

یون‌های موجود در برخی از نمک‌ها، می‌توانند با مولکول‌های آب پیوند تشکیل دهند و این مولکول‌ها را درون شبکه بلور خود به دام بیندازند. این ترکیب‌ها را نمک‌های آبپوشیده می‌گویند.

### تعیین تعداد مولکول‌های آب تبلور

هنگامی که فرمول نمک بی‌آب مشخص است می‌توان تعداد مولکول‌های آب تبلور را بدست آورد. در این گونه مسائل، جرم نمک آبدار و جرم نمک خشک یا جرم آب بخار شده را می‌دهند که با کم کردن آن‌ها از هم، می‌توان جرم آب بخار شده یا جرم نمک خشک را بدست آورد.

$a$  = جرم نمک آبپوشیده

$$b = \text{جرم نمک خشک} \Rightarrow \text{مول نمک خشک} = \frac{b}{M}$$

$$a - b = \text{جرم آب بخار شده} \Rightarrow \text{مول آب بخار شده} = \frac{a - b}{18}$$

$$\text{تعداد مولکول آب تبلور} = \frac{\text{مول آب بخار شده}}{\text{مول نمک خشک}} \Rightarrow n = \frac{\frac{a - b}{18}}{\frac{b}{M}} \Rightarrow n = \frac{(a - b)M}{18b}$$

**مثال (۱):** اگر از حرارت دادن  $3/5$  گرم کلسیم سولفات آبپوشیده،  $2/77$  گرم نمک خشک بدست آید، تعداد مولکول‌های آب تبلور در این نمک چقدر است؟ (جرم مولی آب و نمک خشک به ترتیب  $18$  و  $136$  گرم بر مول است).

۲ (۱)      ۴ (۲)      ۵ (۳)      ۶ (۴)

$$n = \frac{(a - b)M}{18b} = \frac{(3/5 - 2/77)136}{18 \times 2/77} = 2 \Rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \quad \text{حل: گزینه (۱)}$$

**مثال (۲):**  $0/61$  گرم از یک نمونه باریم کلرید متبلور،  $0/09$  گرم آب تبلور دارد. تعداد مولکول‌های آب تبلور کدام است؟ (جرم مولی آب و باریم کلرید خشک به ترتیب  $18$  و  $208$  گرم بر مول است).

۲ (۱)      ۳ (۲)      ۵ (۳)      ۷ (۴)

**حل: گزینه (۱)**  $a = 0/61 \text{ g}$ ,  $a - b = 0/09 \text{ g}$ ,  $b = 0/61 - 0/09 = 0/52 \text{ g}$  جرم باریم کلرید خشک

$$n = \frac{(a - b)M}{18b} = \frac{0/09 \times 208}{18 \times 0/52} = 2 \Rightarrow \text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$$

**مثال (۳):** اگر  $7/80$  گرم بلور  $\text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  را حرارت دهیم، تا تمام آب تبلور آن خارج شود، چند گرم  $\text{FeSO}_4$  باقی می‌ماند؟ (جرم مولی آب و آهن (II) سولفات خشک به ترتیب  $18$  و  $152$  گرم بر مول است).

۰/۴۳ (۱)      ۳/۲۵ (۲)      ۷/۶۲ (۳)      ۴/۵۶ (۴)

$$e = \frac{(7/80 - b)152}{18b} \Rightarrow b = 4/56 \text{ g} \quad \text{حل: گزینه (۴)}$$

$$? \text{g FeSO}_4 = 7/80 \cdot \text{g FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \times \frac{152 \text{g FeSO}_4}{260 \text{g FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}} = 4/56 \text{g FeSO}_4$$

روش دوم:

**مثال (۴):** جرم  $1/34$  گرم از یک نمونه سدیم سولفات پس از خشک کردن به  $0/71$  گرم کاهش یافته است. این نمونه چه تعداد آب تبلور دارد؟ ( $\text{O}=16$ ,  $\text{Na}=23$ ,  $\text{S}=32 \text{g/mol}$ )

۵ (۱)
۷ (۲)
۸ (۳)
۱۰ (۴)

حل: گزینه (۲)

$$n = \frac{(1/34 - 0/71)142}{18 \times 0/71} = 7$$

**مثال (۵):**  $50\%$  از جرم سدیم سولفات متبلور را آب تشکیل داده است. تعداد مولکول‌های آب تبلور کدام است؟ (جرم مولی آب و سدیم سولفات به ترتیب  $18$  و  $126$  گرم بر مول است).

