

آزمایش شماره ۲: آب تبلور

هدف: می خواهیم بدانیم CuSO_4 چند مولکول آب دارد.

تئوری آزمایش: چون یون، ذره ای متشکل از یک اتم یا گروهی از اتم هاست که بار الکتریکی دارد.

الف) کاتیون: دارای بار الکتریکی مثبت است (چون یک یا چند الکترون داده است).

ب) آنیون: دارای بار الکتریکی منفی است (چون یک یا چند الکترون گرفته است).

یون یک اتمی، دارای یک اتم است و یون چند اتمی، دارای بیش از یک اتم است، یون چند اتمی ممکن است یک کاتیون باشد یا آنیون.

اتم فلز، کاتیون تولید می کند. اتم نافلز، آنیون تولید می کند.

کاتیون مثل؛ NH_4^+ ، Hg_2^{2+} (مری کوری نامیده، پیشوند زیر را می توان Hg^+ در نظر گرفت).

آنیون مثل؛ AsO_4^{3-} ، $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ، PO_4^{3-}

ترکیبات یونی: شامل؛ تعداد زیادی، کاتیون و آنیون هستند که بصورت بلور و با آرایشی هندسی منظم می باشند.

جاذبه بین یونهای مثبت و منفی عامل نگاه دارنده این ساختار بلوری می باشد. فرمول یک ترکیب یونی، بیانگر نسبت ساده یونهای مثبت و منفی لازم برای تشکیل یک بلور خنثی است.

انواع جامدات بلوری؛

الف) بلورهای یونی: بلورهای یونی سخت و شکننده اند. دمای ذوب اجسام یونی بالا می باشد، چون جاذبه الکترواستاتیکی که عامل نگهدارنده یونهای مثبت و منفی در ساختار بلوری است و چون این نیروها قوسی هستند، پس دما بالا است.

ترکیبات یونی: به صورت مذاب و محلول می باشند و رساناهای خوبی برای جریان الکتریسیته هستند ولی در حالت جامد که یونها نمی توانند به راحتی حرکت داشته باشند نارسانا می باشند.

(ب) بلورهای مولکولی: مولکولها که در بلورهای ترکیبات کوالانسی دارای موقعیت مشخصی هستند و در ساختار بلوری قدرت نیروی بین مولکولی نگهدارنده این مولکولها به اندازه نیروی الکترواستاتیکی مربوط به بلورهای یونی نیست.

بنابراین بلورهای مولکولی نرم و دمای ذوب پایین (کمتر از 300°C) دارند. نیروهای لاندن مولکولهای غیر قطبی را در ساختار بلوری نگه می دارند.

در بلورهای مولکولی قطبی، نیروهای دو قطبی و همچنین نیروهای لاندن وجود دارند و این باعث می شود که دمای ذوب ترکیبات قطبی بالاتر از دمای ذوب ترکیبات غیر قطبی برای مولکولهای هم شکل و هم اندازه باشد.

بنابراین اجسام مولکولی رسانای جریان الکتریسیته، در حالت جامد یا مایع نمی باشد.

(ج) بلورهای شبکه ای: در این بلورها اتمها به وسیله ی شبکه ای از پیوندهای کووالانسی به یکدیگر متصل شده اند و در موقعیتهای مشخصی قرار گرفته اند. تمامی بلور را به صورت مولکولی بزرگ مانند الماس که اتمهای کربن به وسیله پیوندهای کوالانسی در این بلور بهم متصل شده اند و ساختار سه بعدی دارد برای شکستن و از میان بردن ساختار بلوری باید تعداد زیادی پیوند کوالانسی گسسته شود، بنابراین چنین موادی دیرگداز و بسیار سخت هستند و رسانای الکتریسیته نیستند.

(د) بلورهای فلزی: الکترونهای بیرونی اتمهای فلز ضعیف بوده و جاذبه هستند. در ساختار بلور فلزی، آزادانه حرکت می کنند. بقیه اتمهای فلز یعنی یونهای مثبت موقعیتهای ثابت در بلور دارند. ابر منفی الکترونهای در حال حرکت که گاز الکترون یا دریای الکترون نامیده می شود و باعث اتصال اجزای بلور می شوند که این نیرو را پیوند فلزی می گویند. این نیرو قوی است، دمای ذوب و چگالی اغلب فلزات بالاست. یونهای مثبت تشکیل دهنده ساختار آنها دارای آرایش تنگ چین می باشند، چون بار منفی الکترونهای آزاد بلورهای فلز به طور یکنواخت پراکنده می توان در موقعیت یونهای مثبت بدون از بین بردن بلور تغییر ایجاد کرد. فلزات چکش خوار، شکل پذیر و مفتول پذیرند.

