

فصل دوم: روش‌های وزن سنجی (Gravimetric methods):

روش‌های وزن سنجی: (۱) روش مستقیم:

(۲) روش غیر مستقیم:

مثال: مورد عمل قرار دادن نمونه ی ۰/۲۵۰ گرمی از پتاسیم کلرید ناخالص با مقداری اضافی از AgNO_3 به تشکیل ۰/۲۹۱۲ گرم از AgCl منجر شد. درصد KCl در نمونه را حساب کنید؟
(کتاب اسکوگ ویرایش ۸)

$$MW_{\text{KCl}} = 74.55 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \quad MW_{\text{AgCl}} = 143.32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

ویژگی رسوب ایده‌آل (رسوب تجزیه‌ای):

مثال: نمونه‌ای به وزن، ۰/۲۳۸۶ گرم که تنها شامل NaCl و KBr می‌باشد را در آب حل کرده و تا نقطه پایان هر دو یون هالید، مقدار ۴۵/۴۰ میلی‌لیتر AgNO_3 ۰/۰۴۸۳۷ مولار مصرف می‌کند. درصد وزنی Br^- در نمونه جامد اولیه چقدر است؟ (سراسری ۷۹)

($\text{Br} = 79/90, \text{Cl} = 35/45, \text{Na} = 22/99, \text{K} = 39/10$)

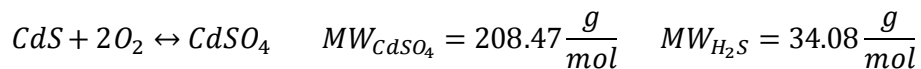
(۴) ۵۶/۲۸%

(۳) ۲۸/۱۴%

(۲) ۲۱/۰۳%

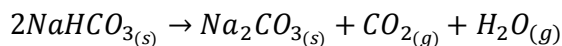
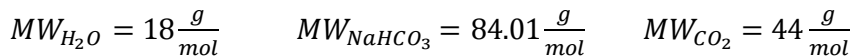
(۱) ۱۴/۰۷%

مثال: هیدروژن سولفید در نمونه ی ۷۵ گرمی از نفت خام به وسیله تقطیر خارج و در محلولی از $CdCl_2$ جمع آوری شد. سپس CdS رسوب داده شده صاف، شسته و به $CdSO_4$ افروخته شد در صورتی که جرم $CdSO_4$ بازیافته ۰/۱۱۷ گرم باشد درصد H_2S را حساب کنید. (کتاب اسکوگ ویرایش ۸)



مثال: ۱/۱۳۲۴ گرم از یک نمونه سنگ معدن شامل آهن را در HCl غلیظ حل کرده و پس از رقیق سازی به صورت $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$ رسوب داده شده است پس از صاف و شستشو باقی مانده را در ۹۰۰ درجه سانتی گراد حرارت داده، وزن نمونه برابر ۰/۵۳۹۴ گرم شده است درصد Fe و Fe_3O_4 را محاسبه کنید. $MW_{Fe_2O_3} = 160 \frac{g}{mol}$ $MW_{Fe} = 56 \frac{g}{mol}$ $MW_{Fe_3O_4} = 232 \frac{g}{mol}$

مثال: ۰/۳۵۹۲ گرم نمونه ای حاوی $NaHCO_3$ و مواد غیر فرار را حرارت می دهیم وزن ماده ی باقی مانده ۰/۲۳۶۲ گرم می باشد درصد خلوص نمونه را پیدا کنید.



انواع رسوب‌ها:

(۱) رسوب‌های بلوری (کریستالی)

(۲) رسوب‌های کلوییدی:

لخته شدن کلویید (انباشتگی یا Agglomeration):

مثال: چگونه می‌توان رسوب بلوری تهیه کرد (عامل موثر روی تشکیل رسوب):

فوق اشباع نسبی یا ابر سیری نسبی (RSS):

$$RSS = \frac{Q - S}{S}$$

مکانیسم تشکیل رسوب:

(۱) زمان القاء:

(۲) هسته زایی:

(۳) رشد و نمو هسته‌ها (رشد هسته‌های قبلی):

شرایط لازم برای تشکیل رسوب بلوری:

الف) دما:

