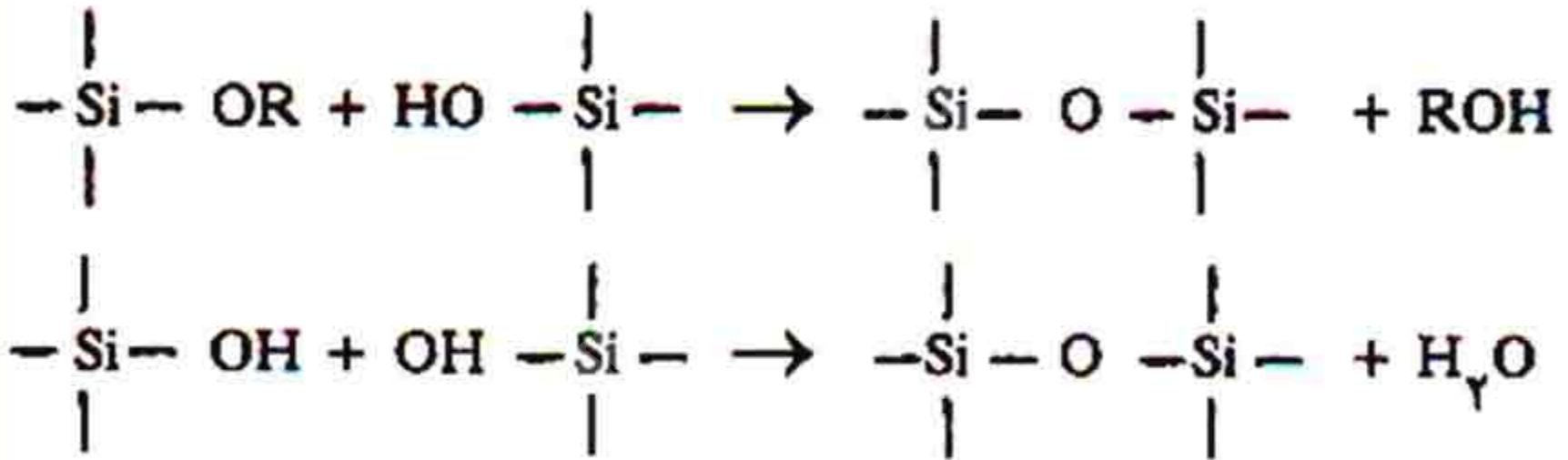
حمله قلیایی:



Me: کاتیونهای فلز قلیایی X: آنیون یک ظرفیتی

## فرآیند سل-ژل:

تولید شیشه از طریق هیدرولیز و پلیمریزاسیون تراکمی مواد آلی فلزی در محلول الکلی



(R: گروه آلی)

# فصل هفتم: صنعت سیمان

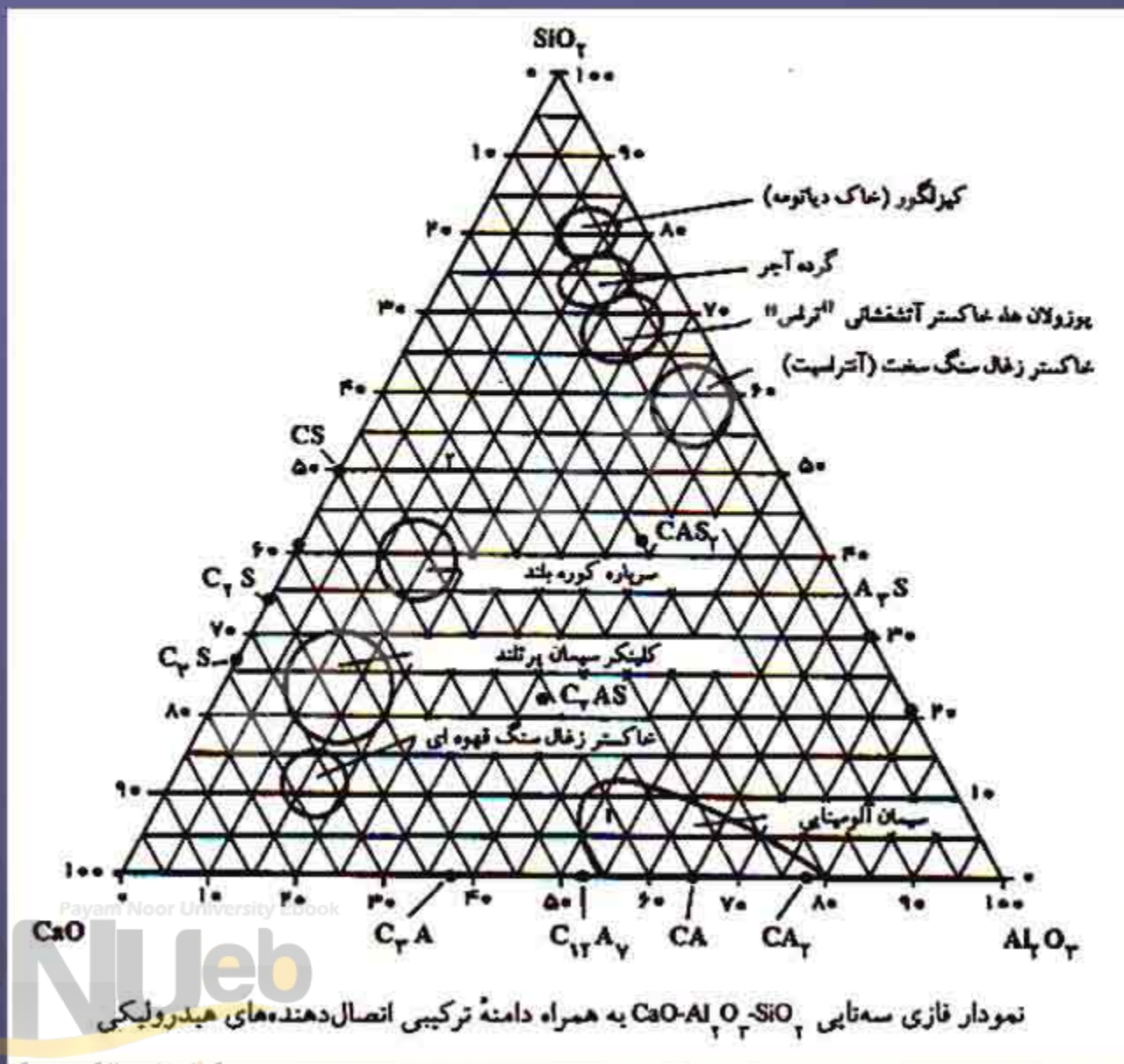
WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور ...

# ترکیبات سیمان:



نمودار فازي سه تایی  $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  به همراه دامنه ترکیبی اتصال دهنده های هیدرولیکی

### فازهای کلینکر و خواص آنها

نام	فرمول	علائم اختصاری*	خواص تکنیکی سیمان
تری کلسیم سیلیکات (آلبت)	$3CaO.SiO_2$	$C_3S$	سخت شدن سریع، گرمای هیدراسیون بالا، استحکام بالا
دی کلسیم سیلیکات (بلیت)	$2CaO.SiO_2$	$\beta-C_2S$	سخت شدن آهسته در درازمدت، گرمای هیدراسیون کم
تری کلسیم آلومینات	$3CaO.Al_2O_3$	$C_3A$	در مقادیر زیاد: گیرش سریع، گرمای هیدراسیون بالا، تمایل به انقباض، حساسیت نسبت به آبهای سولفاتی
کلسیم آلومینیم فتریت	$2CaO(Al_2O_3.Fe_2O_3)$	$C_2(A,F)$	سخت شدن آهسته، مقاومت در برابر آب سولفاتی
آهک آزاد	$CaO$	$C$	در مقادیر کم مشکل ساز نیست، در مقادیر زیاد باعث شکفتن (انفجار) و سخت شدن خیلی سریع می‌گردد.
اکسید منیزیم آزاد	$MgO$	$M$	در مقادیر زیاد: انفجار منبژیایی

\*در شیمی سیمان از علائم اختصاری زیر استفاده می‌شود: C:CaO, S:SiO<sub>2</sub>, A:Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, M:MgO, N:Na<sub>2</sub>O, K:K<sub>2</sub>O, H:H<sub>2</sub>O, F:Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

## سیمان پرتلند:

از کلینکر سیمان پرتلند و گچ تشکیل شده است.

ماده اولیه تولید کلینکر سیمان پرتلند آهک، رس و مارل است.

جزء اصلی سیمان پرتلند تری کلسیم سیلیکات است.

حداکثر مقدار آهک مورد استفاده:

$$CaO_{\max} = 2.8 \times SiO_2 + 1.1 \times Al_2O_3 + 0.7 \times Fe_2O_3$$



روش تر برای تولید سیمان پرتلند:

مواد اولیه به صورت تر آسیاب می شود تا یک دوغاب خام ایجاد شده و سپس پخت می شود.

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

روش نیمه تر برای تولید سیمان پرتلند:

آب دوغاب خام که به صورت ار تهیه شده است به کمک صافی فشاری خارج می شود و خمیر حاصل به شکل گندله پرس شده و پخته می شود.

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



روش نیمه خشک برای تولید سیمان پرتلند:

مواد آغازین به صورت خشک آسیاب و مخلوط می شوند. سپس به کمک آب و بر روی میز گرانول سازی به صورت گندله در می آید.

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

## روش خشک برای تولید سیمان پرتلند:

مواد اولیه به صورت خشک آسیاب و مخلوط می شوند و در حال آسیاب شدن به کمک گازهای داغ خروجی کوره پخت، خشک می شوند.

WWW\*PNUeB\*COM

مقایسه روشهای تولید سیمان و انواع کوره‌های مورد استفاده

روش خشک		روش نیمه‌تره و روش نیمه‌خشک		روش تره		
کوره با قسمت پیش تکمیل	کوره با پیش گرم کن معلق	کوره دوار خشک، بلند	کوره استوانه‌ای	کوره دوار کوتاه	کوره دوار تره بلند	نوع کوره
پیش گرم کن سیکلونی یا محافظه‌ای	پیش گرم کن سیکلونی یا محافظه‌ای	اتصالات عرضی، زنجیرها، استحکامات بالای به طرف محافظه	-	پیش گرم کن آتشدانی	زنجیرها، محافظه پیش گرم، اتصالات عرضی	تجهیزات تبادل حرارت
خوراک خام خشک	خوراک خام خشک	خوراک خام خشک، گرانول	گندله و ذرات ریز زغال سنگ پاک	بلوکهای حاصل از فیلتر پرس کردن دوغاب خام	دوغاب خام	خوراک (بار)
۰/۵-۱	۰/۵-۱	۰/۵-۱	۱۰ تا	۱۰-۲۰	۳۰-۴۰	درصد آب موجود
۶	۳-۶	۳-۷	۲-۳	۲/۵-۶	۳-۷/۶	ابعاد کوره: قطر (m) طول (m)
۱۰۰	۴۰-۱۱۰	۷۰-۲۳۰	۸-۱۰	۳۰-۱۰۰	۸۰-۲۲۰	
						مصرف انرژی
حدود ۲/۳	۳-۳/۸	۲/۶-۴	۳/۱-۲/۳	۳-۳/۸	۵-۶	GJ در هر تن کلینکر
طراحی شده برای ۸۵۰۰	۳۰۰-۵۴۰۰	۳۰۰-۳۰۰۰	۳۰۰ تا	۳۰۰-۳۳۰۰	۳۰۰-۳۸۰۰	محصول خروجی (تن در روز)

## کاربردهای سیمان پرتلند:

- اتصال دهنده در بتون
- اتصال آجر و بلوکهای ساختمانی
- ساخت بتون مسلح

WWW\*PNUeB\*COM

## سیمان سر باره ای:

در تولید آهن در کوره های بلند برای جداسازی گانگ سنگ آهن، آهک اضافه می شود که مخلوطی از آهک، سیلیکا و آلومینیم اکسید با ترکیبی شبیه سیمان پرتلند تشکیل می گردد.

سیمان پرتلند سر باره ای: مخلوط کلینگر سیمان پرتلند با کمتر از ۳۰ درصد سر باره

سیمان پرتلند ذوب آهنی: مخلوط کلینگر سیمان پرتلند با کمتر از ۳۰ درصد سر باره

## خواص سیمان سرباره ای:

- گرمای هیدراتاسیون پایین

- مقاومت شیمیایی بالا

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...



## سیمان پوزولانی:

پوزولانها مواد سیلیکادار طبیعی یا مصنوعی که با  $\text{Ca(OH)}_2$  ایجاد شده حین سخت شدن سیمان واکنش داده و سیلیکات کلسیم هیدراته ایجاد می کنند و استحکام سیمان پرتلند را بهبود می دهند. با این وجود سخت شدن آهسته تر انجام می شود.

پوزولان طبیعی: تراس (سنگ آتشفشانی)، خاک سانتورین

پوزولان مصنوعی: نرمه خاکستر

## سیمان آلومینایی:

از ترکیبات اکسید کلسیم و اکسید آلومینیم تشکیل شده و از سنگ آهک و بوکسیت تولید می شوند.

این نوع سیمان استحکام اولیه بالا داشته که با گذشت زمان کاهش می یابد.

کاربرد: در مواد نسوز و سیمان زود گیر

WWW\*PNUeB\*COM

## سیمان آزبستی:

دوغاب آبی سیمان و آزبست بعد از آب گیری مکانیکی به صورت یک ماده زبر سفت می شود.

کاربرد: ساخت لوله، محفظه و سفال بام

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

## سیمان انبساطی:

مخلوط سیمان پرتلند و سولفات یا آلومینات کلسیم

این نوع سیمان در اثر سخت شدن منقبض نمی شوند. این مساله از چروک شدن سطح سیمان جلوگیری می کند.

