



# بازیافت مواد

جلسه چهارم  
بازیابی آب

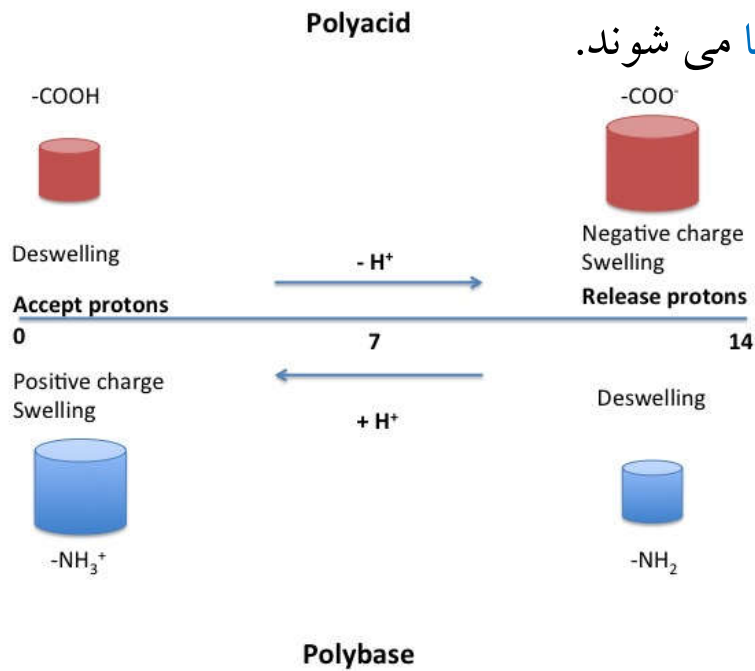
46  
**Pd**  
Palladium  
106.42

78  
**Pt**  
Platinum  
195.084

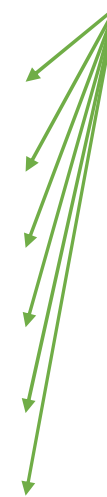
45  
**Rh**  
Rhodium  
102.90550

# حذف یون های فلزی از آب

• استفاده از پلی الکترولیت های طبیعی




پلی الکترولیت ها شامل پلی اسیدها و پلی بازها می شوند.



# حذف یون های فلزی از آب

## • استفاده از پلی الکترولیت های طبیعی

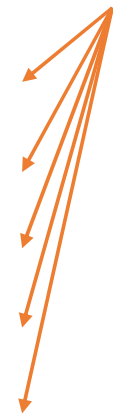
پلی الکترولیت ها شامل **پلی اسیدها** و **پلی بازها** می شوند.  
یون های فلزی محلول در آب با **پلی اسیدها** تشکیل **کمپلکس محلول** می دهند.  
با افزودن **پلی باز**، کمپلکس فلزی محلول، **ساندویچ نامحلول** تشکیل داده و رسوب می کند.  
ساندویچ نامحلول، با یک اسید لیچ شده و یک **محلول فلزی غلیظ** ایجاد می شود.  
پلی الکترولیت ها دوباره آزاد شده و **قابلیت استفاده دوباره** را دارند.  
این روش برای محلول های فلزی رقیق (۵۰-۱۰۰ ppm) مناسب است.



# حذف یون های فلزی از آب

## • فلوتاسیون رسوب

ابتدا ناخالصی ها بصورت **هیدروکسیدی** یا **سولفیدی** رسوب داده می شوند.  
سپس، **سرفکتانت** های مخصوص اضافه شده و رسوب تشکیل شده، شناور می شود.  
مثلاً، ترسیب مس با سدیم سولفید و فلوتاسیون سولفید مس در  $\text{pH}=2$  با کلکتور آمینی.  
در صورت ترسیب فلز با **کلکتور کیلاتور**، برای فلوتاسیون نیازی به افزودن کلکتور نیست.  
به دلیل اندازه ریز رسوبات، استفاده از **جباب های ریز** می تواند به افزایش بازیابی کمک کند.



