

فرمول‌های مهم در حل مسائل شیمی

۱ تبدیل ماده به انرژی در واکنش‌های هسته‌ای (شیمی دهم فصل ۱)

$$E = m \cdot C^2$$

انرژی بر حسب J
جرم بر حسب kg
سرعت نور $= 3 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

۲ محاسبه جرم اتمی میانگین (M) عنصری با دو ایزوتوپ دارای عدد جرمی به ترتیب M_1 و M_2 و فراوانی به ترتیب $F_1\%$ و $F_2\%$: (شیمی دهم فصل ۱)

$$M = M_1 + \frac{F_2}{100} (M_2 - M_1)$$

۳ محاسبه جرم اتمی میانگین (M) عنصر با سه ایزوتوپ:

(شیمی دهم فصل ۱)

$$M = M_1 + \frac{F_2}{100} (M_2 - M_1) + \frac{F_3}{100} (M_3 - M_1)$$

۴ رابطه حجم گاز با دما و فشار آن (برای یک نمونه گازی معین):

(شیمی دهم فصل ۲)

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2}$$

P: فشار گاز

V: حجم گاز

T: دمای گاز بر حسب کلوین

⚠ **توجه:** دمای کلوین با افزودن عدد ۲۷۳ به دمای سلسیوس مشخص می‌شود.

۵ غلظت مولی محلول: تعداد مول حل شده در یک لیتر از محلول:

(شیمی دهم فصل ۳)

$$M = \frac{\text{تعداد مول حل شده}}{\text{حجم مول بر حسب لیتر}}$$

$$M = \frac{\text{تعداد مول حل شده}}{\text{حجم محلول به میلی لیتر}} \times 1000$$

⚠ توجه ۱: تعداد مول هر ماده با تقسیم جرم آن به جرم مولی آن به دست می آید.

⚠ توجه ۲: تعداد مول هر ماده گازی در شرایط STP، با تقسیم حجم گاز بر حسب لیتر به ۲۲/۴ به دست می آید. اگر حجم گاز بر حسب میلی لیتر باشد، باید به ۲۲۴۰۰ تقسیم شود.

۶ درصد جرمی هر ماده در محلول آن از رابطه زیر محاسبه می شود: (شیمی دهم فصل ۳)

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم ماده حل شده}}{\text{جرم محلول}} \times 100$$

۷ غلظت ppm (جرم ماده حل شده در ۱۰^۶ گرم از محلول):

$$\text{ppm} = \frac{\text{جرم ماده حل شده}}{\text{جرم محلول}} \times 10^6 \quad (\text{شیمی دهم فصل ۳})$$

۸ رابطه درصد جرمی و غلظت ppm برای یک محلول:

$$\text{ppm} = 10^4 \times \text{درصد جرمی} \quad (\text{شیمی دهم فصل ۳})$$

۹ رابطه غلظت مولار و درصد جرمی برای یک محلول:

$$M = \frac{10 \times a \times d}{\text{جرم مولی}} \quad (\text{شیمی دهم فصل ۳})$$

↑ غلظت مولار

a: درصد جرمی (بدون %)

d: چگالی محلول بر حسب گرم بر میلی لیتر

۱۰ رابطه غلظت مولار و غلظت ppm برای یک محلول: (شیمی دهم فصل ۳)

d: چگالی محلول بر حسب گرم بر میلی لیتر

$$M = \frac{\text{ppm} \times d}{\text{جرم مولی} \times 10000}$$

۱۱ انحلال پذیری جرم حل شونده به ازای ۱۰۰ گرم حلال در محلول

$$\text{سیرشده (شیمی دهم فصل ۳)} = \frac{\text{جرم حل شونده}}{\text{جرم حلال}} \times 100 = \text{انحلال پذیری}$$

۱۲ محاسبه جرم رسوب تولید شده به هنگام تغییر دمای محلول

سیرشده: (شیمی دهم فصل ۳)