WWW\*PNUeB\*COM

## سیمان سفید:

سیمان پرتلند با مقدار کم اکسید آهن.

برای ساخت این نوع سیمان، مواد اولیه باید بسیار خالص باشند.

WWW\*PNUeB\*.COM

## سیمان سورل:

در اثر سخت شدن مخلوط MgO و نمکهای منیزیم مانند کلسیم کربنات به وجود می آیند.



کاربرد: ساخت پلاسترها و کف پوشهای صنعتی

# فصل هشتم: صنایع سرامیک و مواد نسوز

WWW\*PNUeB\*COM



Payam Noor University Ebook

**PNUeB**

...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

## سرامیک:

فرآورده هایی که از ترکیبات معدنی غیرفلزی تشکیل شده و با انجام عملیات حرارتی در دماهای بالا قابل استفاده می شوند.

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook





# عوامل موثر بر خواص سرامیکها:

- ترکیب شیمیایی و مینرالوژیکی

- ریزساختار

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

## طبقه بندی سرامیکها:

(۱) سرامیکهای سیلیکاتی که جزء اصلی آنها  $\text{SiO}_2$  است.

(۲) سرامیکهای اکسیدی

(۳) سرامیکهای غیراکسیدی

- هر دسته می توانند زمخت و یا ظریف باشند.

WWW\*PNUeB\*COM

# سرامیکهای سیلیکاتی زمخت:

## زمخت

غیرمتخلخل

(WAC < ۶٪)

- آجرهای زجاجی
- سرامیکهای ساختمانی

- آجرهای ذوب و ریخته‌گری شده

متخلخل

(WAC > ۶٪)

- آجرها
- لوله‌های رسی
- سفالینه
- آجرهای خاک‌نسوز

- نسوزهای سیلیکا
- نسوزهای فورستریتی

سرامیکهای رسی

سایر سرامیکهای سیلیکاتی

# سرامیکهای سیلیکاتی ظریف:

ظریف

غیر متخلخل

متخلخل

(WAC < 2%)

(WAC > 2%)

پرسلان

سنگینه

خاکینه ظریف

خاکینه

سرامیکهای رسی

● پرسلان سخت

● سنگینه ظریف

● سفیدآلات

● پرسلان نرم

● سرویس بهداشتی

● خاکینه آهکی

● پرسلان عایق

● کاشیهای چندتکه

● خاکینه فلدسپاتی

● چینی استخوانی

● پرسلان بدل چینی

● با طرحهای برجسته

● استثنائیت

● کوردپریت

● کوردپریت

● سیلیکاتهای Li-Al

● عایقهای آلومینا بالا

سایر سرامیکهای سیلیکاتی

ز م خ ت

● آلومینا

● منیزیا

● کرومیتی

ظ ر ی ف

● آلومینا

● منیزیا

● زیروکونیا

● تیتانیا

● تیتانات آلومینیم

● تیتاناتها

● فریتها

● اسپیتلها

ظریف

- نیشریدها
- کاربیدها
- سیلیسیدها
- کربن

زمنخت

- کربن
- گرافیت

## مراحل تولید سرامیکها:

- فرآوری مواد اولیه (آسیاب کردن، دانه بندی، مخلوط کردن)
- شکل دادن (قالب گیری، پرس کردن، تراش دادن، ریخته گری)
- خشک کردن یا پیش پخت (حذف آب با چسب های آلی)
- پخت
- پس عملیات و پرداخت کاری (عملیات مکانیکی، لعاب کاری)

ترکیب و مواد اولیه سرامیکهای رسی:

(۱) رس: باعث شکل پذیری می شود.

(۲) کائولن

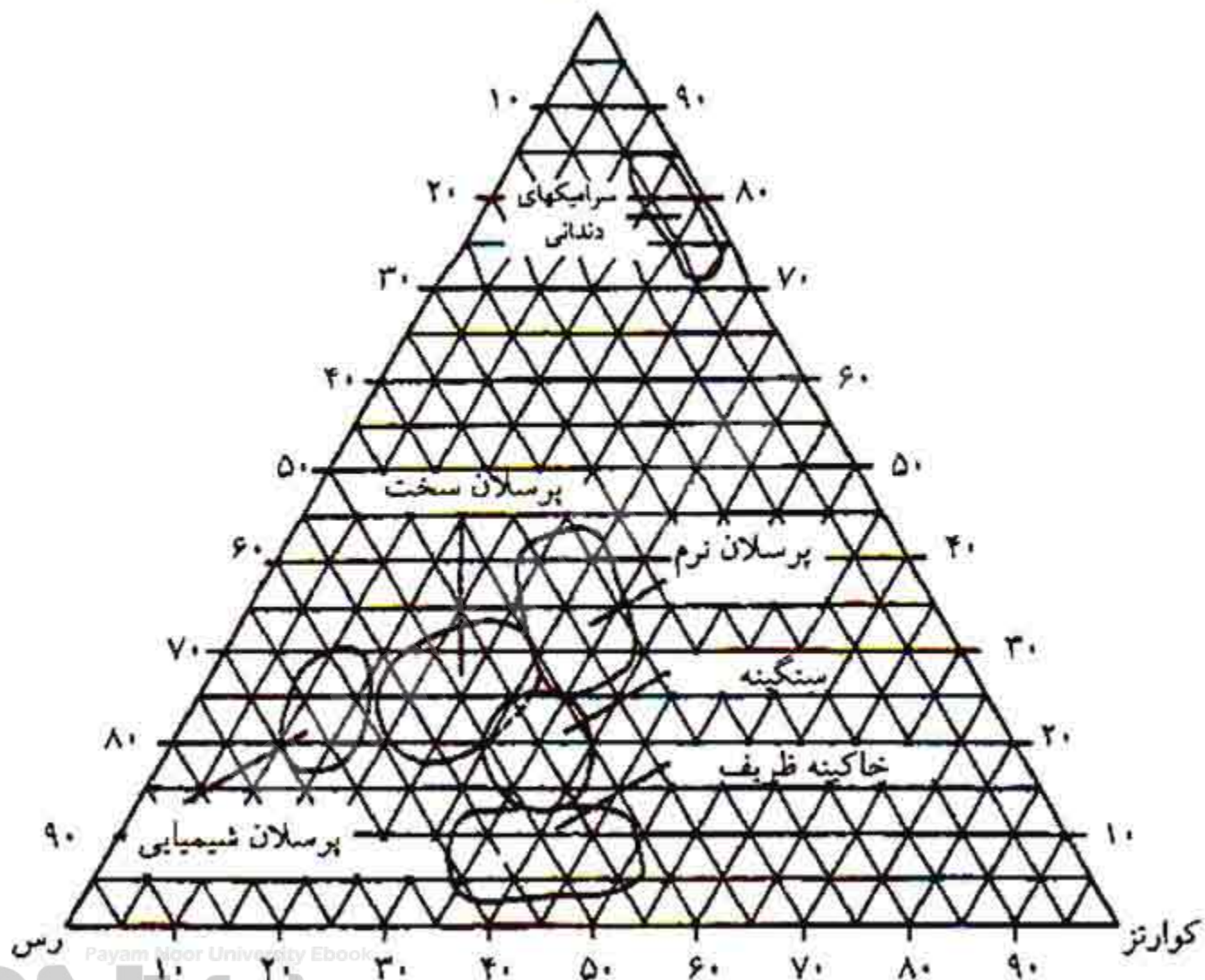
(۳) کوارتز: انقباض حاصل از پخت را کاهش می دهد.

(۴) فلدسپات: به عنوان گداز آور عمل می کند.

(۵) اکسید آلومینیم، گداز آورهای کلسیم دار و لیتیم دار.



# فلدسپات



ترکیبات مخلوط مواد اولیه سرامیکهای رسی



## استخراج و عمل آوری کائولن خام:

- با شستشو و طبقه بندی بر اساس اندازه ذرات در هیدروسیکلونها می توان کائولن و سایر کانیهای رسی را از کوارتز و فلدسپات همراه آن جداسازی کرد.
- شیر کائولن از طریق ته نشینی و صاف کردن تغلیظ می شود.

WWW\*PNUeB\*COM

## تولید بار سرامیکهای رسی:

مراحل تولید خمیر به صورت زیر است:

- آسیاب کردن مواد اولیه به صورت تر
- مخلوط کردن اجزا به شکل تعلیق
- جداسازی مغناطیسی ناخالصیهای آهن
- تنظیم مقدار آب با توجه به روش شکل دهی مورد نظر

خشک کردن خمیر به شکل پودر روانرو در خشک کن پاشنده انجام می شود.  
ذخیره سازی در اتمسفر مرطوب محصول شکل پذیرتری تولید می کند.

## عوامل موثر در انتخاب روش شکل دهی:

- شکل محصول
- خواص مورد نظر
- مقدار بار (اندازه بچ)

WWW\*PNUeB\*COM

مقدار آب موجود در بار (بج) پرسلان برای روشهای مختلف شکل دادن

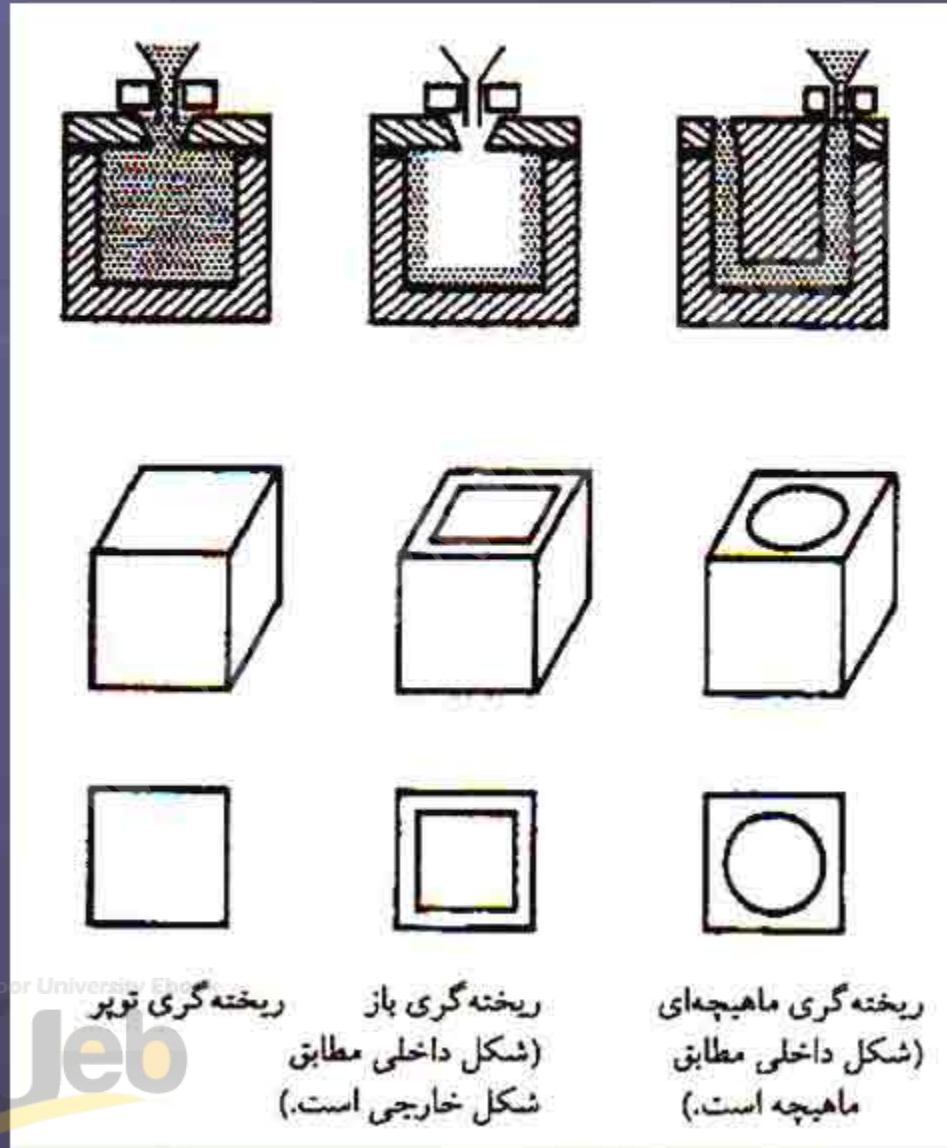
نوع بار	مقدار آب موجود (% وزنی)
دوغاب ریخته‌گری	(پراکنده‌ساز +) ۲۳-۳۶
خمیر تراش‌کاری	۲۲-۲۴
خمیر اکسترود (فشارکاری) شده	۲۲-۲۴
خمیر «مرحله بحرانی»	۱۵-۱۸
خمیر قالب‌گیری مرطوب	(نرم‌ساز +) ۸-۱۲
بار قالب‌گیری خشک	۱-۴

## روشهای شکل دهی:

- ریخته گری
- شکل دادن در حالت پلاستیک
- شکل دادن با پرس کردن پودر

WWW\*PNUeB\*COM

# روشهای ریخته گری برای شکل دهی:



ریخته گری توپو  
 ریخته گری باز  
 (شکل داخلی مطابق  
 شکل خارجی است.)

ریخته گری ماهیچه‌ای  
 (شکل داخلی مطابق  
 ماهیچه است.)

## شکل دادن در حالت پلاستیکی:

الف) روشهای گردان:

۱- برون چرخ کاری ماشینی برای محصولات تخت

۲- تراش کاری گردان محصولات توخالی

ب) شکل دهی اکستروژنی: استوانه و یا ستونهای خمیری به عنوان قطعات پیش ساخته تولید می شود.