# حذف یون های فلزی از آب

## • فرایندهای بیهوازی

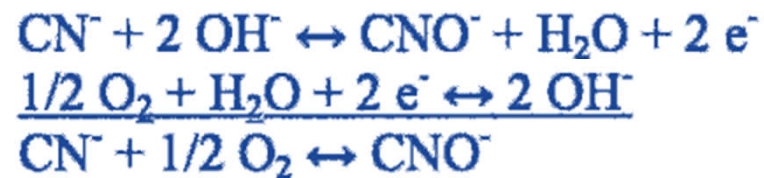
فعالیت بیهوازی باکتریهای SRB تولید یون سولفید می کند.  
یون های سولفید آزاد شده در محلول با یون های فلزی تشکیل رسوب سولفیدی می دهند.  
بعثت تشکیل گاز  $H_2S$ ، اسیدیته محلول نیز کاهش می یابد.

# حذف سیانید

- از سدیم سیانید یا پتاسیم سیانید، بیشتر برای **استحصال طلا** استفاده می شود.
- نمک های سیانیدی بعنوان **بازداشت کننده** پیریت در فلوتاسیون گالن، کالکوپیریت و اسفالریت هم استفاده می شود.
- سیانید یک ترکیب سمی و کشنده است که باید از پساب حذف شود.
- روش های حذف سیانید از آب شامل روش های **زیستی**، **شیمیایی** و **فیزیکی** می شوند.

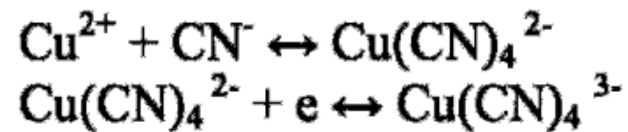
# حذف سیانید

## ❖ استفاده از کربن فعال



• کربن فعال بعنوان کاتالیزور باعث اکسیداسیون سیانید به سیانات می شود.

• برای افزایش قدرت جذب کربن فعال، می توان آن را با یون کوپریک باردار کرد.



• یون کوپریک با سیانید کمپلکس می دهد و تبدیل به کوپروسیانید می شود.

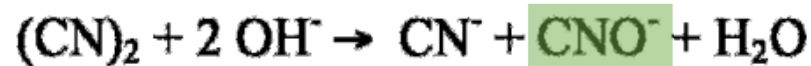
# حذف سیانید

## ❖ استفاده از کربن فعال

- بعلت خاصیت احیا کنندگی کربن فعال (V ۰/۲۴) کوپری سیانید به سیانوژن تبدیل می شود.



- در مرحله بعدی، سیانوژن تجزیه شده و تبدیل به یون سیانات می شود.



- در نتیجه، بخشی از سیانید جذب کربن شده و بقیه آن در محلول بصورت سیانات باقی می ماند.



# حذف سیانید

- برای افزایش کارایی کربن فعال، از **تترا بوتیل آمونیوم یدید (TBA)** هم استفاده می شود.
- **بار مثبت گروه آمونیوم**، جذب سیانید منفی را بر روی کربن فعال ۵ برابر افزایش می دهد.
- امکان افزایش کارایی کربن فعال با استفاده از **نمک های نقره یا نیکل** هم وجود دارد.
- **حضور یون نیکل** بر روی کربن فعال، کارایی آن را ۲ برابر و **یون نقره**، ۴ برابر می کند.
- یون سیانید به شکل  $\text{Ag}(\text{CN})_2^-$  و  $\text{Ni}(\text{CN})_4^{2-}$  جذب می شود.

# حذف سیانید

## ❖ تجزیه میکروبی

- سیانید در صورتی که در محلول به حال خود رها شود، به آمونیاک و کربنات تجزیه می شود.



- نرخ این واکنش بسیار آهسته است. لیکن با استفاده از برخی میکروب ها می توان به آن سرعت بخشید.