ساختار بلوری: آرایه های متفان از اتمها، یونها، مولکولهای آرایش یافته با الگویی تکراری و سه بُعدی هستند. تقارن بلور براساس شبکه بلوری توصیف می شود. آرایش سه بُعدی نقطه هایی که نمایشگر موضعهای دارای محیط پیرامون یکسان و جهت گیری یکسان باشد، شبکه بلوری گویند.

از لحاظ نظری اگر سلولهای واحد را در سه بُعد کنار هم به چینیم یک شبکه بلوری تولید می شود. این سلولهای واحد شامل تمام واحدهای مادی یعنی (کاتیونها، آنیونهای یک بلور یونی) تشکیل دهنده بلورند. سلول واحد مکعبی، ساده ترین نوع سلول واحد است که میتوان نقطه هایی به جز گوشه های سلول واحد در جاهای دیگر نیز داشت.

مرکز پر در سلول واحد مکعبی در هر نقطه از مرکز سلول قرار دارد. در یک سلول واحد مکعبی مراکز وجوه پر، هر نقطه در مرکز یکی از رُخ های سلول قرار دارد.

در بلور فلزات اگر اتمها در موقعیت های شبکه قرار داشته باشند در شمارش تعداد اتمهای هر سلول واحد، اتمهای مستقر در یک گوشه یا رُخ با سلولهای مجاور مشترکند، اتمهای واقع در هر گوشه بین هشت سلول واحد مشترکند.

دو سلول واحد در یک اتم در مرکز رُخ مشترکند. اتم واقع در مرکز ساختار مکعبی به یک سلول واحد تعلق دارد.

۱ - سلول واحد مکعبی ساده حاوی هم ارز فقط یک اتم است. (هشت گوشه و $1/8$ اتم در هر گوشه)

۲ - سلول واحد مکعبی مرکز پر، دو اتم دارد. (هشت گوشه و در هر گوشه $1/8$ اتم و یک اتم اختصاصی سلول در مرکز آن)

۳ - سلول واحد مراکز وجوه پر شامل هم ارز چهار اتم است. (هشت گوشه و در هر گوشه $1/8$ اتم و شش اتم در مرکز هر رُخ یا وجه که نصف هر اتم به سلول مورد نظر می رسد).

ساختار بلوری فلزات :

بلورهای فلزی به یکی از گروه‌ها مکعبی مرکز پر ، مکعبی مراکز وجوه پر ، و شش گوشه ای فشرده وابسته اند . آرایش اتمها در بلورهای مکعبی مراکز وجوه پر و شش گوشه ای فشرده ، هر اتم دارای عدد کوئوردیناسیونی ۱۲ است ، در این دو نوع بلور کمترین فضای خالی (۲۶٪) است . اگر اتمها را بصورت کره در نظر بگیریم و هر دو شبکه بلوری به ساختارهای تنگ چین یا فشرده مشهورند . آرایش مکعبی مرکز پر ، اندکی بازتر از دو آرایش فشرده است . در حدود (۳۲٪) فضای خالی است ، هر اتم بلور مکعبی مرکز پر دارای عدد کوئوردیناسیونی ۸ است .

بلورهای یونی : بلورهای یونی که ساختارشان از بلورهای فلزی پیچیده تر است . بلورهای یونی باید چنان

آرایی را به خود بگیرند که بتوانند یونهایی را که بارهای مخالف و اندازه های متفاوتی دارند با نسبت استوکیومتری مناسب در بر بگیرند ، طوریکه نیروهای جاذبه الکترواستاتیکی بر نیروهای دافعه الکترواستاتیکی غلبه داشته باشند . بسیاری از ترکیبات یونی با فرمول MX با ساختار سدیم کلرید منیزیم کلرید یا روی سولفید طبیعی متبلور می شوند .

ترکیبات یونی با فرمول Mx_2 یا M_2x با ساختار آنتی فلئوریت ، روتیل ، یا فلئوریت متبلور می شود . نقصهای موجود در شبکه های بلوری شامل جابجایی فقدان یونها ، سر جای خود بودن یونها و جای گیری اتمهای فلزات یا اتمهای نافلزات به جای یونهاست .

« این جای گیری سبب پیدایش مواد غیر استوکیومتر می شود »

انرژی شبکه :

تغییر آنتالپی مربوط به تراکم یونهای گازی مثبت و منفی بصورت بلور را انرژی شبکه می نامند . با تغییر علامت انرژی شبکه را به عنوان انرژی لازم برای جدا کردن یونهای آن بلور می توان در نظر گرفت . انرژی شبکه را با استفاده از چرخه بورن- هابر که منضم انجام عملیات ریاضی بر روی تغییرات آنتالپی مربوط به تشکیل بلورهای یونی است محاسبه کرد . این چرخه وسیله ای برای مطالعه اهمیت ملاحظات گوناگون انرژی مربوط به تشکیل بلورهای یونی است چون مراحل چرخه بورن - هابر اغلب گرماگیر هستند .