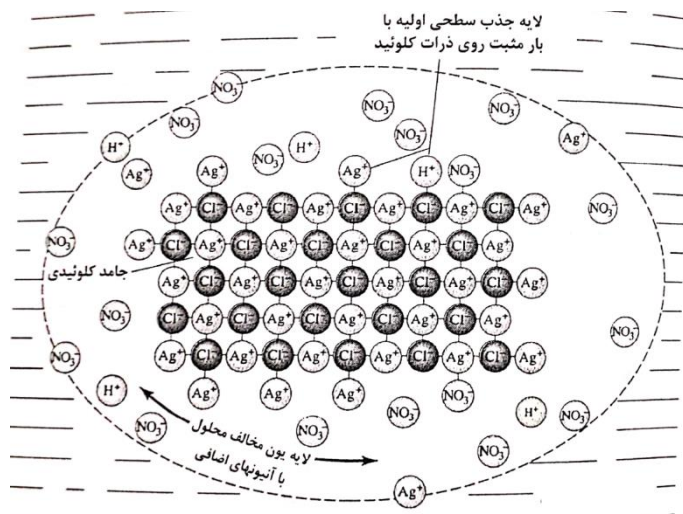
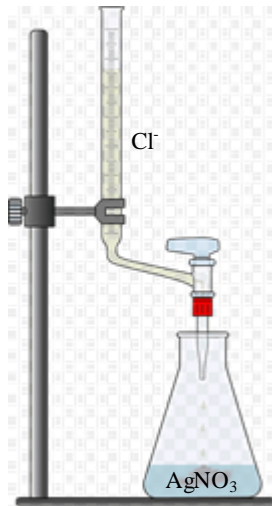
ب) به هم زدن محلول:

ج) سرعت بهم زدن محلول:

د) غلظت واکنش دهنده:

ه) آهسته افزودن عامل رسوب دهنده:

مراحل تشکیل رسوب کلویدی:



مشکلی که در هنگام رسوب گیری وجود دارد؟

عمل هم رسوبی:

(۱) جذب سطحی:

(۲) تشکیل بلور مختلط:

(۳) محبوس:

(۴) مندرج:

مثال: هم‌رسوبی (coprecipitation)، پدیده‌ای است که می‌تواند:

(سراسری ۷۶)

(۱) بدون ایجاد خطا به رشد رسوب کمک کند.

(۲) موجب بروز خطای منفی در روش‌های گراویمتری شود.

(۳) موجب بروز خطای مثبت در روش‌های گراویمتری شود.

مثال: رسوبگیری تحت کدامیک از شرایط زیر منجر به تشکیل رسوب‌های ریز می‌شود؟

(سراسری ۷۹)

(۱) اضافه کردن معرف رسوب‌ساز همراه با هم زدن

(۲) رسوبگیری از محلولهای رقیق

(۳) رسوبگیری در مجاورت معرفهایی که حلالیت رسوب را کم می‌کند.

(۴) رسوبگیری از محلولهای داغ

مثال: جهت انعقاد ذرات کلوئیدی، کدام گزینه صحیح است؟

(سراسری ۸۱)

(۱) لایه یون مخالف منبسط شود.

(۲) ضخامت لایه مضاعف الکتریکی افزایش یابد.

(۳) ضخامت لایه مضاعف الکتریکی کاهش یابد.

(۴) لایه الکتریکی هیچ اثری در انعقاد ندارد.

عوامل موثر بر لخته شدن رسوب‌های کلوئیدی:

(۱) افزایش الکترولیت بی اثر:

(۲) عمل هضم رسوب:

۳) رسوب گیری مجدد:

مثال: برای به دست آوردن رسوب‌های درشت‌تر در روش وزن سنجی کدام گزینه درست است؟

۱) تنظیم pH محلول به منظور کم کردن حلالیت رسوب

۲) افزایش دما به منظور کوچک شدن ابر سیری نسبی

۳) افزایش سریع عامل رسوب دهنده به منظور بزرگ کردن ابر سیری نسبی

۴) استفاده از محلول‌های غلیظ‌تر به منظور کوچک شدن ابر سیری نسبی

(سراسری ۹۱)

والختگی کلویید:

مثال: فرض کنید بخواهیم طی واکنش $Fe^{3+} + 3OH^- \leftrightarrow Fe(OH)_3$ رسوب $Fe(OH)_3$ را تولید کنیم و برای تامین OH^- دو منبع

داریم: ۱) افزودن NH_3 با غلظت ۰/۱ مولار ۲) افزودن $NaOH$ با غلظت ۰/۱ مولار

چکار کنیم؟؟؟

مثال: فوق اشباع نسبی بالا باعث تشکیل رسوب.....

(سراسری ۸۲)

- ۱) کلونیدی شده و نمی‌توان آن را حذف کرد.
- ۲) بلوری شده و می‌توان آن را با هم زدن رفع کرد.
- ۳) بلوری شده و می‌توان آنرا با گرم کردن کاهش داد.
- ۴) کلونیدی شده و می‌توان آن را با هم زدن کاهش داد.