- تجزیه زیستی در pH=۱۰/۵ و در مدت یک ماهه رخ می دهد.

- تجزیه سیانید توسط باکتری های تولید کننده سیانید (سیانوژنیک) و در اواخر فاز رشد، قابل انجام است.

# حذف سیانید

## ❖ کلریناسیون

- کلرین می تواند سیانید را به سیانات اکسید کند.
- گاز کلرین همراه با سدیم هیدروکسید در  $\text{pH}=10$  اضافه شده و تشکیل سدیم هیپوکلریت (آب ژاول) ( $\text{NaClO}$ ) می دهد.
- اگرچه سدیم هیپوکلریت را می توان به صورت مستقیم هم اضافه کرد، ولی قیمت آن دو برابر عملیات کلریناسیون است.
- کاهش  $\text{pH}$  به  $8/5$ ، سرعت تجزیه را بالا می برد (یک ساعت). ولی باعث تشکیل کلرید سیانوژن می شود که بسیار سمی است.

# حذف سیانید

## ❖ اوزوناسیون

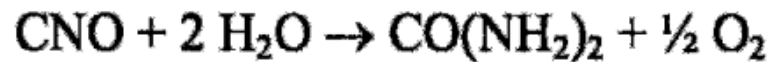
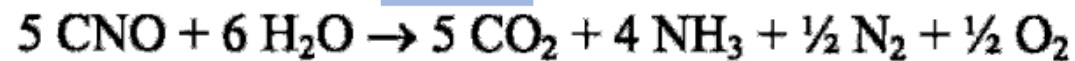
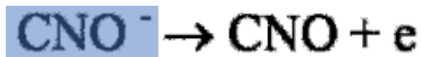
- اوزون می تواند **سیانید** را به **سیانات** اکسید کند.
- در  $\text{pH}=9-12$  مدت زمان ۱۵ دقیقه برای انجام این عملیات کافی است.
- در صورت وجود **یون های مس**، بعلت خاصیت کاتالیزوری آنها، عملیات بسیار سریعتر است.
- سایر یونهای فلزی مانند **آهن**، **منگنز** و **نیکل** هم خاصیت کاتالیستی ایفا می کنند.

# حذف سیانید

## ❖ تجزیه الکترولیتی

- الکترولیز محلول سیانید باعث **اکسایش سیانید** بر روی آند می شود.

- سیانید در آند، به **سیانات** و سپس به دی اکسید کربن، نیتروژن و آمونیاک تجزیه می شود.



- امکان تشکیل اوره هم وجود دارد.

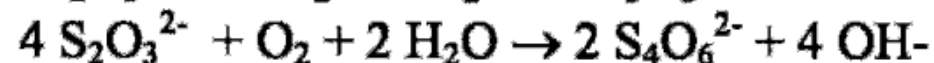
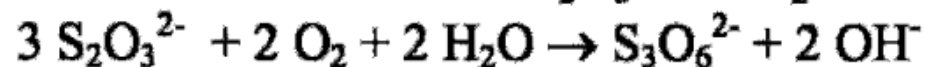
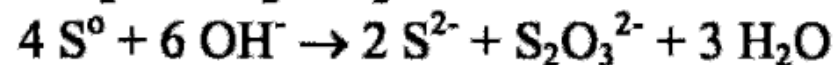
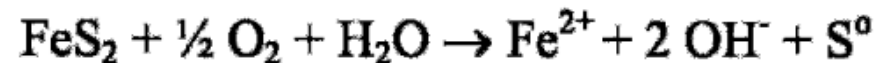
- با کاهش غلظت سیانید، **رسانایی محلول** کاهش یافته و نرخ تجزیه سیانید کاهش می یابد.

- زمان لازم برای این فرایند، ۱۴ تا ۱۸ روز می باشد.