اگر انحلال پذیری ماده‌ای در دماهای T_1 و T_2 به ترتیب برابر E_1 و E_2 گرم در ۱۰۰ گرم حلال بوده و $E_2 > E_1$ باشد، جرم رسوب تولیدشده ضمن تغییر دمای m گرم محلول سیرشده از دمای T_2 به دمای T_1 برابر است با:

$$m \times \frac{E_2 - E_1}{100 + E_2}$$

۱۳ کسرهای پیش‌ساخته در حل مسائل استوکیومتری واکنش‌ها که برابر هم قرار داده می‌شوند: (شیمی دهم فصول ۲ و ۳ و شیمی یازدهم فصل ۱)

$$\frac{\text{جرم ماده (خالص) به گرم}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی}} = \frac{\text{تعداد مول ماده}}{\text{تعداد مولکول}} = \frac{\text{حجم گاز در شرایط STP به لیتر}}{\text{حجم گاز در شرایط STP به لیتر}} = \frac{\text{تعداد آووگادرو} \times \text{ضریب مولی}}{\text{جرم ماده ناخالص به گرم} \times \frac{\text{درصد خلوص}}{100}} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی}} = \frac{\text{غلظت مولار} \times \text{حجم محلول به میلی لیتر}}{\text{غلظت مولار} \times \text{حجم محلول به لیتر}} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی}} = \frac{\text{غلظت ppm} \times \text{جرم محلول به گرم}}{\text{درصد جرمی} \times \text{جرم محلول به گرم}} = \frac{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب مولی}}$$

توجه ۱: در همه مسائلی که بازده درصدی مطرح شده مقدار صورت

کسر مربوط به واکنش دهنده را در $\frac{\text{بازده درصدی}}{100}$ ضرب می‌کنیم.

توجه ۲: در هر مسئله‌ای که هر دو ماده مطرح شده در مسئله به واکنش دهنده‌ها مربوط باشد، صورت کسر مربوط به واکنش دهنده مجهول

را در $\frac{\text{بازده درصدی}}{100}$ ضرب می‌کنیم.

۱۴ محاسبه ΔH واکنش با استفاده از آنتالپی پیوندها: (شیمی یازدهم فصل ۲)

مجموع آنتالپی پیوندهای تشکیل شده - مجموع آنتالپی پیوندهای شکسته شده = ΔH

مجموع آنتالپی پیوندهای فراورده‌ها - مجموع آنتالپی پیوندهای واکنش دهنده‌ها = ΔH

۱۵ ظرفیت گرمایی: گرمای لازم برای افزایش دمای جسم به اندازه 1°C
(شیمی یازدهم فصل ۲)

$$q: \text{گرمای جذب شده} \\ \Delta T: \text{تغییر دما} \\ \text{ظرفیت گرمایی} = \frac{q}{\Delta T}$$

⚠️ **توجه:** تغییر دما در مقیاس‌های کلوین و درجه سلسیوس به یک اندازه است.

۱۶ ظرفیت گرمایی ویژه: گرمای لازم برای افزایش دمای یک گرم از ماده به اندازه 1°C
(شیمی یازدهم فصل ۲)

$$m: \text{جرم ماده بر حسب گرم} \\ \Delta T: \text{تغییر دمای ماده} \\ q: \text{گرمای جذب شده} \\ c = \frac{q}{m \cdot \Delta T} = \text{ظرفیت گرمایی ویژه}$$

۱۷ رابطه ظرفیت گرمایی با ظرفیت گرمایی ویژه یک ماده:
(شیمی یازدهم فصل ۲) $\text{ظرفیت گرمایی ویژه} \times m = \text{ظرفیت گرمایی}$

→ جرم ماده بر حسب گرم
۱۸ سرعت متوسط مصرف ماده A بر حسب مول بر ثانیه:

$$\bar{R}_A = -\frac{\Delta n(A)}{\Delta t} \quad (\text{شیمی یازدهم فصل ۲})$$

⚠️ **توجه:** Δn تغییر تعداد مول واکنش‌دهنده بوده و از رابطه $\Delta n = n_2 - n_1$ مشخص می‌شود و عددی منفی است.