ج) روش پرس تزریقی: برای تولید قطعات متقارن غیر دورانی



## شکل دادن توسط پرس کردن پودر:

این روش برای ساخت اشکال هندسی ساده به تعداد زیاد قابل استفاده است. پودر خشک یا مرطوب تحت فشار فشرده می گردد.

اعمال فشار دو طرفه محصولات با تنش ساختاری کمتر تولید می کند.

قطعه بدست آمده از دقت ابعادی خوبی برخوردار است.

محصولات دارای توزیع چگالی یکنواخت می باشند.

## روشهای خشک کردن:

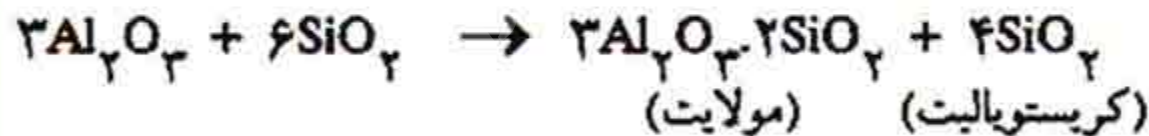
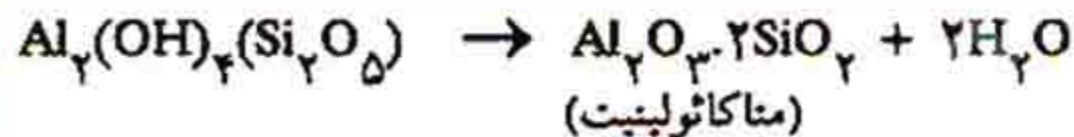
به منظور خارج کردن رطوبت باقیمانده از بدنه خام صورت می گیرد که همراه با انقباض قطعه خواهد بود.

- خشک کردن در هوای مرطوب: قطعه در رطوبت نسبی بالا گرم می شود و با کاهش رطوبت دما افزایش می یابد.

- خشک کردن سریع به کمک تابش دهی با اشعه مادون قرمز: برای محصولات نازک کاربرد دارد.

فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی انجام شده هنگام پخت سرامیکها:

۱- خروج گروههای OH از کائولینیت:



۲- ذوب فلدسپات

۳- انحلال  $\text{SiO}_2$

۴- رسوب کردن مولایت سوزنی شکل

## شرایط پخت:

- در کوره های تونلی پیوسته انجام می شود.
- اتمسفر موجود در کوره نباید دارای مواد اکسنده باشد.
- پخت محصولات لعابدار در دو مرحله انجام می شود:
  - ۱- پخت بیسکویت
  - ۲- پخت لعاب
- در پخت لعاب قطعات نباید با هم در تماس باشند.

## لعاب سرامیک:

لعاب در طی پخت مذاب همگنی ایجاد می کند که در اثر سرد شدن با جلای شیشه ای جامد می شود.

از مواد اولیه مورد استفاده در تولید بدنه به همراه اکسیدهای دارای دمای ذوب پایین (اکسیدهای عناصر قلیایی و قلیایی خاکی و بور) تشکیل می شوند.

مواد محلول در آب باید قبل از تولید لعاب با ذوب کردن به ترکیبات نامحلول تبدیل شوند.

لعاب نمکی: با پاشیدن  $\text{NaCl}$  به درون محفظه پخت تهیه می شود.

# خواص سرامیکهای خاگینه ظریف:

فرآورده‌های خاگینه ظریف و خواص آنها

فرآورده	ترکیب بار (بج) % وزنی			شرایط پخت (°C)	مزایا	معایب
	کانیهای رسی	فلدسپات کوارتز	کرینات کلسیم			
خاگینه آهکی	۲۰-۲۵	۲۰ تا	-	۱۱۵۰	ارزان، چگالی پایین	شکننده، ناپایدار
(خاگینه نرم)				۱۰۰۰-۱۰۶۰	لعاب	در برابر تغییر دما
خاگینه مخلوط	۲۵-۵۰	۲۸-۲۲	۱-۳	۱۱۸۰	یسکویت	سخت‌تر و با شکتگی
				۱۰۰۰-۱۱۰۰	لعاب	کمتر از خاگینه آهکی
خاگینه فلدسپاتی	۲۰-۵۵	۵۵-۲۲	۵-۳	۱۲۲۰	یسکویت	گران‌تر و سنگین‌تر
(خاگینه سخت)				۱۰۰۰-۱۱۰۰	لعاب	سخت و متراکم‌تر از خاگینه آهکی و مخلوط

## کاربردهای سرامیکهای خاکینه ظریف:

در برابر گازها و مایعات نفوذناپذیرند و برای تولید دیافراگمها و فیلترهای سرامیکی به کار می روند.

نوع لعابدار در برابر آب نفوذناپذیر است و برای تولید ظروف خانگی، سرویس بهداشتی، کاشی و قابهای دیواری به کار می روند.

www.pnu.edu.com

## سرامیکهای سنگینه:

- در اثر پخت محصولات متراکم تولید می کنند که در برابر آب نفوذناپذیر است.
- از سنگینه ظریف می توان با روش ریخته گری ظروف خانگی تولید کرد.
- از سنگینه ظریف صنعتی می توان وسایل آزمایشگاه و مواد عایق تولید کرد.
- سنگینه های دارای لعاب نمکی در برابر همه اسیدها مقاوم هستند.



## سرامیکهای پرسلان:

- به دلیل داشتن گداز آور بالا به صورت سفید، متراکم و شیشه ای به نظر می رسند.
- هر چه مقدار فلدسپات و کوارتز بیشتر باشد، پرسلان نرم تر می شود. و برای تولید ظروف خانگی و قطعات فنی مناسب تر خواهد بود.
- اگر آلومینا جایگزین کوارتز شود پرسلانهای آلومینیایی با استحکام بالا حاصل می شود.
- سرامیکهای بهداشتی از چینی زجاجی و محصولات تزئینی از چینی استخوانی ساخته می شوند.
- اگر مقدار فلدسپات زیاد باشد، پرسلان دندانی ساخته می شود که به لعاب نیازی ندارد.

## سرامیکهای پرسلان با پخت سریع:

- باید کوارتز و مواد گدازآور کمی داشته باشد که برای تامین شفافیت لازم می توان از انواع بسیار ریز کوارتز استفاده کرد.

WWW\*PNUeB\*COM

## مواد نسوز (سرامیکهای دیر گداز):

- دیر گدازی مواد سرامیکی با آزمایش مخروط زگر تعیین می شود.

- انتخاب ماده مناسب وابسته به عوامل زیر است:

۱- پایداری حرارتی

۲- انبساط حرارتی

۳- مقاومت در برابر شوک حرارتی

۴- مقاومت شیمیایی

۵- رسانایی حرارتی

۶- مقاومت سایشی

## دماهای ذوب و تجزیه اجزاء مهم مواد دیرگداز

ماده	فرمول	نقطه ذوب (°C)	ماده	فرمول	نقطه ذوب (°C)
کریستوبالیت	$\text{SiO}_2$	۱۷۲۳	مولایت	$3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$	۱۸۵۰
کوراندوم	$\text{Al}_2\text{O}_3$	۲۰۵۰	کیانیت	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$	۱۳۲۵**
اکسید کروم (III)	$\text{Cr}_2\text{O}_3$	۲۴۳۵	آندالوسیت	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$	۱۳۵۰**
پریکلاس	$\text{MgO}$	۲۸۲۵	سیلیمانیت	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$	۱۵۳۰**
اکسید کلسیم	$\text{CaO}$	۲۵۷۲	ولاستونیت	$\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	۱۵۴۰
اکسید زیرکونیم (ثبیت شده)	$\text{ZrO}_2$	۲۶۹۰	فورستریت	$2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$	۱۸۹۰
روتایل	$\text{TiO}_2$	۱۸۳۰	کرومیت	$\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$	۲۱۸۰
کارید سیلیسیم	$\text{SiC}$	۲۷۶۰*	پیکوکرومیت	$\text{MgO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$	۲۳۳۰
نترید سیلیسیم	$\text{Si}_3\text{N}_4$	۱۹۰۰*	اسپینل	$\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	۲۱۳۵

\* دمای تجزیه

\*\* تجزیه شدن به مولایت و کریستوبالیت

## طبقه بندی مواد نسوز:

طبقه بندی بر اساس دمای عملیات حرارتی انجام شده:

- مواد پخته نشده که اتصال توسط چسبها در دمای کمتر از ۱۵۰ درجه انجام می شود.
- مواد حرارتی شده که اتصال توسط چسبها در دمای بین ۱۵۰ تا ۸۰۰ درجه انجام می شود.
- فرآورده های پخته شده یا ذوب شده

طبقه بندی بر اساس شکل:

- قالب گیری شده
- قالب گیری نشده

طبقه‌بندی فرآورده‌های نسوز

جزء اصلی دیگر	جزء اصلی		
	فرمول	درصد وزنی	
—	$\text{SiO}_2$	>۹۳	فرآورده‌های نسوز سیلیسی
دیگرگدازهای خاک نسوز			
$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2$	۶۷-۷۶	• اسیدی
$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	۲۲-۳۰	• نیمه‌اسیدی
$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	۳۰-۴۵	• قلیایی
فرآورده‌های نسوز غنی از آلومینا			
$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	۵۱-۵۵	• محصولات غنی شده با آلومینا
$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	۵۵-۶۵	• آجرهای کبائیتی
$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	۶۰-۷۰	• آجرهای سیلیمائیتی
$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	۷۲-۷۵	• آجرهای مولائیتی
$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	۷۵-۸۵	• آجرهای بوکسیتی
$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	۹۰-۹۹/۵	• آجرهای کوراندومی

## طبقه‌بندی فرآورده‌های نسوز

جزء اصلی دیگر	جزء اصلی		
	فرمول	درصد وزنی	
			دیرگدازهای خنثی
$\text{SiO}_2$	$\text{ZrO}_2$	< ۶۷	• آجرهای سیلیکات زیرکونیم
$\text{MgO, FeO, Al}_2\text{O}_3$	$\text{Cr}_2\text{O}_3$	< ۵۱	• آجرهای سنگ کروم
			دیرگدازهای قلیایی
—	$\text{MgO}$	> ۸۰	• آجرهای منیزیتی
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	$\text{MgO}$	۵۵-۸۰	• آجرهای منیزیت/کرومیت
$\text{Cr}_2\text{O}_3$	$\text{MgO}$	۲۵-۵۵	• آجرهای کرومیت/منیزیت
$\text{SiO}_2, \text{FeO}$	$\text{MgO}$	< ۵۵	• آجرهای فورستریتی

دیرگدازهای سیلیسی:

- از کوارتزیتها تولید می شوند.



کاربردها:

۱- کوره های مخزنی تولید شیشه

۲- کوره های کک پزی



## دیرگدازهای خاک نسوز:

- از جمله ارزان ترین نسوزها است که در اثر پخت کانیهای رسی تولید می شود و مولایت و  $\text{SiO}_2$  توسط فاز شیشه به هم متصل شده اند.

- کاربردها:

- (۱) آستر کوره بلند
- (۲) آستر پاتیل ریخته گری
- (۳) آستر کوره مخزنی

WWW\*PNUeB\*COM

## دیرگدازهای آلومینوسیلیکاتی:

مواد اولیه:

- سیلیکاتهای آلومینیم
- بوکسیت
- بوکسیت + کائولن
- کوراندوم

تولید:

- افزودن چسب
- شکل دادن
- پخت در  $1200-1800^{\circ}\text{C}$

کاربردها:

- صنعت فولاد
- صنعت سیمان
- صنعت شیشه

Source: Mass University, Brazil

مرحله پیش پخت دیرگدازهای آلومینوسیلیکاتی:

شاموت مولایتی → کائولن + بوکسیت

کریستوبالیت + مولایت → سیلیکات آلومینیم

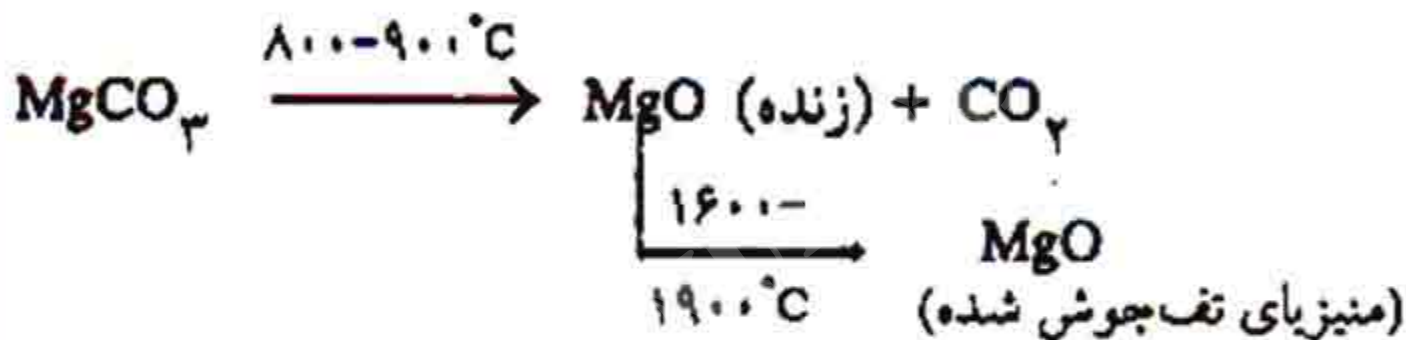
مولایت تفجوش شده → کائولن + آلومینای تکلیس شده

شیشه + کوراتدرم + مولایت → بوکسیت

بوکسیت تفجوش شده

## دیرگدازهای قلیایی:

ماده اولیه: منیزیت



کاربردها:

- کوره های آتشدان روباز
- کوره های دوار صنعت سیمان
- کوره های صنعت فلزات غیر آهنی

## دیرگدازهای کاربرد سیلیسیمی:

خواص:

- رسانایی حرارتی بالا
- سختی زیاد
- استحکام مکانیکی بالا

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

## دیرگدازهای ویژه:

۱- دیرگدازهای زیر کونیایی

۲- آجرهای اکسید کروم- کورانندوم

۳- آجرهای کروم (III) اکسید خالص

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

# فصل نهم: اجسام سخت

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور....