۱۰ (۱)
۷ (۲)
۵ (۳)
۲ (۴)

حل: گزینه (۲)

$$\frac{n\text{H}_2\text{O}}{\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}} = \frac{50}{100} \Rightarrow \frac{18n}{126 + 18n} = \frac{1}{2} \Rightarrow n = 7$$

**مثال (۶):** از حرارت دادن  $2/5$  گرم  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  متبلور تا از دست دادن کامل آب، چند گرم  $\text{CuSO}_4$  خشک بدست می‌آید؟ (جرم مولی آب و  $\text{CuSO}_4$  خشک به ترتیب  $18$  و  $160$  گرم بر مول است).

۱/۳ (۱)
۰/۷۳ (۲)
۱/۶ (۳)
۱/۰۹ (۴)

حل: گزینه (۳)

$$n = \frac{(a-b)M}{18b} \Rightarrow 5 = \frac{(2/5 - b)160}{18b} \Rightarrow b = 1/6$$

**مثال (۷):** اگر  $6/5$  گرم کبالت (II) سولفات متبلور را حرارت دهیم،  $2/7$  گرم از جرم آن کاسته می‌شود. فرمول شیمیایی این ماده متبلور کدام است؟ (جرم مولی آب و نمک خشک به ترتیب  $18$  و  $155$  گرم بر مول است).

(۱)  $\text{CoSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 
(۲)  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 
(۳)  $\text{CoSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 
(۴)  $\text{CoSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

حل: گزینه (۳)

$$b = 6/5 - 2/7 = 3/8 \text{g}, \quad a - b = 2/7 \text{g}, \quad a = 6/5 \text{g}$$

$$n = \frac{(a-b)M}{18b} \Rightarrow n = \frac{2/7 \times 155}{18 \times 3/8} \Rightarrow n = 6 \Rightarrow \text{CoSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$$

**مثال (۸):**  $1/22$  گرم از یک نمونه نمک آبیوشیده باریم کلرید،  $0/18$  گرم آب تبلور دارد. تعداد مولکول‌های آب تبلور کدام است؟ (جرم مولی آب و باریم کلرید خشک به ترتیب  $18$  و  $208$  گرم بر مول است).

۳ (۱)
۵ (۲)
۲ (۳)
۸ (۴)

حل: گزینه (۳)

$$n = \frac{(a-b)M}{18b} \Rightarrow n = \frac{0/18 \times 208}{18 \times 1/04} \Rightarrow n = 2$$

**مثال (۹):** نمونه‌ای از کلسیم سولفات به جرم  $4/3$  گرم را حرارت می‌دهیم که در نتیجه  $0/05$  مول آب از آن خارج می‌شود. تعداد مولکول آب تبلور در این نمک کدام است؟ (جرم مولی آب و کلسیم سولفات خشک به ترتیب  $18$  و  $136$  گرم بر مول است).

۵(۱) ۲(۲) ۳(۳) ۴(۴)

حل: گزینه (۲)  $n = \frac{0/9 \times 136}{18 \times 3/4} \Rightarrow n = 2$  ,  $b = 4/3 - 0/9 = 3/4$  g ,  $a = 4/3$  g ,  $n = \frac{0/05 \text{ mol H}_2\text{O} \times 18 \text{ g H}_2\text{O}}{1 \text{ mol H}_2\text{O}} = 0/9$  g

**مثال (۱۰):** در ساختار نمونه‌ای از سدیم سولفات متبلور، به ازای  $7/1$  گرم  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ،  $9$  گرم آب وجود دارد. تعداد مولکول‌های آب تبلور این نمک کدام است؟ (جرم مولی آب و سدیم سولفات خشک به ترتیب  $18$  و  $142$  گرم بر مول است).