مثال: کدام یک از موارد زیر صحیح‌تر می‌باشد؟

(آزاد ۸۸)

- ۱) افزودن یون مشترک تنها تشکیل رسوب کامل را موجب می‌شود و نمی‌توان از آن برای جلوگیری از تشکیل رسوب استفاده نمود.
- ۲) موادی که کم محلول هستند را می‌توان با تشکیل یون کمپلکس رسوب داد.
- ۳) یون $Zn^{2+}(aq)$ در $H^+(aq)$ موجب تشکیل یون $Zn(OH)_4^{2-}$ می‌شود.
- ۴) جداسازی هیدروکسید فلزی که آمفوتر است از هیدروکسید فلزی که آمفوتر نیست، با استفاده از محلول قلیایی کامل می‌گردد.

مثال: همی موارد زیر در اندازه‌گیری وزن سنجی یون کلرید (Cl^-) با معرف رسوب‌دهنده $AgNO_3$ (مقدار اضافی) صحیح‌اند

بجز:

- ۱) هضم رسوب کلونیدی سبب کاهش جذب سطحی ناخالصی‌ها در فرآیند رسوب‌گیری می‌شود.
- ۲) شستشوی رسوب با محلول الکترولیت HNO_3 تأثیری در کاهش بار مؤثر کلونید ندارد.
- ۳) به کار بردن غلظت بالایی از HNO_3 به همراه معرف رسوب دهنده به فرآیند لخته شدن رسوب کمک می‌کند.
- ۴) بالا بردن غلظت $AgNO_3$ در فرآیند، از طریق کاهش حجم محلول سبب ایجاد رسوب‌های درشت‌تر می‌شود.

(سراسری ۹۲)

مثال: در اندازه‌گیری یون نقره به روش وزن سنجی، با استفاده از عامل

رسوب‌دهنده کلرید، کدام یک صحیح نیست؟

(سراسری ۹۳)

- ۱) استفاده از غلظت‌های بالاتر عامل رسوب‌دهنده سبب افزایش اندازه ذرات رسوب می‌شود.
- ۲) استفاده از محلول الکترولیت NH_4NO_3 برای شستشوی رسوب، سبب کاهش مزاحمت جذب سطحی می‌شود.
- ۳) با شستشوی رسوب به وسیله محلول HNO_3 رقیق می‌توان به کاهش لایه دوگانه الکتریکی کمک نمود.
- ۴) رسوب‌گیری از محلول داغ آنالیت می‌تواند سبب افزایش اندازه ذرات رسوب گردد.

مثال: ضخامت لایه مضاعف اطراف یک ذره $AgCl$ کلوییدی در اثر افزایش غلظت $AgNO_3$ و KNO_3 به ترتیب

(سراسری ۹۴)

چه تغییری می‌کند؟

(۱) کاهش - کاهش

(۲) کاهش - افزایش

(۳) افزایش - کاهش

(۴) افزایش - افزایش

مثال: کدام مورد در بیان فوق‌اشباع نسبی در روش‌های رسوب‌گیری، صحیح است؟

(سراسری ۹۶)

(۱) با افزایش فوق‌اشباع نسبی، می‌توان رسوب‌های درشت کریستالی به‌دست آورد.

(۲) استفاده از محلول رقیق معرف رسوب‌دهنده می‌تواند سبب کاهش فوق‌اشباع نسبی شود.

(۳) فوق‌اشباع نسبی بستگی به حلالیت تعادلی رسوب داشته و با افزایش دما بیشتر می‌شود.

(۴) در رسوب‌گیری کلسیم به‌صورت کلسیم کربنات ($CaCO_3$)، افزایش pH محلول رسوب‌گیری سبب کاهش فوق‌اشباع نسبی می‌شود.

(سراسری ۹۵)

مثال: در کدام مورد با کاهش pH محلول، رسوب‌های درشت‌تری ایجاد می‌گردد.

ZnS (۴)

PbCl₂ (۳)

CuBr (۲)

AgI (۱)

حرارت دادن و خشک کردن رسوب:



مثال: برای اندازه‌گیری کلسیم در یک نمونه از روش رسوب‌گیری با یون اگزالات استفاده شده است. اگر وزن رسوب پس از عملیات شستشو و غیره و همچنین پس از قراردادن در کوره ۰/۸۲۵۶ گرم باشد. مقدار کلسیم در نمونه چقدر است. اگر دمای واقعی کوره ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد بیش از دمای خوانده شده باشد چند درصد خطا در اندازه‌گیری وجود دارد. (دمای اولیه کوره برابر ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد)

مثال: اگر بخواهیم محلول پتاسیم پرمنگنات تقریباً ۰/۰۱ مولار را به کمک استاندارد اولیه $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ($MW=134 \text{ g/mol}$) تیتر کنیم و تنها حدود ۳۰ میلی لیتر پرمنگنات مصرف شود چه وزنی از استاندارد اولیه باید توزین شود. (سراسری ۷۸)