## تقسیم بندی مواد سخت:

۱- مواد سخت فلزی: کاربیدها، بوریدها، سیلیسیدها

۲- مواد سخت غیر فلزی: الماس، کوراندوم، کاربید سیلیسیم

WWW\*PNUeB\*COM



## روشهای تولید کاربیدهای فلزی:

۱- کربن دار کردن پودر فلز یا اکسید فلز در فاز جامد

۲- کربن دار کردن در مذاب فلزات

۳- کربن دار کردن با گازهای تولید کننده کربن مثل متان

۴- لایه نشانی شیمیایی از فاز بخار

WWW\*PNU\*IR\*COM

# کوره های مورد استفاده در واکنشهای کربن دار کردن:

۱- گازسوز

۲- لوله کربنی مداوم

۳- القایی بسامد بالا

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

خواص کاربردهای فلزی

ترکیب	مقدار نظری کربن (درصد وزنی)	مقدار واقعی کربن (درصد وزنی)	چگالی g/cm <sup>3</sup>	نقطه ذوب °C	ریزسختی ویکرز HV <sub>0.05</sub>
TiC	۲۰/۰۵	۱۹-۱۹/۵	۴/۹۳	۲۹۴۰-۳۰۷۰	۳۰۰۰
ZrC	۱۱/۶۴	۱۱/۴	۶/۴۶	۳۴۲۰	۲۷۰۰
HfC	۶/۳۰	۶/۳	۱۲/۳	۳۸۲۰-۳۹۳۰	۲۶۰۰
VC	۱۹/۰۸	۱۸/۵-۱۸/۹	۵/۳۶	۲۶۵۰-۲۶۸۴	۲۹۰۰
NbC	۱۱/۴۵	۱۱/۳ <sup>**</sup> حداکثر	۷/۷۸	۳۶۱۳	۲۰۰۰
TaC	۶/۲۳	۶/۱-۶/۳	۱۴/۴۸	۳۸۲۵-۳۹۸۵	۱۸۰۰
Cr <sub>۳</sub> C <sub>۲</sub>	۱۳/۳۳	۱۳-۱۳/۳	۶/۶۸	۱۸۱۰	۱۳۵۰
β-Mo <sub>۲</sub> C	۵/۸۹	۵/۸ حداکثر	۹/۱۸	۲۴۸۵-۲۵۲۰	۱۵۰۰
WC	۶/۱۳	۶/۱ حداکثر	۱۵/۷	۲۷۲۰-۲۷۷۵	۱۲۰۰-۲۵۰۰ <sup>***</sup>
TbC	۴/۹۲		۱۰/۶۴	۲۶۵۲	۸۵۰
TbC <sub>۲</sub>	۹/۳۷		۸/۶۵	۲۶۵۵	۶۰۰
UC	۴/۸۰		۱۳/۶۵	۲۵۶۰	۹۲۰
UC <sub>۲</sub>	۹/۱۶		۱۱/۸۶	۲۵۰۰	۶۲۰

\* ارائه محدوده ذوب به دلیل ارقام متفاوت در منابع مختلف می باشد. \*\* پس از دو دفعه کربن دار کردن

\*\*\* سطوح بلوری مختلف، سختی متفاوتی دارند (ناهمسانی در سختی).

## کاربید تیتانیم:

تولید TiC در کوره القایی:



مقاومت سایشی بالا داشته و در هزار برش استفاده می شود.

## کاربرد وانادیم:

از کربن دار کردن پنتاکسید وانادیم خالص در خلاء و در دمای ۱۷۰۰ درجه به دست می آید.

از سختی بالایی برخوردار بوده و در مقادیر کم در آلیاژهای WC-Co به عنوان بازدارنده رشد دانه به کار می رود.

www.pnuweb.com

# کاربرد نایوبیم و تانتالیم:

از واکنش پنتااکسید Nb و Ta با دوده در دمای ۱۶۰۰ تا ۱۸۰۰ درجه به دست می آید.

WWW\*PNUeB\*COM

## کاربید کروم:

دارای سه فاز کاربیدی است:  $\text{Cr}_7\text{C}_3$  و  $\text{Cr}_3\text{C}_2$ ،  $\text{Cr}_{23}\text{C}_6$

$\text{Cr}_3\text{C}_2$  از کربن دار کردن اکسید کروم (III) در اتمسفر هیدروژن تهیه می شود.

در برابر خوردگی، پوسته شدن و سایش مقاوم هستند.

www.pnuib.com

## کاربرد مولیبدن:

$\beta\text{-Mo}_2\text{C}$  از واکنش اکسید مولیبدن (VI) یا مولیبدن فلزی با دوده در  $1350$  تا  $1800$  درجه در کوره های لوله کربنی و تحت اتمسفر هیدروژن تهیه می شود.

سختی پایینی دارد و در ابزارهای برش  $\text{TiC-Mo}_2\text{C-Ni}$  به کار می رود.

www.pnuweb.com



## کاربرد تنگستن:

شامل  $WC$  و  $W_2C$  است.

برای تولید ابتدا اسید بتاتنگستیک ( $H_2WO_2$ )، تری اکسید تنگستن ( $WO_3$ ) یا پاراتنگستات آمونیم ( $5NH_3 \cdot 12WO_3 \cdot 5H_2O$ ) در  $700$  تا  $900$  درجه توسط هیدروژن به پودر تنگستن تبدیل می شود و سپس تحت خلاء در کوره های القایی و یا تحت اتمسفر هیدروژن در کوره های مقاومت الکتریکی کربن دار می شود.

www.PNUEB.COM

## کاربرد سمنتته بر پایه کاربرد تنگستن:

آلیاژهای تف جوش شده با یک یا چند فاز مواد سخت

برای اتصال فازها از ترکیبات کبالت استفاده می شود.

مراحل تولید:

- اختلاط به صورت تر
- شکل دادن
- پیش تف جوشی
- پرداخت کاری
- تف جوشی
- تراکم کردن به روش ایزوستاتیک داغ

## ترکیب شیمیایی و کاربردهای کاربیدهای سمته حاوی کاربید تنگستن

انواع کاربرد سمته	ترکیب شیمیایی	مقدار WC موجود (درصدوزنی)	کاربرد
K	WC-Co	۸۸-۹۶	ابزار برش برای مواد با براده (تراشه) کوتاه، صفحات مته کاری برای کاربردهای ضربه‌ای
P	(W,Ti,Ta,Nb)C-Co	۶۵-۸۵	ابزار برش برای مواد براده بلند
M	(W,Ta,Nb)C-Co	۷۰-۸۰	انواع کاربردها
G	WC-Co	۷۵-۹۶	صفحه تراشی بی براده

## کاربیدهای توریم و اورانیم:

جزء مواد سخت به شمار نمی روند و در فناوری رآکتور هسته ای به عنوان سوخت کاربیدی در رآکتورهای دما بالا استفاده می شوند.

از کربن دار کردن فلز، اکسید فلز یا هیدرید فلز با گرافیت در دمای ۲۰۰۰ درجه تولید می شود.

WWW\*PNUeB.COM

# فصل دهم: رنگینه های معدنی

WWW\*PNUeB\*COM

## رنگدانه:

ذرت جامد با ترکیب شیمیایی یکسان می باشند که در محمول رنگ نامحلولند.

خواص:

- قدرت روپوشانی
- توانایی رنگداهی
- قدرت روشن کنندگی
- براقیت

رنگدانه های معدنی طبیعی: اخرا، سیپنا، گرافیت، خاک سبز

رنگدانه‌های معدنی: بررسی اجمالی

متفرقه	کروماتها	سولفیدها	اکسیدها	
سفیداب شیخ (سرب) <sup>۱</sup> (در گذشته)		سولفید روی لیتوپون ( $ZnS/BaSO_4$ )	دی اکسید تیتانیم اکسید روی	سفید
	نارنجی مولیبدات	قرمز کادمیم نارنجی کادمیم	اکسید آهن سرخ سرنج	سرخ
	زرد کروم کرومات روی	زرد کادمیم	اکسید آهن زرد تیتانات نیکل زرد کدر ( $Cr-Sb-Ti$ )	زرد
	سبز کروم		سبز اکسید کروم سبز اسپینل	سبز
آبی منگنز آبی پروس اکسیدهای آهن		لاجورد	آبی کبالت	آبی
			اکسید آهن قهوه‌ای فریتها	قهوه‌ای
			اکسید آهن سیاه سیاه اسپینل	سیاه

# رنگدانه های معدنی مصنوعی:

نوع	عملکرد	مثال
۱- رنگدانه های غیررنگین	عمدتاً پراکنندگی غیرانتخابی نور	دی اکسید تیتانیم، سولفید روی، لیتوپون، اکسید روی
۱-۱- رنگدانه های سفید	عمدتاً جذب غیرانتخابی نور	دوده، اکسید آهن سیاه

www.pnu.edu



## رنگدانه های معدنی مصنوعی:

نوع	عملکرد	مثال
۲- رنگدانه های رنگین	رنگ در اثر جذب انتخابی نور اکثراً همراه با پراکندگی نور	اکسید آهن، سولفید کادمیم، لاجورد، زرد کروم، آبی کبالت

www.pnu.edu

## رنگدانه های معدنی مصنوعی ویژه:

نوع	عملکرد	مثال
۱- جوهرها و اکسیدها	همانند رنگدانه های رنگین	آبی کبالت، زرد $Ni-Sb-Ti$ قرمز کادمیم، تیتانات نیکل
۲- رنگدانه های بازدارنده خوردگی	محافظت الکتروشیمیایی، شیمیایی یا فیزیکی سطوح فلزی	سرنج، زرد روی، فسفات روی، خاکه روی
۳- رنگدانه های مغناطیسی	ذخیره سازی اطلاعات در اثر مغناطش	اکسیدهای مغناطیسی آهن، دی اکسید کروم، رنگدانه های آهن فلزی

www.PNUeb.com

# رنگدانه های معدنی مصنوعی ویژه:

نوع	عملکرد	مثال
۴- رنگدانه های زرین قام	(اثر لوستن) بازتاب مستقیم نور از ذرات رنگدانه پولکی شکل	برنز طلایی، برنز آلومینیمی، برنز مس دار، اکسید آهن میکایی
۱-۴- فلزی (با جلای فلزی)	تألق مروریدی در اثر بازتاب چندگانه بر روی ورقه های با آرایش موازی. ورقه ها در یک ضخامت خاص اثر قوس و قزحی را نیز به وسیله تداخل نور از خود نشان می دهند	میکا با پوشش $TiO_2$ ، کربنات قلیایی سرب، رنگدانه های صدف مرورید
۲-۴- رنگدانه های مروریدی		

## رنگدانه های معدنی مصنوعی ویژه:

نوع	عملکرد	مثال
۵- رنگدانه های لیان (نورتاب)	جذب انتخابی نور و درخشندگی بدون تأخیر، برانگیخته شده توسط تشعشع انرژی بالا (مثلاً اشعه $\gamma$ اشعه کاتدی، U.V، نور مرئی با طول موج کوتاه)	لامپ فلوروسان، رنگدانه های لیان «رادپواکتیو»، رنگدانه ها برای اشعه کاتدی و صفحه نمایش اشعه ایکس
۱-۵ (شب نما)	پراکندگی و جذب انتخابی نور، درخشندگی تأخیری برانگیخته شده توسط تشعشع انرژی بالا	سولفیدهای روی و قلیایی خاکی آلایش شده با یونهای فلزات سنگین (Cu, Ag, Au و غیره)
۲-۵ (شب تاب)		

## کاربرد رنگدانه های معدنی:

دی اکسید تیتانیم	اکسیدهای آهن	اکسید کروم	رنگدانه های کادمیمی	رنگدانه های فلز آمیخته	
۶۳	۲۴	۵۰	۱۰	۶۵	رنگها و لاکها
۵	۶۴	۱۹	-	۵	مواد ساختمانی
۱۶	۳	۸	۸۰	۲۰	پلاستیکها
۹	۲	-	-	-	کاغذ
۵	۱	۱۰	۱۰	۱۰	لعب فلز و سرامیکها
۲	۶	۱۴	-	-	متفرقه
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	

ضریب شکست و اندازه ذره بهینه رنگدانه های سفید مختلف

ترکیب	ضریب شکست متوسط (خلاء)	اندازه ذره بهینه وقتی که از رنگ پایه آلی استفاده شود. $D_{opt}$ ( $\mu m$ )	قدرت پراکندگی نسبی
$TiO_2$ روتایل، $TiO_2$	۲/۸۰	۰/۱۹	تا ۸۰۰
$TiO_2$ آناناز، $TiO_2$	۲/۵۵	۰/۲۴	۶۰۰
$ZnS$ بلند روی، $ZnS$	۲/۲۷	۰/۲۹	۳۵۰
$ZnO$ زینکیت، $ZnO$	۲/۰۱	۰/۴۸	۱۰۰
$(BaSO_4)$ باریت، $(BaSO_4)$	۱/۶۴	۱/۶۰	۲۵

\* جهت مقایسه

# رنگدانه های تیتانیم دی اکسید:

مواد اولیه برای تولید:

