درسنامه ۵

اسیدها و بازها ـ یونش

اسیدها و بازها

- هر روز در بخش‌های گوناگون زندگی افزون بر شوینده‌ها و پاک‌کننده‌ها، مقادیر متفاوتی از مواد شیمیایی گوناگون مصرف می‌شود که در اغلب آن‌ها اسیدها و بازها نقش مهمی دارند.
- عملکرد بدن ما به میزان مواد اسیدی و بازی موجود در آن وابسته است. اسیدهای خوراکی مزهٔ ترش و بازها، مزهٔ تلخ دارند.
- اسیدها با اغلب فلزها واکنش می‌دهند و در تماس با پوست، سوزش ایجاد می‌کنند. برای نمونه دلیل سوزش معده که درد شدیدی در ناحیهٔ سینه ایجاد می‌کند، برگشت مقداری از محتویات اسیدی معده به لولهٔ مری است.
- یاخته‌های دیوارهٔ معده با ورود مواد غذایی به آن، هیدروکلریک اسید (HCl) ترشح می‌کنند. این اسید افزون بر فعال کردن آنزیم‌ها برای تجزیهٔ مواد غذایی، جانداران ذره‌بینی موجود در غذا را نیز از بین می‌برد.
- بازها در سطح پوست همانند صابون، احساس لیزی ایجاد می‌کنند اما به آن نیز آسیب می‌رسانند.

نکته

اسیدها، کاغذ pH (تورنسل) را به رنگ قرمز و بازها، کاغذ pH (تورنسل) را به رنگ آبی در می‌آورند.

شکل زیر نمونه‌هایی از مواد اسیدی و بازی در زندگی را نشان می‌دهد.

آ) برای کاهش میزان اسیدی بودن خاک به آن آهک می‌افزایند.

ب) اغلب داروها ترکیب‌هایی با خاصیت اسیدی یا بازی هستند.

پ) تنظیم میزان اسیدی بودن شوینده‌ها ضروری است.

ت) زندگی بسیاری از آبزیان به میزان pH آب وابسته است.

ث) اغلب میوه‌ها دارای اسیدند و pH آن‌ها کم‌تر از ۷ است.

ج) ورود فاضلاب‌های صنعتی به محیط زیست سبب تغییر pH می‌شود.

- پیش از آن‌که ساختار اسیدها و بازها شناخته شود، شیمی‌دان‌ها افزون بر ویژگی‌های اسیدها و بازها، با برخی واکنش‌های آن‌ها آشنا بودند.

مدل آرنیوس

- سوانت آرنیوس نخستین کسی بود که اسیدها و بازها را بر یک مبنای علمی توصیف کرد.
- آرنیوس بر روی رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی کار می‌کرد. یافته‌های تجربی او نشان داد که محلول اسیدها و بازها، رسانای برق هستند، هر چند میزان رسانایی آن‌ها با یکدیگر یکسان نیست.

مدل آرنیوس بر اساس غلظت یون‌های هیدرونیوم $H^+(aq)$ و هیدروکسید $OH^-(aq)$ توصیف می‌شود.

اسید آرنیوس

ماده‌ای است که با حل شدن در آب، غلظت یون هیدرونیوم را افزایش می‌دهد.

گاز هیدروژن کلرید، یک اسید آرنیوس به حساب می‌آید چون در آب سبب افزایش غلظت یون هیدرونیوم می‌شود.

$$HCl(g) \xrightarrow{H_2O} H^+(aq) + Cl^-(aq)$$

نکته

هر چه $[H^+]$ در محلولی بیش‌تر باشد، آن محلول اسیدی‌تر است.

باز آرنیوس

ماده‌ای است که با حل شدن در آب، غلظت یون هیدروکسید را افزایش می‌دهد.

سدیم هیدروکسید جامد، یک باز آرنیوس به حساب می‌آید، چون در آب سبب افزایش غلظت یون هیدروکسید می‌شود.