۱۰(۱) ۸(۲) ۷(۳) ۶(۴)

حل: گزینه (۱)  $n = 10$  ,  $b = 7/1$  ,  $a = 9$  g ,  $n = \frac{9 \times 142}{18 \times 7/1} \Rightarrow n = 10$  ,  $n = \frac{(a-b)M}{18b}$

**مثال (۱۱):** مقدار  $2/72$  گرم باریوم کلرید آبپوشیده را حرارت می‌دهیم که در نتیجه  $2/32$  گرم نمک بدون آب بدست می‌آید. تعداد مولکول‌های آب تبلور باریوم کلرید کدام است؟ (جرم مولی آب و باریوم کلرید خشک به ترتیب  $18$  و  $208$  گرم بر مول است).

۶(۱) ۵(۲) ۴(۳) ۲(۴)

حل: گزینه (۴)  $n = 2$  ,  $n = \frac{(2/72 - 2/32) \times 208}{18 \times 2/32} \Rightarrow n = 2$  ,  $n = \frac{(a-b)M}{18b}$

**مثال (۱۲):** در بلور  $\text{MgCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  هر  $1/9$  گرم  $\text{MgCl}_2$  با  $2/16$  گرم آب همراه است. تعداد مولکول‌های آب تبلور کدام است؟ (جرم مولی آب و باریوم کلرید خشک به ترتیب  $18$  و  $95$  گرم بر مول است).

۸(۱) ۷(۲) ۵(۳) ۶(۴)

حل: گزینه (۴)  $n = 6$  ,  $n = \frac{2/16 \times 95}{18 \times 1/9} \Rightarrow n = 6$  ,  $n = \frac{(a-b)M}{18b}$

**کنکور ۹۳:** اگر  $0/1$  مول نمک آبپوشیده  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  گرما داده شود و وزن آن حدود  $18/9$  درصد کاهش یابد،  $x$  در فرمول جامد باقیمانده ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ) به تقریب کدام است؟ ( $\text{Na} = 23, \text{S} = 32, \text{O} = 16, \text{H} = 1, \text{O} = 16$ ).

۳(۱) ۴(۲) ۵(۳) ۶(۴)

حل: گزینه (۳) ابتدا باید مشخص کنیم که  $18/9$  درصد چند گرم خواهد شد که برابر تعداد مول‌های آب خارج شده است.

$$? \text{ mol H}_2\text{O} = 286 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O} \times \frac{18/9 \text{ g H}_2\text{O}}{100 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}} \times \frac{1 \text{ mol H}_2\text{O}}{18 \text{ g H}_2\text{O}} = 3/003 \approx 3$$

$8 - 3 = 5$  جرم مول آب تبلور باقیمانده

کنکور ۹۲ : ۲۰ گرم مخلوط نمک خوراکی و منیزیم سولفات خشک پس از جذب آب تبلور به وسیله منیزیم سولفات (  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  )، ۳۵/۱۲ گرم جرم دارد. درصد جرمی منیزیم سولفات در این نمونه کدام است؟ ( $\text{H}_2\text{O} = 18$  ,  $\text{MgSO}_4 = 120$ ).

۸۴ (۴)

۷۵/۶ (۳)

۷۲ (۲)

۱۰/۸ (۱)

حل : گزینه (۲) ابتدا باید جرم نمک خشک را محاسبه کنیم. بنابراین از ۲۰ گرم مخلوط، ۱۴/۴ گرم آن منیزیم سولفات است. پس

درصد آن را به شکل مقابل بدست می آوریم.  $\% \text{MgSO}_4 = \frac{14/4}{20} \times 100 = 72$

$$n = \frac{(a-b)M}{18b} \Rightarrow 7 = \frac{15/12 \times 120}{18b} \Rightarrow b = 14/4$$

$$\Rightarrow \% \text{MgSO}_4 = \frac{14/4}{20} \times 100 = 72$$