(۱) مواد طبیعی

- ایلمنیت

- لوکوکسن

- آناتاز

- روتایل

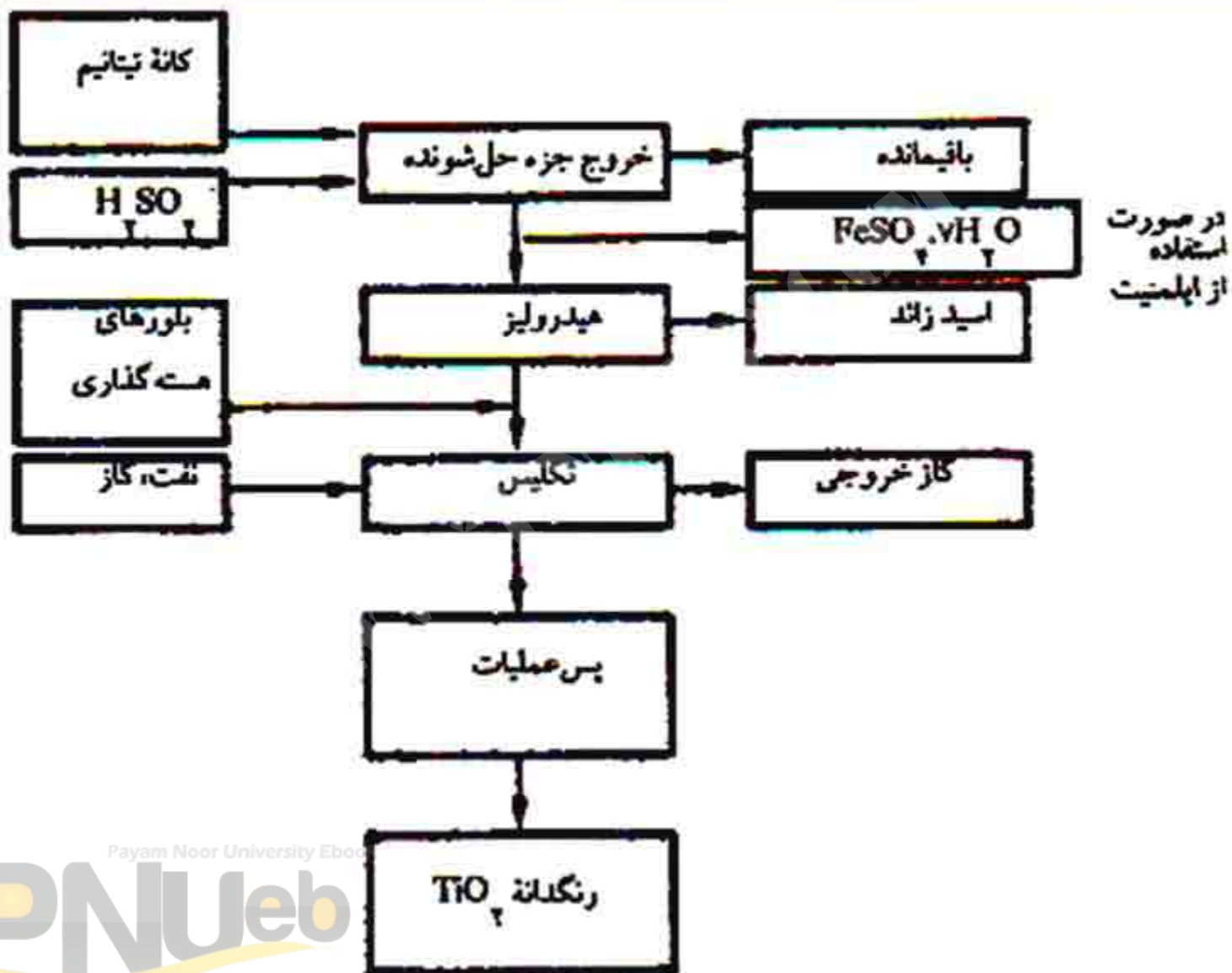
(۲) مواد مصنوعی

- سرباره تیتان- آهن

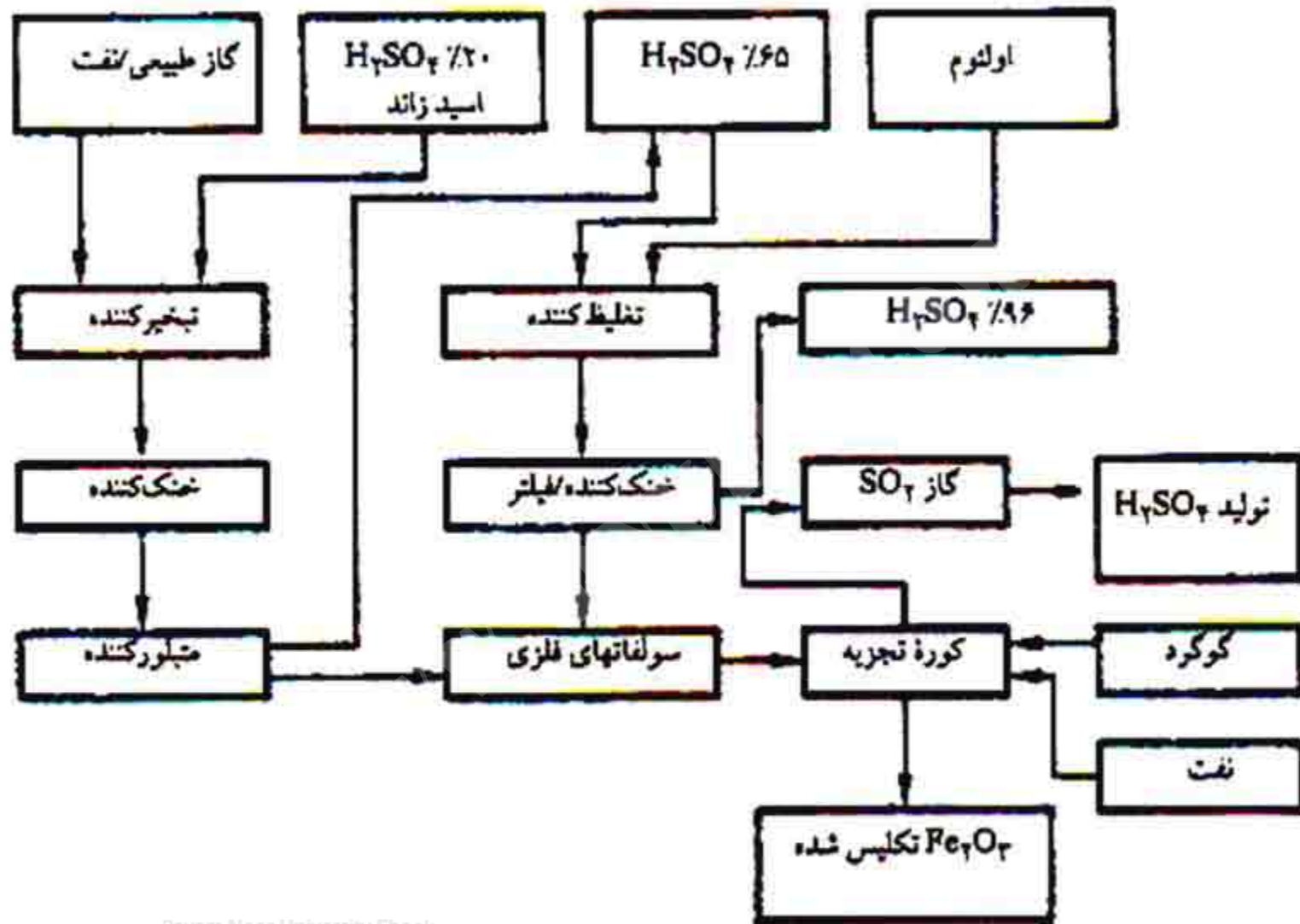
- روتایل مصنوعی

WWW\*PNUeB\*COM

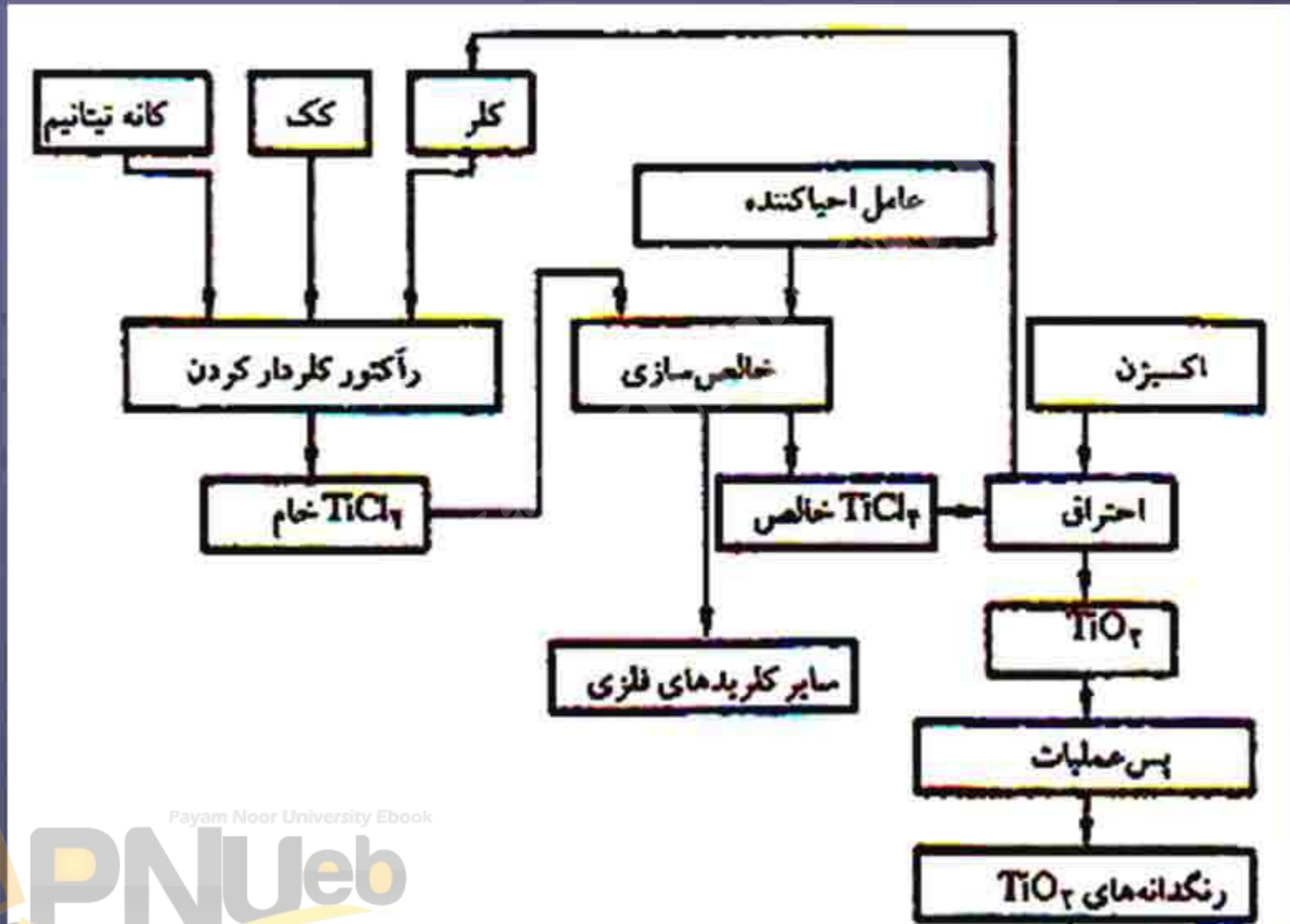
# تولید رنگدانه های $TiO_2$ به روش سولفاتی:







# تولید رنگدانه های $TiO_2$ به روش کلریدی:



## پس عملیات بر روی $\text{TiO}_2$ :

- بهبود قابلیت پخش شوندگی

- افزایش مقاومت در برابر هوا

WWW\*PNUeB\*COM

# کاربردهای رنگدانه های $TiO_2$ :

- رنگها و مواد پوششی
- پلاستیکها
- مرکبهای چاپ
- الیاف
- کاغذها
- کاغذهای چندلا
- مواد ساختمانی
- لعاب فلز و سرامیکها
- فرآورده های آرایشی

WWW\*PNUeB\*COM

رنگدانه های لیتوپون و سولفید روی:

مخلوط  $ZnS$  و  $BaSO_4$  لیتوپون نام دارند.

تولید لیتوپون: پس از انجام واکنش زیر محصول واکنش را پخت می کنند.



تهیه محلول  $BaS$ :



## سفیداب روی (ZnO):

تولید به روش فرانسوی:

- ذوب کردن فلز روی
- تبخیر Zn
- اکسایش فاز بخار با هوا و تشکیل ZnO

تولید به روش امریکایی:

- احیاء ترکیبات اکسیدی روی
- اکسایش مستقیم به ZnO

تولید به روش تر:

- رسوب دادن هیدروکسید یا کربنات روی
- تکلیس

## کاربردهای سفیداب روی (ZnO):

- صنعت لاستیک
- رنگ آمیزی پلاستیکها
- رنگها
- کاغذ کپی
- فرآورده های دارویی و آرایشی

WWW\*PNUeB\*COM

Payam Noor University Ebook



...کتابخانه الکترونیک پیام نور...

## رنگدانه های اکسید آهن:

از دسته رنگدانه های رنگین هستند.