۱) $NaOH(s) \xrightarrow{H_2O} Na^+(aq) + OH^-(aq)$

۲) $NH_4OH(aq) \rightleftharpoons NH_4^+(aq) + OH^-(aq)$

البته در نظر داشته باشید که آمونیاک در آب به طور عمده به شکل مولکولی حل می‌شود.

www.gajmarket.com

درسنامه ۵

نکته

۱- هر چه $[OH^-]$ در محلولی بیش‌تر باشد، آن محلول بازی‌تر است.
۲- اگر در یک سامانه، غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید با هم برابر باشد، آن سامانه حالت خنثی دارد.

یون $H^+(aq)$ در آب به شکل $H_3O^+(aq)$ یافت می‌شود و به یون هیدرونیوم معروف است. برای آسانی در نوشتن در منابع علمی به جای $H_3O^+(aq)$ از نماد $H^+(aq)$ برای نشان دادن یون هیدرونیوم استفاده می‌شود.

اکسیدهای اسیدی

اکسید نافلزهای محلول در آب، اسید آرنیوس به حساب می‌آیند چون ضمن حل شدن در آب، یون هیدرونیوم (H^+) تولید می‌کنند. لذا به آن‌ها اکسیدهای اسیدی گفته می‌شود.

اکسید نافلزها ⟸ اکسید اسیدی

$$CO_2(g) + H_2O(l) \rightarrow 2H^+(aq) + CO_3^{2-}(aq)$$
$$N_2O_5(g) + H_2O(l) \rightarrow 2H^+(aq) + 2NO_3^-(aq)$$

اکسیدهای بازی

اکسید فلزهای محلول در آب، باز آرنیوس به حساب می‌آیند چون ضمن حل شدن در آب، یون هیدروکسید (OH^-) تولید می‌کنند. لذا به آن‌ها اکسیدهای بازی گفته می‌شود.

اکسید فلزها ⟸ اکسید بازی

$$Na_2O(s) + H_2O(l) \rightarrow 2Na^+(aq) + 2OH^-(aq)$$
$$CaO(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca^{2+}(aq) + 2OH^-(aq)$$

نکته

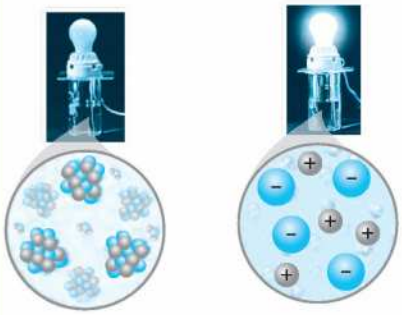
تنها اکسیدهای گروه اول $(Li_2O, Na_2O, K_2O, Rb_2O, Cs_2O)$ و برخی اکسیدهای گروه دوم (CaO, SrO, BaO) در آب انحلال‌پذیر بوده و می‌توانند باز تولید کنند.

توجه داشته باشید که با استفاده از این روش نمی‌توان میزان اسیدی یا بازی بودن یک محلول را به طور دقیق تعیین کرد.

رسانایی الکتریکی محلول‌ها و قدرت اسیدی

خوراکی‌ها، شوینده‌ها، داروها، مواد آرایشی و بهداشتی شامل مقادیر متفاوتی از یون هیدرونیوم هستند. غلظت این یون بر روی ماندگاری این مواد و در نتیجه سلامتی تأثیر شایانی دارد.

در فرایند تولید مواد گوناگون، اغلب تعیین و کنترل غلظت یون هیدرونیوم نقش مهمی دارد. برای نمونه شیر سالم با افزایش غلظت یون هیدرونیوم، ترش شده به طوری‌که دیگر قابل نوشیدن نیست.



فلزها و گرافیت (مغز مداد) رسانای جریان برق هستند. رسانایی الکتریکی آن‌ها به وسیلهٔ الکترون‌ها انجام می‌شود به همین خاطر به آن‌ها **رسانای الکترونی** می‌گویند.