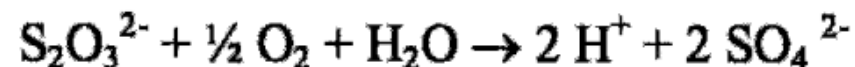
## حذف نمک های تیو (Thio-salts)

• در فرآوری کانسنگ های سولفیدی، به دلیل اکسیداسیون گروه سولفیدی، با توجه به حالت های اکسیداسیون مختلف گوگرد، گونه های تیوسالت بین سولفید و سولفات تشکیل می شوند.

• از این گونه ها می توان به تیوسولفات ( $S_2O_3^{2-}$ )، پلی تیونات ( $S_nO_6^{2-}$ ) و سولفیت ( $SO_3^{2-}$ ) اشاره نمود.



• این گونه ها تا حدودی ناپایدار بوده و به سولفات تبدیل می شوند.



# حذف نمک های تیو

- به دلیل اینکه گونه های تیوسالت امکان تبدیل شدن به اسید و کاهش pH را دارند، در صورت استفاده از آب برگشتی در کارخانه ایجاد مشکل می کنند.
- حتی قبل از تبدیل شدن به اسید، گونه های تیوسالت به علت نقش بازداشت کنندگی که از خود نشان می دهند، باعث از بین بردن اثر کلکتورها در فلوتاسیون می شوند.
- از طرف دیگر، بعلت آسیب های زیست محیطی، امکان ورود این آب به طبیعت وجود ندارد.
- بنابراین، این ترکیبات باید قبل از ورود به طبیعت، تخریب یا حذف شوند.

# حذف نمک های تیو

## ❖ تجزیه طبیعی

- با قرار دادن آب حاوی تیوسالت در معرض هوا و زیر نور خورشید، در مدت چند روز، این ترکیبات به طور طبیعی تجزیه می شوند.
- عملیات اکسیداسیون توسط باکتریها و همینطور بصورت طبیعی انجام می شود.
- افزایش دادن pH به بالای ۱۰ هم از دیگر راه های حذف این گونه هاست.
- pH محلول، دوباره با دمیدن دی اکسید کربن به داخل محلول کاهش داده می شود.



# حذف نمک های تیو

## ❖ اکسیداسیون

- برای تبدیل تیوسالت ها به سولفات از اکسیداسیون توسط پراکسید هیدروژن و اوزون استفاده می شود که گونه جدیدی وارد سیستم نشود.
- با اضافه کردن نمک های فروس، می توان سرعت اکسیداسیون را افزایش داد.
- یکی از منابع تامین یون فروس، پیریت موجود در ماده معدنی است.
- مخلوطی از ۲ درصد اوزون و ۹۸ درصد اکسیژن کفایت می کند.
- اکسیداسیون توسط دی اکسید گوگرد و هوا نیز برای این منظور بکار میرود.

# حذف نمک های تیو

## ❖ اکسیداسیون

- این گازها در آب تشکیل پرمونوسولفوریک اسید می دهند که یک اکسید کننده قوی است.



- از اکسید کوپریک می توان بعنوان اکسید کننده استفاده نمود.

- pH محلول توسط آهک در محدوده ۸/۵ تا ۹ تنظیم می شود که باعث خنثی سازی اسید تولیدی ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) و تشکیل ژپس ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) همراه با کوپریک هیدروکسید می شود.

# حذف نمک های تیو

## ❖ اکسیداسیون

- اکسیداسیون توسط کلرین، سریع و کارآمد است.  $S_2O_3^{2-} + 4 Cl_2 + 5 H_2O \rightarrow 2 SO_4^{2-} + 10 H^+ + 8 Cl^-$
- عیب استفاده از کلرین، ورود یون کلر به درون آب است که باعث افزایش خوردگی تجهیزات می شود.
- برای حذف کلرین اضافی، از کربن فعال استفاده می شود.
- اکسیداسیون زیستی با استفاده از باکتری های اکسید کننده آهن و گوگرد انجام می شود.
- هوارسانی با لوله های پلاستیکی انجام می شود و از ذرات سنگ برای تامین سطح لازم برای جذب سلول ها استفاده می شود.