الف- اکسیدهای آهن طبیعی:

- قرمزهای طبیعی مثل قرمز اسپانیایی یا قرمز پارسی
- اخرا
- سینا
- آمیر
- اکسید آهن میکا شکل

ب- رنگدانه های اکسید آهن مصنوعی



## رنگدانه‌های طبیعی و مصنوعی اکسید آهن

رنگ	طبیعی	مصنوعی	انتقال به رنگ با افزایش اندازه ذره
زرد	لبمونیت اخترای زرد	گونیت، $\alpha\text{-FeOOH}$	زرد مایل به قهوه‌ای $\rightarrow$ زرد مایل به سبز
	سینا	لیدوکروکیت، $\gamma\text{-FeOOH}$	نارنجی $\rightarrow$ زرد
قرمز	هماتیت قرمز پارسی، قرمز اسپانیایی، اخترای قرمز، سیدریت (پخته) سینا (پخته)	هماتیت، $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$	بنفش مایل به قرمز $\rightarrow$ قرمز مایل به زرد
قهوه‌ای	آمبر (پخته و تحت عملیات قرار نگرفته) سیدریت (پخته)	ماگنیت، $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ مخلوط هوماتیت، گونیت و ماگنیت	قهوه‌ای سبز $\rightarrow$ قهوه‌ای روشن
سیاه	سینا (پخته) ماگنیت	ماگنیت	سیاه $\rightarrow$ قهوه‌ای مایل به سبز سیاه با نارنگ آبی

تنظیم ته رنگ با رنگدانه های مصنوعی اکسید آهن:

● شیمیایی از طریق انتخاب ماده

-  $\alpha\text{-FeOOH}$  زرد

-  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$  سرخ

-  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  سیاه

- مخلوط، قهوه‌ای

● فیزیکی از طریق تغییر اندازه ذره:

- حدود  $0.2 \mu\text{m}$  برای قدرت روپوشانی

بهینه

-  $0.1 \mu\text{m} <$  برای رنگدانه‌های شفاف

اکسید آهن

## اندازه ذره، قدرت روپوشانی و پرده رنگ رنگ‌رنگدانه‌های اکسید آهن

اندازه ذره ( $\mu\text{m}$ )			پرده رنگ:
۰/۰۱۱ → ۰/۰۱	۰/۱ → ۱/۰	۱۰/۰ → ۱۰۰/۰	
اکسیدهای آهن شفاف	اکسیدهای آهن پوشاننده	اکسیدهای آهن میکاشکل	اکسید آهن قرمز ( $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ )
قرمز مایل به زرد	قرمز مایل به زرد تا بنفش	قهوه‌ای مایل به خاکستری (اثر فلزی)	اکسید آهن زرد ( $\alpha\text{-FeOOH}$ )
زرد لیمویی	زرد مایل به سبز تا زرد مایل به نارنجی	-	اکسید آهن سیاه ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )
-	سیاه مایل به قهوه‌ای تا سیاه مایل به آبی	-	

قدرت روپوشانی: کم

بهینه

کم

تولید رنگدانه های اکسید آهن به روش تجزیه حرارتی ترکیبات آهن:

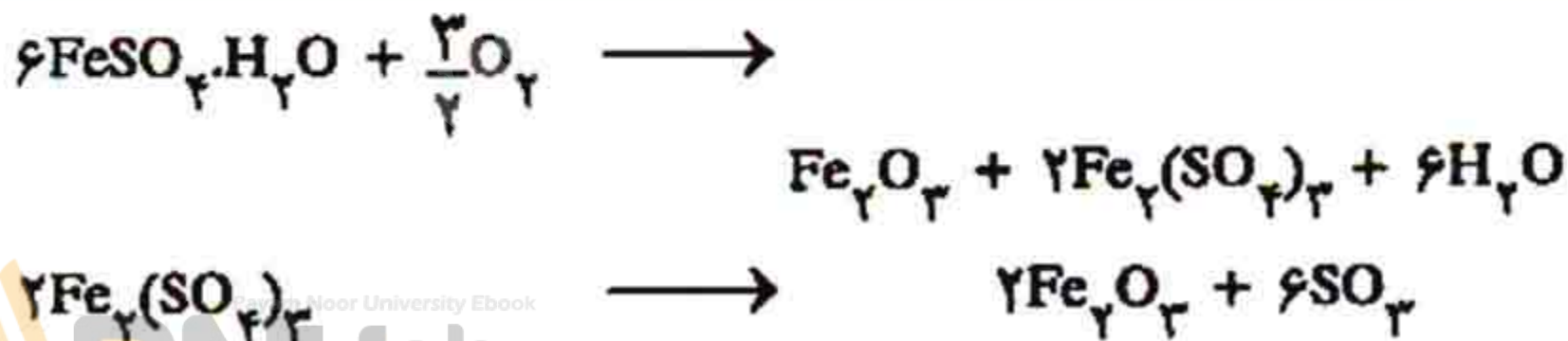
تجزیه حرارتی ترکیبات آهن به  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ :

● نشویه  $\text{FeSO}_4$

● تکلیس  $\alpha\text{-FeOOH}$

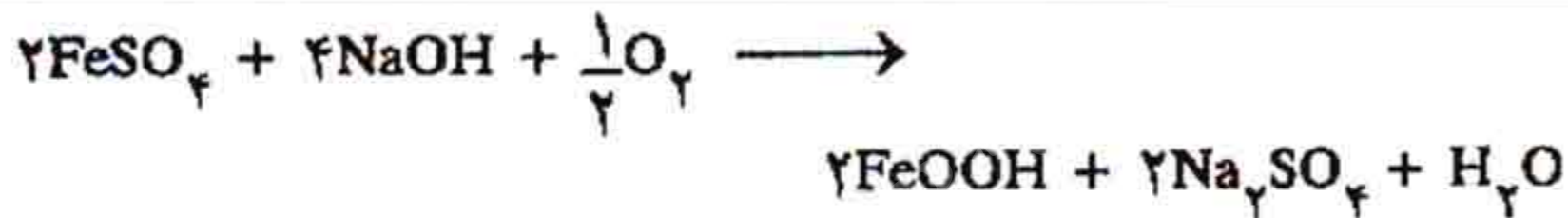
● تکلیس اکسایشی  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

● تجزیه اکسایشی دما بالا  $\text{FeCl}_3$



تولید رنگدانه های اکسید آهن با روشهای اکسایشی در محیط آبی:

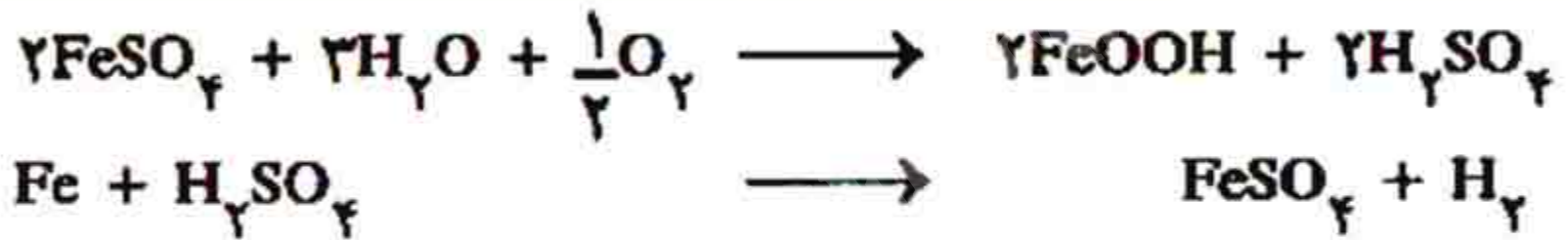
در دو مرحله: ۱- تشکیل بلور هسته گذاری ۲- رشد ذره رنگدانه



www.pnu.edu

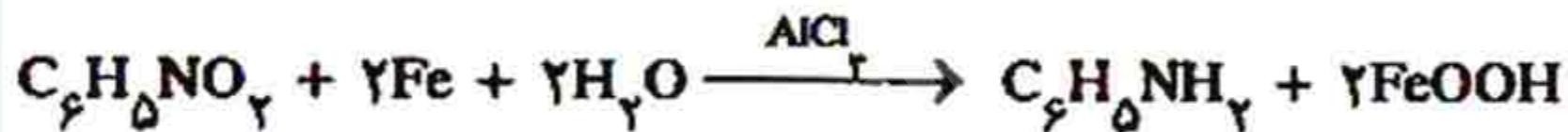
روشهای رشد بلور رنگدانه:

- روش رسوبی: افزودن محلول سولفات آهن اضافی
- روش پتیمن- زوف: افزودن آهن قراضه و اکسید کردن آن با هوا:

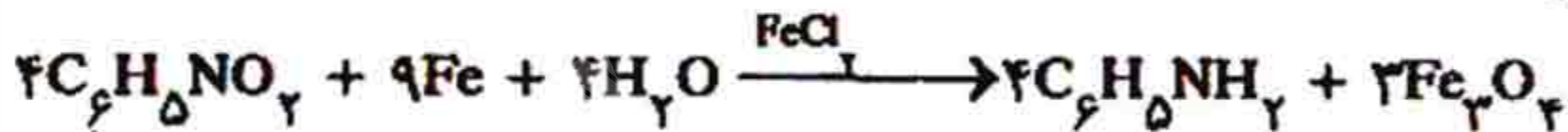


روش آنیلین برای تولید رنگدانه های اکسید آهن:

- احیاء نیتروبنزن توسط آهن قراضه به رنگدانه های  $\alpha$ -FeOOH یا  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  و آنیلین
- جداسازی تقطیری آنیلین



یا



# کاربردهای رنگدانه های اکسید آهن:

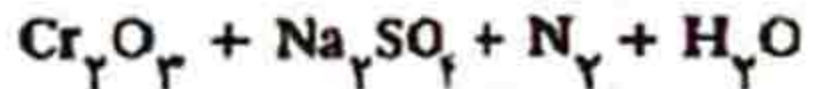
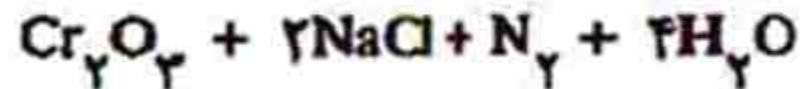
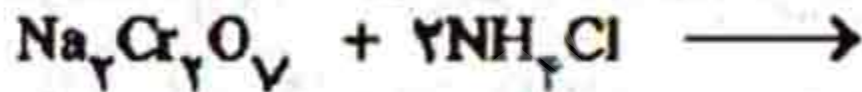
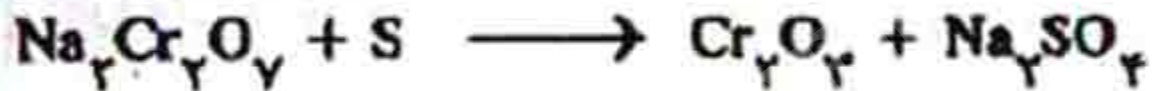
- رنگ آمیزی مواد ساختمانی
- رنگها و لاکها
- رنگ آمیزی پلاستیکها
- ماده اولیه فریتهای سخت و نرم

WWW\*PNUeB\*COM



## رنگدانه های اکسید کروم (III):

- (۱) تولید در محیط آبی- احیاء محلول دی کرومات یا کرومات با مواد آلی زاید (ملاس، خاک اره و ...) یا پلی سولفیدها و سپس تکلیس
- (۲) تولید در حالت جامد یا مذاب- احیاء دی کرومات با گوگرد و یا نمکهای آمونیم



Payam Noor University Ebook

PNUlib

## کاربردهای $\text{Cr}_2\text{O}_3$ :

- به عنوان رنگدانه برای رنگها، پلاستیکها، مواد ساختمانی و لعاب فلز به کار می رود.
- برای تولید آلومینوترمیک کروم فلزی به کار می رود.
- در تولید سرامیکهای نسوز کاربرد دارد.

WWW\*PNUeB.COM

## رنگدانه های کروماتی و مولیداتی:

عبارتند از: زرد کروم، نارنجی کروم، قرمز کروم، نارنجی مولیدات و قرمز مولیدات

خواص:

- ته رنگ براق
- توانایی رنگدهی بالا
- قدرت روپوشانی بالا

کاربردها:

- رنگ
- مرکب چاپ
- پلاستیکها

WWW\*PNUeB\*COM

خواص رنگدانه‌های کروماتی و مولیبداتی

اندازه ذره ( $\mu\text{m}$ )	رنگ	فرمول	نوع رنگدانه
			زرد کروم
۰/۲-۰/۶	زرد با ته‌رنگ سبز	$\text{Pb}(\text{Cr},\text{S})\text{O}_4$	مکعب مستطیلی
۰/۱-۰/۸ (درازا)	زرد براق	$\text{Pb}(\text{Cr},\text{S})\text{O}_4$	کج وجهی (سوزنی شکل)
نسبت طول به عرض: ۳ به ۱	زرد طلایی	$\text{PbCrO}_4$	
۰/۱۵-۰/۲۵			نارنجی مولیبدات
۰/۵-۰/۷۵	نارنجی تا قرمز	$\text{Pb}(\text{Cr},\text{Mo},\text{S})\text{O}_4$	(راست وجهی) قرمز مولیبدات (راست وجهی)
۰/۱-۱/۰	نارنجی تا قرمز	$\text{PbCrO}_4 \cdot \text{PbO}$	نارنجی کروم (کج وجهی) قرمز کروم
۱-۱۲			

## رنگدانه های اکسید فلز آمیخته، جوهرها و اکسیدها:

در اثر وارد کردن یونهای فلزات واسطه رنگ ساز به شبکه میزبان اکسیدی بدست می آیند و از طریق واکنشهای حالت جامد در ۱۰۰۰ تا ۱۴۰۰ درجه بدست می آیند.