در محلول‌های الکترولیت به دلیل وجود یون‌ها و حرکت آن‌ها، بارهای الکتریکی جابه‌جا می‌شوند، به طوری‌که اگر این محلول‌ها در یک مدار الکتریکی قرار گیرند با حرکت یون‌ها به سوی قطب‌های ناهمنام، جریان الکتریکی برقرار می‌شود. به همین خاطر به آن‌ها **رسانای یونی** می‌گویند. شکل مقابل مقایسهٔ رسانایی الکتریکی محلول‌های آبی سدیم کلرید و شکر را نشان می‌دهد.

همان‌طور که از شکل مشخص است لامپ حاوی محلول آبی سدیم کلرید روشن است به دلیل این‌که الکترولیت بوده و دارای یون است اما لامپ حاوی محلول شکر خاموش است، چون شکر غیرالکترولیت بوده و یون ندارد.

نکته

۱- رسانایی الکتریکی محلول‌های الکترولیت یکسان نیست. لذا اگر محلول الکترولیت‌های گوناگون در مدار قرار گیرند، روشنایی متفاوتی در لامپ ایجاد می‌شود.
۲- هر چه در شرایط یکسان شمار یون‌های موجود در محلول یا غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌ها در محلول بیش‌تر باشد، الکترولیت قوی‌تر بوده و رسانایی الکتریکی محلول بیش‌تر خواهد بود.
۳- اگر الکترولیت، هنگام انحلال در آب به طور کامل و یا عمده تفکیک شده و به یون‌های سازنده تبدیل شود، الکترولیت قوی است مانند HCl اما اگر به طور عمده به‌صورت مولکولی حل شده و تنها قسمت کوچکی از آن به یون‌های سازنده تبدیل شود الکترولیت ضعیف است مانند NH_3.
۴- ترکیباتی که به طور کامل به‌صورت مولکولی حل می‌شوند، غیرالکترولیت هستند مانند شکر و الکل‌ها.

www.gajmarket.com

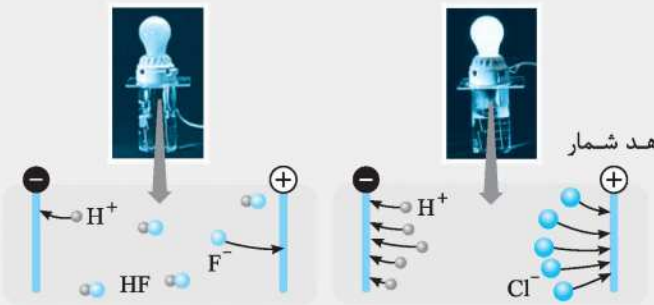
درسنامه ۵

مثال

شکل زیر رسانایی الکتریکی محلول‌های ۰/۱ مولار HCl و ۰/۱ مولار HF در دمای اتاق را نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید:

آ) رسانایی الکتریکی کدام محلول بیش‌تر است؟ چرا؟

ب) کدام محلول الکترولیت قوی‌تری است؟



پاسخ: آ) محلول HCl، چون لامپ پرنورتر است که نشان می‌دهد شمار یون‌های موجود در این محلول بیش‌تر است.

ب) محلول HCl، چون یون بیش‌تری دارد.

اسید تک پروتون‌دار

به اسیدی که هر مولکول آن در آب تنها می‌تواند یک یون هیدرونیوم تولید کند، اسید تک‌پروتون‌دار می‌گویند. مانند HCl و HF.

$$HCl(aq) \xrightarrow{H_2O} H^+(aq) + Cl^-(aq)$$

اسیدهای چند پروتون‌دار

به اسیدهایی که هر مولکول آن در آب می‌توانند دو یا سه یون هیدرونیوم تولید کنند، اسیدهای چند پروتون‌دار گفته می‌شود. مانند H_2S و H_3PO_4.