(۴) ۱۰ گرم

(۳) ۱ گرم

(۲) ۰/۶ گرم

(۱) ۰/۱ گرم

مثال: آهن (II) در محلول اسیدی، با محلول پرمنگنات پتاسیم ۰/۰۲۰۶ مولار سنجیده شده و ۴۰/۲ میلی لیتر پرمنگنات مصرف کرده است، چند میلی گرم آهن در محلول وجود دارد؟ $MW \text{ Fe} = 56$ (سراسری ۸۱)

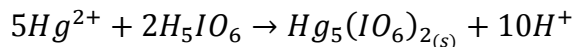
(۴) ۲۳۱/۹

(۳) ۲۳/۱۹

(۲) ۲/۳۱۹

(۱) ۰/۲۳۱۹

مثال: جیوه در نمونه ۰/۸۱۴۲ گرمی با مقداری اضافی از پاراپریدیک اسید Hg_5IO_6 رسوب داده شد.



رسوب صاف، تا عاری از عامل رسوب دهنده شسته، خشک و وزن شد که جرم آن ۰/۴۱۱۴ گرم بود. درصد Hg_2Cl_2 در نمونه را حساب کنید. ($MW_{\text{Hg}_5(\text{IO}_6)_2} = 1448.75 \text{ g/mol}$, $MW_{\text{Hg}_2\text{Cl}_2} = 472.09 \text{ g/mol}$) (کتاب اسکوگ ویرایش ۸)

مثال: چند گرم CO₂ از ۱/۵ گرم نمونه‌ای که درصد جرمی آن نسبت به MgCO₃ ۳۸ درصد و نسبت به K₂CO₃ ۴۲ درصد است متصاعد می‌شود؟ ($MW_{CO_2} = 44 \text{ g/mol}$, $MW_{MgCO_3} = 84.31 \text{ g/mol}$, $MW_{K_2CO_3} = 138.21 \text{ g/mol}$) (اسکوگ ویرایش ۸)

مثال: کلر در NaClO_n تحت واکنش‌های مناسب به یون کلرید تبدیل شده که می‌توان آن را به صورت AgCl رسوب داد. اگر ۰/۲۵۰۲ گرم نمونه خالص NaClO_n تولید ۰/۳۹۶۴ گرم نقره کلرید نماید، n چقدر است؟

(Na = ۲۲/۹۹, Cl = ۳۵/۴۵, O = ۱۶, Ag = ۱۰۷/۹)

(سراسری ۹۹)

۱ (۱)

۲ (۲)

۳ (۳)

۴ (۴)

مثال: در تعیین مقدار کلسیم به روش وزن‌سنجی با رسوب‌دهی آن به فرم CaC_۲O_۴، چنانچه فرم توزین شده بعد از حرارت دادن رسوب، CaCO_۳ باشد، هرگاه مقدار ۲/۰ درصد CaC_۲O_۴ (به دلیل تجزیه ناقص) در باقیمانده جامد وجود داشته باشد، درصد خطای نسبی در تعیین کلسیم کدام است؟

($CaCO_3 = 100$, $CaC_2O_4 = 128/0 \frac{g}{mol}$)

(سراسری ۹۸)

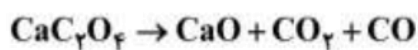
-۰/۵۰ (۲)

-۰/۴۰ (۱)

+۰/۵۰ (۴)

+۰/۴۰ (۳)

مثال: در اندازه‌گیری میزان کلسیم به روش رسوبی، 0.32g از رسوب CaC_2O_4 از کاغذ صافی عبور کرده است، اگر میزان CaO به دست آمده در پایان عملیات، 2.10g باشد، خطای نسبی در محاسبه مقدار Ca چند درصد است؟
($\text{Ca} = 40, \text{O} = 16, \text{C} = 12 : \text{g.mol}^{-1}$)



(سراسری ۹۷)

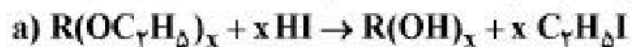
۶,۲۵ (۱)

۶,۷۰ (۲)

۱۳,۲۲ (۳)

۱۵,۲۳ (۴)

مثال: تعداد گروه‌های اتوکسی ($-\text{OC}_7\text{H}_5$) در یک ترکیب آلی را می‌توان به کمک واکنش‌های زیر تعیین کرد.



چنانچه نمونه‌ای از ترکیب آلی به وزن $36/92\text{mg}$ به روش ذکر شده آنالیز گردد و $0/15\text{g}$ رسوب AgI تولید

کند، تعداد گروه‌های اتوکسی در هر مولکول آن کدام است؟ (جرم مولکولی ترکیب آلی $176\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ و

AgI ، $235\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ است.)

(سراسری ۹۶)

۱ (۱)

۲ (۲)

۳ (۳)

۴ (۴)