کاربرد: برای رنگی کردن رنگها، پلاستیکها، لعاب فلز زجاجی و سرامیکها به کار می روند.

WWW\*PNUeB\*COM

جوہرہا و اکسیدہا (انتخابی)

رنگ مایہ	ترکیب شیمیایی	ساختار بلوری	حداکثر دمای پایداری رنگ مایہ °C
آبی:			
آبی کبالتی	$\text{CoAl}_2\text{O}_4$	اسپینل	۱۴۵۰
فناسیت کبالتی	$(\text{Co,Zn})_2\text{SiO}_4$	فناسیت	۱۴۵۰
آبی زیرکن	$(\text{Zr,V})\text{SiO}_4$	زیرکن	۱۳۵۰
سبز:			
اکسید کروم (III)	$\text{Cr}_2\text{O}_3$	کوراندوم	۱۳۵۰
نیئانات کبالتی	$(\text{Co,Ni,Zn})_2\text{TiO}_4$	اسپینل	۱۳۵۰
کرومیت کبالتی	$\text{Co}(\text{Cr,Al})_2\text{O}_4$	اسپینل	۱۴۰۰
زرد:			
زرد زیرکن	$(\text{Zr,Pr})\text{SiO}_4$	زیرکن	۱۳۰۰
زرد زیرکونیم و انادیم	$(\text{Zr,V})\text{O}_4$	بادلیت	۱۴۱۰
زرد کادمیمی	$(\text{Cd,Zn})\text{S}$ پوشش داده شده با $\text{ZrSiO}_4$	وورتزیت	۱۲۵۰

جوہرہا و اکسیدہا (انتخابی)

رنگ مایہ	ترکیب شیمیایی	ساختار بلوری	حداکثر دمای پایداری رنگ مایہ °C
نارنجی و قرمز:			
قرمز صورتی	$\text{Ca}(\text{Sn,Cr})\text{SiO}_4$	اسفین	۱۲۵۰
صورتی زیرکن آهن	$\text{ZrFe}(\text{SiO}_4)$	زیرکن	۱۲۵۰
صورتی منگنز	$(\text{Al,Mn})_2\text{O}_7$	کوراندوم	
قرمز کادمیمی	$\text{Cd}(\text{S,Se})$ پوشش داده شده با $\text{ZrSiO}_4$	ورترتیت	۱۲۵۰
بنفش:			
اولیون کبالتی	$\text{Co}_2\text{SiO}_4$	اولیون	۱۲۵۰
بنفش صورتی	$(\text{Sn,Cr})\text{O}_4$	روتاپل	۱۲۵۰

جوهرها و اکسیدها (انتخابی)

رنگ مایه	ترکیب شیمیایی	ساختار بلوری	حداکثر دمای پایداری رنگ مایه °C
قهوه‌ای:			
فازهای مخلوط اکسیدی	$Zn(Cr, Fe, Al)_2 O_4$	اسپینل	۱۳۰۰
	$Fe(Fe, Cr)_2 O_4$	اسپینل	۱۳۰۰
	$(Zn, Fe)Fe_2 O_4$	اسپینل	۱۳۰۰
	$(Fe, Mn)_2 O_3$	کوراندوم	
سیاه:			
فازهای مخلوط اکسیدی	$(Cu, Co, Ni)(Cr, Fe, Mn)_2 O_4$	اسپینل	۱۳۰۰
	$(Fe, Co)(Fe, Cr)_2 O_4$	اسپینل	۱۳۰۰
خاکستری:			
خاکستری قلع آنتیموان	$(Sn, Sb)_2 O_3$	روتایل	۱۲۵۰
خاکستری زیرکن	$(Zr, Co, Ni)SiO_4$	زیرکن	۱۲۵۰



رنگدانه‌های اکسید فلز آمیخته

رنگ	ساختار بلوری	ترکیب شیمیایی	گروه رنگدانه
آبی با تهرنگ قرمز تا	اسپینل	$\text{CoAl}_2\text{O}_4$	آبی آلومینات کیالت
آبی با تهرنگ سبز		$\text{Co}(\text{Al},\text{Cr})_2\text{O}_4$	
سبز		$(\text{Co},\text{Ni},\text{Zn})_2\text{O}_4$	سبز اسپینل
قهوه‌ای روشن تا قهوه‌ای متوسط		$\text{ZnFe}_2\text{O}_4$	فریت روی
قهوه‌ای مایل به قرمز		$\text{Zn}(\text{Cr},\text{Fe})_2\text{O}_4$	قهوه‌ای اسپینل
سیاه		$\text{Cu}(\text{Fe},\text{Cr})_2\text{O}_4$	سیاه اسپینل
زرد مایل به نارنجی	روتایل	$(\text{Ti},\text{Cr},\text{Sb})\text{O}_2$	زرد نخودی کروم آنتیموان تیتانیم
زرد لیمویی		$(\text{Ti},\text{Ni},\text{Sb})\text{O}_2$	زرد نیکل آنتیموان تیتانیم
قهوه‌ای کم‌رنگ تا قهوه‌ای پررنگ		$(\text{Ti},\text{Mn},\text{Sb})\text{O}_2$	قهوه‌ای منگنز روتایل
قهوه‌ای مایل به زرد	پزودوپروکیت	$\text{Fe}_2\text{TiO}_5 \cdot x\text{TiO}_2$	زرد پزودوپروکیت
سیاه	بیکسیت	$(\text{Fe},\text{Mn})_2\text{O}_3$	سیاه آهن منگنز
قهوه‌ای روشن تا قهوه‌ای مایل به قرمز	همانیت	$(\text{Fe},\text{Mn})_2\text{O}_3$	قهوه‌ای آهن منگنز
قهوه‌ای مایل به سیاه	کوراندوم	$(\text{Fe},\text{Cr})_2\text{O}_3$	قهوه‌ای آهن کروم
آبی با تهرنگ سبز	باریت	$\text{BaSO}_4 \cdot \text{Ba}_2(\text{MnO}_4)_2$	آبی منگنز

## رنگدانه های کادمیم:

خواص:

- رنگدهی بالا
- براقیت بالا
- پایداری حرارتی در حین رنگ آمیزی پلاستیکها

تولید:

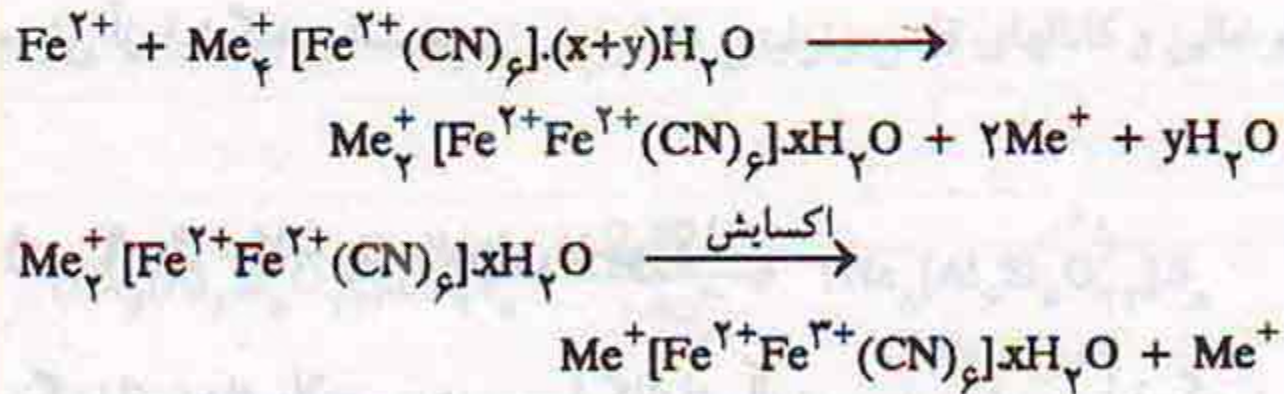
- رسوب دادن به کمک  $\text{Na}_2\text{S}(\text{Se})$  و تکلیس
- تکلیس  $\text{CdCO}_3$  نمک روی و  $\text{S}$  (زرد) یا تکلیس  $\text{CdCO}_3$ ،  $\text{S}$  و  $\text{Se}$  (قرمز)

## رنگدانه های فروسیانات:



تولید:

- رسوب دادن نمکهای آهن (II) با هگزاسیانوفرات (II)
- اکسایش با کلراتها یا دی کروماتها



کاربرد: رنگ خودرو، مرکب چاپ، کاغذ رنگی

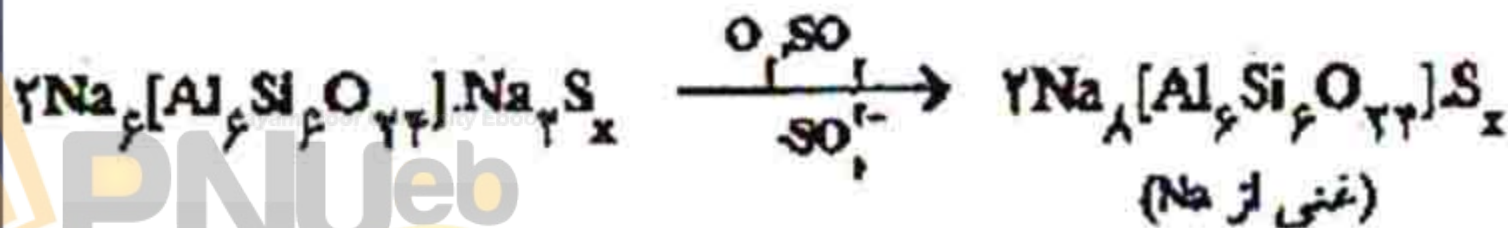
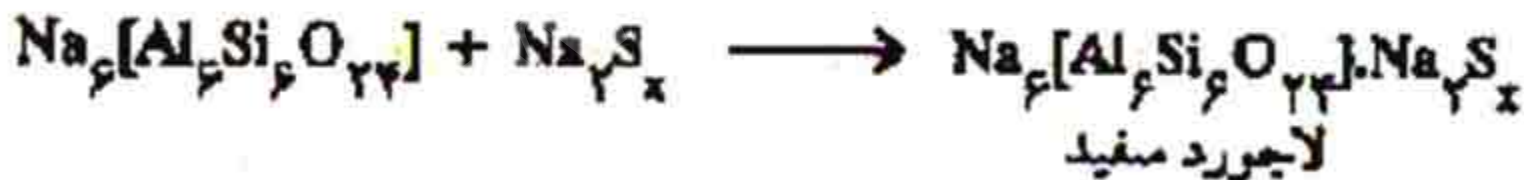
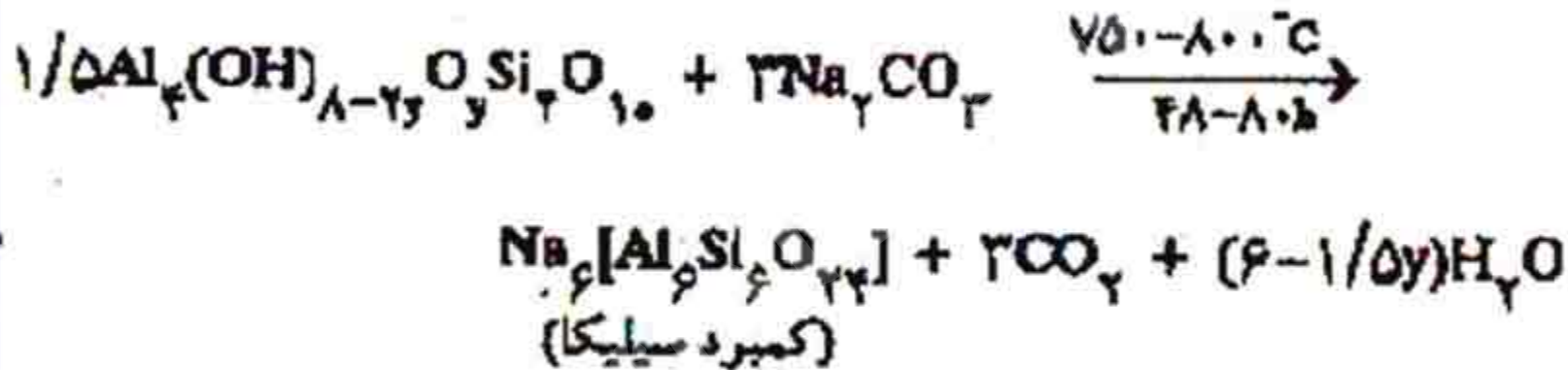
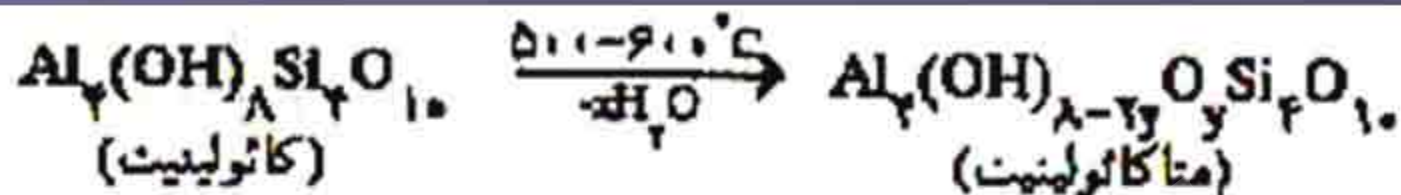
## رنگدانه های لاجورد:

شامل رنگهای آبی، سبز، قرمز و بنفش است.