انرژی شبکه یک مرحله به شدت گرمازا نقش اصلی در تعیین روال واکنش بین اتمها و تشکیل یک ترکیب یونی را دارد. نوع یونهای تشکیل شده در واکنش « براساس آرایش الکترونی طبقه بندی می شوند » به همبستگی بین پتانسیل یونش، الکترون خواهی و انرژی شبکه بستگی دارد.

مواد و وسایل آزمایش عدد آب تبلور :

(۱) سه پایه	(۲) دسیکاتور	(۳) سولفات مس
(۴) لوله آزمایش و گیره	(۵) بوته چینی	(۶) ترازو
(۷) چراغ گاز بویرن	(۸) سه گوش	

شرح و روش آزمایش و مشاهدات :

با ترازو وزن بوته چینی خالی را وزن می کنیم (۲۴/۱۲g). درون بوته چینی ۱g نمک متبلور می ریزیم که روی هم رفته جرم بوته چینی و نمک متبلور = ۲۵/۱۲g می شود با کمک گیره بوته چینی را روی سه پایه روی حرارت ملایم قرار می دهیم و با کمک اسپاتول هم می زنیم تا تگه های نمک خرد شود می بینیم که نمک از حالت بلوری به حالت پودری سفید رنگ در می آید.

بوته چینی را درون دسیکاتور کلرید کلسیم آلومینا و ... است قرار می دهیم چون در هوای آزاد با رطوبت محیط پیوند سطحی پیدا می کند. بوته چینی آرام آرام درون دسیکاتور سرد میشود. این بار وزن بوته چینی و نمک ۲۴/۷۵g است و می توان وزن نمک خشک را بدست آورد.

$$\text{وزن نمک} = \text{وزن بوته خالی} - \text{وزن بوته} + \text{نمک متبلور}$$

$$۲۴.۷۵ - ۲۴.۱۲ = ۰.۶۳$$

چون نمک کم کم از حالت بلوری خارج شده، پس رطوبت خود را از دست داده است.

$$n = \frac{M(a - b)}{۱۸b}$$

عدد مولکول آب تبلور = n جرم مولکولی نمک خشک = M وزن نمک خشک = b وزن نمک متبلور = a

$$n = \frac{160 \cdot (1 - 0/63)}{18 \times 0/63} = 5/22 \approx 5$$



$$\text{درصد آب} = 0/37 \times 100 = 37\%$$

پرسش و پاسخ به سوالات :

۱- دو گرم از یک نمک A_5H_7O در یک کروزه به وزن ۱۶g ریخته و حرارت می دهیم . پس از تبخیر شدن تمام

آب ، نمک آن را خنک و توزین می کنیم . وزن جدید کروزه پس از حرارت ۱۷/۲۷g است . جرم مولکولی نمک فوق چقدر است ؟

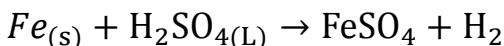
$$\text{وزن نمک خشک } b = 17.274 - 16 = 1.274 \text{ gr}$$

$$n = \frac{M(a-b)}{18b} = \frac{M(2-1/274)}{18 \times 1/274} = 5$$

$$M = 157/7$$

۲- ۰/۵۶ گرم براده آهن را در اسید سولفوریک رقیق می ریزیم . حجم گاز تولید شده را بدست آورید . از

تبخیر محلول حاصل ۲/۷۸g جسم متبلور بدست می آید . عدد آب تبلور سولفات آهن چقدر است ؟



پس از ۰/۰۱ مول گاز H_2 آزاد می شود . $n = \frac{0/56}{56} = 0/01$ تعداد مول Fe

$$n = \frac{V}{22/4} \quad 0/01 = \frac{V}{22/4} \quad V = 0/224$$

$$56 \text{ gr} \quad 152 \text{ gr}$$

$$56 \quad \text{خشک } 1/52$$

$$n = \frac{M(a-b)}{18b} = \frac{M(2/78-1/52)}{18 \times 1/52} = 7$$

۳- سه گرم از یک جسم متبلور به فرمول H_2O و $H_2C_2O_4$ را داخل یک بوتله چینی ریخته و

حرارت می دهیم در صورتیکه وزن بوتله بعد از حرارت $18/06$ گرم شود. مطلوب است وزن بوتله چینی خالی را؟

$$n = \frac{M(a-b)}{18b} \Rightarrow \Rightarrow \quad 2 = \frac{90(3-b)}{18b} \Rightarrow \Rightarrow \quad 36b = 270 - 90b \quad 126b = 270$$

وزن نمک خشک $b = 2/14$

$$18/06 - \text{وزن بوتله} = 2/14$$

$$x = 15/92 \text{ وزن بوتله}$$