۱۹ سرعت متوسط تولید ماده B بر حسب مول بر ثانیه:

$$\bar{R}_B = \frac{\Delta n(B)}{\Delta t} \quad (\Delta n = n_2 - n_1 > 0) \quad (\text{شیمی یازدهم فصل ۲})$$

۲۰ سرعت متوسط واکنش $aA(g) \longrightarrow bB(g)$ (شیمی یازدهم فصل ۲)

$$\bar{R}_{\text{واکنش}} = \frac{\bar{R}_A}{a} = \frac{\bar{R}_B}{b}$$

(شیمی دوازدهم فصل ۱) ۲۱ ثابت تعادل گازی:



$$K = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

۲۲ ثابت یونش اسید HA:

(شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$K_a = \frac{[H^+].[A^-]}{[HA]}$$

۲۳ درجه یونش و درصد یونش اسید HA: (شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$\alpha = \frac{\text{شمار مول‌های یونیده شده}}{\text{شمار مول‌های حل شده}} = \text{درجه یونش}$$

(بر حسب % بیان می‌شود) $\alpha \times 100 = \text{درجه یونش}$

۲۴ رابطه بین غلظت مولی اسید HA (M) با درجه یونش آن (α) و غلظت هر یک از اجزای موجود در محلول: (شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$[H^+] = \alpha.M \quad \text{یا} \quad \alpha = \frac{[H^+]}{M}$$

$$[F^-] = \alpha.M$$

$$[HA] = M - \alpha.M = M(1 - \alpha)$$

۲۵ رابطه ثابت یونش اسید HA با غلظت مولار و درجه یونش:

$$K_a = \frac{\alpha^2.M}{1 - \alpha}$$

(شیمی یازدهم فصل ۱)

⚠ توجه: اگر اسید به قدری ضعیف باشد که مقدار α در حد چند صدم باشد، می‌توان از رابطه تقریبی زیر استفاده کرد:

$$K_a \simeq \alpha^2.M$$

۲۶ رابطه بین غلظت مولی باز یک ظرفیتی با درجه یونش و غلظت

(شیمی دوازدهم فصل ۱)

یون OH^- :

$$[OH^-] = \alpha.M \quad \text{یا} \quad \alpha = \frac{[OH^-]}{M}$$

۲۷ ثابت یونش باز یک ظرفیتی: $K_b = \frac{\alpha^2.M}{1 - \alpha}$ (شیمی دوازدهم فصل ۱)

⚠ توجه: اگر مقدار α باز خیلی کم باشد (در حد چند صدم)، می‌توان از رابطه تقریبی زیر استفاده کرد:

$$K_b \simeq \alpha^2.M$$

۳۸ فرمول مربوط به pH محلول آبی (یا آب خالص):

(شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$pH = -\log[H^+] \quad \text{یا} \quad [H^+] = 10^{-pH}$$

۳۹ فرمول مربوط به pH محلول اسید HA:

$$pH = -\log[H^+] = -\log(\alpha \cdot M)$$

$$\alpha \cdot M = 10^{-pH}$$

۳۰ فرمول مربوط به pH محلول باز یک ظرفیتی: (شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(\alpha \cdot M)$$

$$pH = 14 - pOH$$

$$pH = 14 + \log(\alpha \cdot M)$$

۳۱ رابطه pH با pOH در محلول آبی در دمای $25^\circ C$:

$$pH + pOH = 14$$

(شیمی دوازدهم فصل ۱)

(شیمی دوازدهم فصل ۱)