مراحل تولید:

- ۱- تکلیس جزئی کائولینیت به متاکائولینیت
- ۲- تشکیل یک ساختار ژئولیتی در اثر تکلیس کردن با سدیم کربنات در اتمسفر  $\text{SO}_2$
- ۳- واکنش با  $\text{Na}_2\text{S}_x$  و تشکیل لاجورد سفید
- ۴- اکسایش آرام تا تبدیل به لاجورد

واکنشهای انجام شده هنگام تولید رنگدانه های لاجورد:



# رنگدانه های محافظ خوردگی:

روش عملکرد این رنگدانه ها:

- اثر ناپذیر کردن
- محافظت کاتدی
- تشکیل لایه های محافظ
- تشکیل صابونهای فلزی
- تغییر pH
- خنثی کردن عوامل خوردگی

WWW\*PNUeB\*COM

## رنگدانه‌های محافظ خوردگی فعال

تولید	فرمول	مواد	طبقه‌بندی
اکسیداسیون PbO	$Pb_2O_3$	سرنج	سرب‌دار
رسوبی	$PbCN_2 / Pb_2(PO_3)_2 \cdot 2H_2O$	سیانامید سرب / فسفات سرب /	
	$2PbO \cdot PbHPO_3 \cdot 5H_2O$	فسفیت سرب	
رسوب دادن بر روی $SiO_2$	$PbSiO_3 \cdot 2PbO / SiO_2$	سیلیکو کرومات قلیایی سرب	
	$PbCrO_4 \cdot PbO / SiO_2$		
$PbO + CaO$	$Ca_2PbO_4$	پلومبات کلسیم	
رسوب دادن با ZnO	$3ZnCrO_4 \cdot K_2CrO_4 \cdot Zn(OH)_2 \cdot 2H_2O$	زرد روی	کرومات‌دار
$ZnO + CrO_3$	$ZnCrO_4 \cdot 2Zn(OH)_2$	کرومات قلیایی روی	
رسوبی	$SiCrO_4$	کرومات استرانسیوم	

## رنگدانه‌های محافظ خوردگی فعال

تولید	فرمول	مواد	طبقه‌بندی
رسوبی	$Zn_3(PO_4)_2 \cdot 2H_2O$	فسفات روی	فسفات دار، بورات دار
رسوبی	$CrPO_4 \cdot 2H_2O$	فسفات کروم	
رسوبی	$BaO \cdot B_2O_3 \cdot H_2O$	بورات باریم	
تصفید	Zn	گرد روی	فلزی
اسپری	Pb	پودر سرب	
اکسیداسیون Zn	ZnO	اکسید روی	اکسیدی،
تکلیس	$CaO \cdot xFe_2O_3 / ZnO \cdot xFe_2O_3$	قرزیت کلسیم / قزیت روی	اکسید آمیخته
رسوبی	نمک Zn اسید نیترو ایزوکتالیک	ترکیب آلی	حاوی بازدارنده



## فرآیندهای محافظت در برابر خوردگی با انواع مختلف رنگدانه

فرآیند	روش محافظت	مثال
الکتروشیمیایی	اثربناپذیر کردن (پاسیو شدن) توسط توسعه یک پتانسیل مناسب	کرومات
شیمیایی	تشکیل لایه‌های محافظ بر روی سطوح فلزی تشکیل صابونهای فلزی با اسیدهای چرب رنگ پایه انتقال pH در محدوده پاسیوینه آهن (در pH 11-12 خوردگی آهن رخ نمی‌دهد.) خنثی‌سازی مشوق‌های خوردگی ( $SO_4^{2-}, Cl^-$ )	گرد روی  کرومات، فسفات $ZnO, Pb_3O_4$ $Ca_3PbO_4$ , فریت‌هایی مانند $ZnO.xFe_2O_3$ و $CaO.xFe_2O_3$ $Pb_3O_4$ , رنگدانه‌های محافظ خوردگی واکنش‌کننده با قلیا
فیزیکی	پوشش آستری بهبود خواص فیزیکی لایه پوشش (افزایش انعطاف‌پذیری و چسبندگی و کاهش نفوذپذیری آب)	اکسید آهن میکاشکل $Pb(CN)_2, Pb_3O_4$ , فریت‌های $ZnO.xFe_2O_3, CaO.xFe_2O_3$

# رنگدانه های زرین فام:

دارای جلا بوده و بر سه نوع می باشند:

۱- فلزی: از پولکها یا ذرات ورقه ای شکل بسیار درخشان فلزات نرم مثل  $Al$ ،  $Cu$  یا برنز تشکیل می شوند.

۲- صدفی: از رسوب دادن  $TiO_2$  بر روی ذرات میکا بدست می آید.

۳- تداخلی: رنگدانه های صدفی هستند که شرایط تداخل برای آنها فراهم شده است و اثرات رنگی از خود نشان می دهند.

## رنگدانه های لومینسانس (لیان):

ذرات این رنگدانه ها در اثر برانگیختگی پدیده لومینسانس از خود نشان می دهند.

کاربرد:

- لوله های اشعه کاتدی
- لامپ فلوئورسان
- صفحه نمایش تلویزیون
- صفحه نمایش رادار
- اسکنرهای نقطه ای تلویزیون
- تقویت کننده های تصویر
- صفحه اشعه ایکس

## منتخبی از رنگدانه‌های لیان و حوزه‌های کاربردی آنها

حوزه‌های کاربردی	رنگ	بیشترین گسیلش اصلی (nm)	ترکیب رنگهای فسفوری	فعال‌ساز
اسیلوسکوپیها	سبز	۵۲۵	$Zn_2SiO_4$	$Mn^{2+}$ ارتو سیلیکات روی
لامپ فلونورسان (مهتابی)	آبی و نارنجی عایل به زرد	۴۸۰ و ۵۸۰	$Ca_5(PO_4)_3(Cl,F)$	$Mn^{2+}/Sb^{3+}$ هالوژن فسفاتهای کلسیم
لامپهای جیوه‌ای فشار بالا	قرمز	۷۱۰	$Mg_2GeO_4 \cdot 1/5MgO \cdot 0/5MgF_2$	$Mn^{2+}$ فلونور و زردمانات منیزیم
لامپهای جیوه‌ای فشار بالا و لامپ فلونورسان	قرمز سرخ (کلی)	۶۳۰	$(Sr,Mg)_3(PO_4)_2$	$Sn^{2+}$ ارتو فسفات (Sr,Mg)
اسکتر نقطه‌ای تلویزیون	زرد	۵۵۰	$Y_3Al_5O_{12}$	$Ce^{3+}$ کارت آلومینیم ایتريم
صفحه نمایش اشعه ایکس	آبی	۲۲۰	$BaF(Br,Cl)$	$Bu^{2+}$ فلونور و برومو کلرید باریم
لامپ مهتابی و تیوب تلویزیون	قرمز	۶۲۵	$Y_2O_3$	$Bu^{3+}$ اکسید ایتريم

## منتخبی از رنگدانه‌های لیان و حوزه‌های کاربردی آنها

فعال‌ساز	ترکیب رنگهای فسفری	بیشترین گسیلش اصلی (nm)	رنگ	حوزه‌های کاربردی
$Tb^{3+}$	اکسی سولفید ایتربیم	$Y_2O_3S$	سبز	تیوب تلویزیون
		۲۲۰	آبی	تیوب تلویزیون، تیوب رادار و صفحه اشعه ایکس
$Tb^{3+}$	اکسی سولفید گادولینیم	$Gd_2O_3S$	سبز	صفحه نمایش اشعه ایکس
$Ag^+/Cl^-$	سولفید روی	$ZnS$	سبز	تیوب رادار
$Cu^+/Cl^-$				
$Zn^{2+}$	اکسید روی	$ZnO$	سبز	اسکنر نقطه‌ای TV
-	ولفرامات کلسیم	$CaWO_4$	بنفش مایل به آبی	لامپ مهتابی و صفحه نمایش اشعه ایکس

## رنگدانه های مغناطیسی:

خواص:

- فری یا فرومغناطیس هستند.
- سوزنی شکل می باشند.

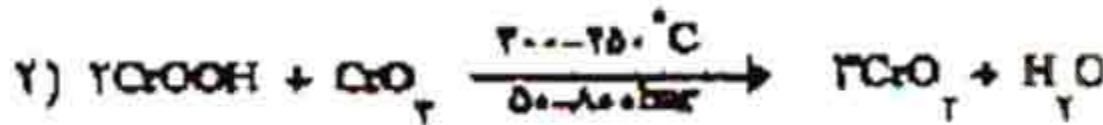
ترکیب شیمیایی:

- $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$
- فازهای آمیخته  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$
- $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$  اصلاح شده با Co
- فاز آمیخته  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$  اصلاح شده با Co
- $\text{Cr}_2\text{O}_3$
- رنگدانه های فلزی Fe (به طور اختیاری «آلیاژ شده»)
- فریت باریومی
- نقاط نشان دهنده عملکرد ضبط صوت بر میتای نیروی پس ماندزدای نوار:
- I. معمولی ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ )
- II.  $\text{Cr}_2\text{O}_3$
- III. نوارهای دولایه  $\text{Cr}_2\text{O}_3/\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$
- IV. فلزی

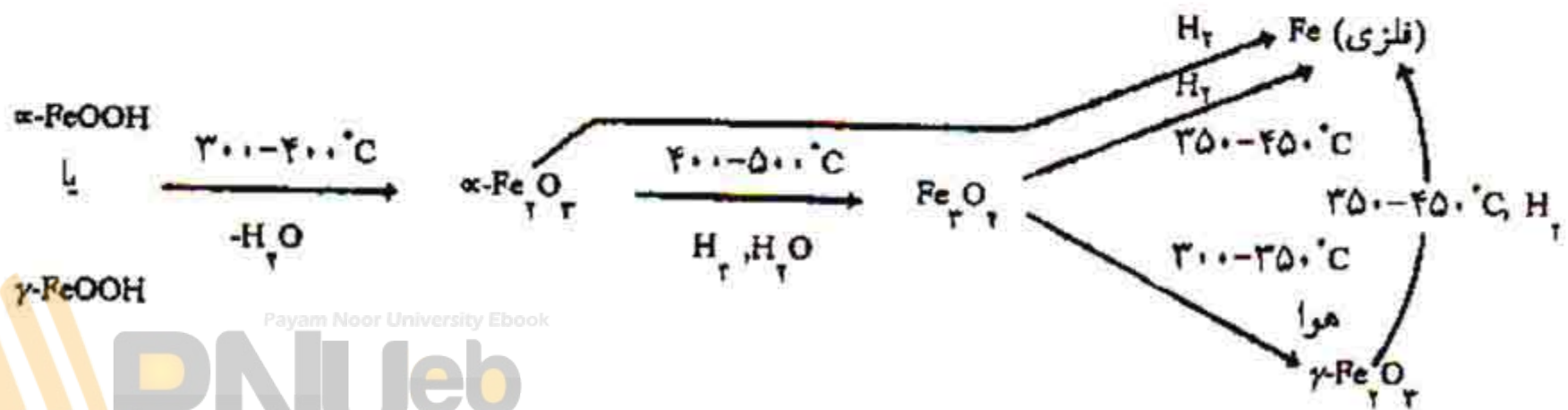
Payam Noor University Ebook

## تولید رنگدانه های مغناطیسی:

- تولید  $\text{CrO}_2$



- تولید رنگدانه های مغناطیسی پایه آهن:



Payam Noor University Ebook

PNUeb

خواص رنگدانه‌های مغناطیسی

نمونه‌ای از حوزه کاربردی	مغناطش اشباع، $M_s$ (emu/g)		نیروی پس ماندزدا (IHC) رنگدانه مغناطیسی (Oe)
	عملی	نظری	
نوتر مغناطیسی در دستگاه فتوکپی، مرکب چاپ مغناطیسی	۸۲	۸۴	$Fe_3O_4$ (ایزومتریک)
کاست OPI، ضبط صوت معمولی و حرفه‌ای، نوار کامپیوتر، فلاپی دیسک	۶۵-۷۳	۷۴	$\gamma-Fe_2O_3$
کاست ضبط صوت، OPI	۷۶	۷۴	رنگدانه‌های
کاست ضبط صوت OPII			$\gamma-Fe_2O_3$
نوار ویدئو (ضبط غیر حرفه‌ای)			اصلاح شده با Co
کاست ضبط صوت، OPI	۸۰	۷۴-۸۲	بر تولید $Fe_3O_4 / \gamma-Fe_2O_3$

Payam Noor University Ebook



خواص رنگدانه‌های مغناطیسی

نمونه‌ای از حوزه کاربردی	مغناطش اشباع، $M_s$ (emu/g)		نیروی پس ماندزدا (IHC) رنگدانه مغناطیسی (Oe)
	عملی	تئوری	
کاست ضبط صوت، OPII	۸۰		$Fe_3O_4$ / $550-650$
نوار ویدئو (ضبط غیرحرفه‌ای)	۸۰		$\gamma-Fe_2O_3$ / $650-750$
سیستم‌های مغناطیسی شناسایی	۵۴		اصلاح شده با Co / $900-1600$
کاست ضبط صوت OPII	۷۵	۷۵	$CrO_2$ / $250-650$
نوار کامپیوتر			
نوار ویدئو (ضبط غیرحرفه‌ای)	۷۵	۷۵	$600-700$
کاست ضبط صوت OPIV	۱۲۰-۱۴۰	۱۷۸	آهن (فلزی) / $1100-1200$
میکروکاست، نوار ویدئو ۸ میلی متری، ضبط کننده	۱۲۰-۱۴۰	۱۷۸	$1400-1500$
دوربین ویدئو مجتمع، کاست ضبط صوت دیجیتال			
فلاپی دیسک	۵۵	۶۸	قرنیت باریمی / $600-1400$
سیستم‌های مغناطیسی شناسایی	۶۰		$2700-6000$