۳۲ رابطه $[H^+]$ با K_a اسید HA:

$$[H^+]^2 = K_a \times M \times (1 - \alpha)$$

توجه: اگر اسید خیلی ضعیف باشد، به طوری که بتوان $1 - \alpha$ را با

تقریب برابر یک در نظر گرفت، می توان از رابطه تقریبی زیر استفاده کرد:

$$[H^+]^2 \simeq K_a \cdot M$$

۳۳ رابطه $[OH^-]$ با K_b در محلول باز یک ظرفیتی:

$$[OH^-]^2 = K_b \times M \times (1 - \alpha)$$

(شیمی دوازدهم فصل ۱)

در محلول باز خیلی ضعیف با فرض $1 - \alpha \simeq 1$ می توان نوشت:

$$[OH^-]^2 \simeq K_b \cdot M$$

۳۴ رابطه بین $[H^+]$ با $[OH^-]$ در آب خالص و هر محلول آبی

(اسیدی، بازی یا خنثی) در دمای $25^\circ C$: (شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$[H^+].[OH^-] = 10^{-14}$$

۳۵ اگر محلول اسید قوی HX (با $\alpha = 1$) با افزودن آب، رقیق تر شده

و حجم آن به n برابر حجم اولیه برسد، pH محلول به اندازه $\log n$

افزایش می یابد: (شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$n \Rightarrow pH_{\text{جدید}} = pH_{\text{اولیه}} + \log n$$

۳۶ اگر محلول باز قوی BOH (با $\alpha = 1$) با افزودن آب، رقیق‌تر شده و حجم آن به n برابر حجم اولیه برسد، pH محلول به اندازه $\log n$ کاهش می‌یابد:

(شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$n \Rightarrow \text{pH}_{\text{جدید}} = \text{pH}_{\text{اولیه}} - \log n$$

۳۷ تعیین pH محلول حاصل از مخلوط‌شدن V_1 لیتر محلول M_1 مولار اسید قوی HX و V_2 لیتر محلول M_2 مولار اسید قوی HY:

(شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$[\text{H}^+]_{\text{نهایی}} = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V_1 + V_2}, \text{pH}_{\text{نهایی}} = -\log[\text{H}^+]_{\text{نهایی}}$$

۳۸ تعیین pH محلول حاصل از مخلوط‌شدن V_1 لیتر محلول M_1 مولار باز قوی BOH و V_2 لیتر محلول M_2 مولار باز قوی DOH:

$$[\text{OH}^-]_{\text{نهایی}} = \frac{M_1 V_1 + M_2 V_2}{V_1 + V_2} \quad (\text{شیمی دوازدهم فصل ۱})$$

$$\text{pH}_{\text{نهایی}} = 14 + \log[\text{OH}^-]_{\text{نهایی}}$$

۳۹ تعیین pH محلول حاصل از مخلوط‌شدن V_1 لیتر محلول M_1 مولار اسید قوی HX و V_2 لیتر محلول M_2 مولار باز قوی BOH:

(شیمی دوازدهم فصل ۱)

$$[\text{H}^+]_{\text{نهایی}} = \frac{M_1 V_1 - M_2 V_2}{V_1 + V_2} \quad \text{اگر محلول نهایی اسیدی باشد}$$

$$\text{pH}_{\text{نهایی}} = -\log[\text{H}^+]_{\text{نهایی}}$$

$$[\text{OH}^-]_{\text{نهایی}} = \frac{M_2 V_2 - M_1 V_1}{V_1 + V_2} \quad \text{اگر محلول نهایی بازی باشد}$$

$$\text{pH}_{\text{نهایی}} = 14 + \log[\text{OH}^-]_{\text{نهایی}}$$

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] \quad \text{اگر محلول نهایی خنثی باشد}$$

$$\text{pH}_{\text{نهایی}} = 7 \quad (\text{در دمای } 25^\circ\text{C})$$

۴۰ محاسبه emf یا ولتاژ سلول گالوانی استاندارد: (شیمی دوازدهم فصل ۲)

$$E^\circ_{\text{سلول}} = \text{ولتاژ} = \text{emf} = E^\circ_{\text{کاتد}} - E^\circ_{\text{آند}}$$