$$H_2S(aq) \xrightarrow{H_2O} 2H^+(aq) + S^{2-}$$

$$H_3PO_4(aq) \xrightarrow{H_2O} 3H^+(aq) + PO_4^{3-}$$

یونش

به فرایندی که در آن یک ترکیب مولکولی در آب به یون‌های مثبت و منفی تبدیل می‌شود، یونش گفته می‌شود. به طور مثال معادلهٔ یونش هیدروکلریک اسید در آب به‌صورت زیر است:

$$HCl(g) \xrightarrow{H_2O} H^+(aq) + Cl^-(aq)$$

شیمی‌دان‌ها برای بیان میزان یونش اسیدها، از کمیتی به نام درجهٔ یونش استفاده می‌کنند که به‌صورت زیر بیان می‌شود:

درجهٔ یونش (α)

به نسبت شمار مولکول‌های یونیده‌شده به شمار کل مولکول‌های حل‌شده، درجهٔ یونش گفته می‌شود که آن را با نماد آلفا (α) نشان می‌دهند.

$$\text{درجهٔ یونش} = \frac{\text{شمار مولکول‌های یونیده‌شده}}{\text{شمار کل مولکول‌های حل‌شده}}$$

توجه: در رابطهٔ درجهٔ یونش می‌توان به جای شمار مولکول‌ها، غلظت مولی گونه‌ها را قرار داد.

درصد یونش

اگر درجهٔ یونش در عدد ۱۰۰ ضرب شود، درصد یونش به‌دست می‌آید.

$$\alpha\% = \alpha \times 100 \quad \text{(درصد یونش)}$$

توجه: در منابع علمی معتبر، گاهی به جای درجهٔ یونش از درصد یونش استفاده می‌شود.

اسیدهای قوی و ضعیف

اسیدها را بر مبنای میزان یونشی که در آب دارند به دو دستهٔ قوی و ضعیف دسته‌بندی می‌کنند.

هر چه مولکول‌های اسید در آب بیش‌تر یونش یابند، یون‌های هیدرونیوم بیش‌تر تولید می‌شود و قدرت اسیدی محلول بیش‌تر می‌شود.

اسیدهای قوی

اسیدهای قوی بر اثر حل شدن در آب تقریباً به طور کامل یونش می‌یابند و درجهٔ یونش آن‌ها یک می‌باشد. ($\alpha \cong 1$)

اسیدهای قوی عبارتند از: HCl، HBr، HI، H_2SO_4، HNO_3 و $HClO_4$

اسیدهای ضعیف

اسیدهایی هستند که در آب به طور جزئی یونیده می‌شوند و شمار یون‌ها در محلول آن‌ها کم است لذا درجهٔ یونش آن‌ها کم‌تر از یک می‌باشد. ($\alpha < 1$)

به غیر از اسیدهای قوی ذکر شده، بقیهٔ اسیدها مانند HF، H_2CO_3 و H_3PO_4 اسید ضعیف هستند.

مثال

اگر در محلول یک اسید، از هزار مولکول حل‌شده، ۵۰ مولکول یونیده شود،

آ) درجهٔ یونش آن را حساب کنید؟ **ب) این اسید قوی است یا ضعیف؟ چرا؟**

پاسخ: آ)

$$\text{درجهٔ یونش} = \frac{\text{شمار مولکول‌های یونیده‌شده}}{\text{شمار کل مولکول‌های حل‌شده}} \Rightarrow \alpha = \frac{50}{1000} = 0/05$$

ب) اسید ضعیف است چون درجهٔ یونش آن کم‌تر از یک می‌باشد.

www.gajmarket.com

درسنامه ۵

مثال

اگر در محلول ۰/۲ مولار استیک اسید (CH_3COOH)، غلظت یون هیدرونیوم برابر با $2/7\times10^{-3}\ mol.L^{-1}$ باشد:

آ) معادلهٔ یونش استیک اسید را بنویسید. ب) درجهٔ یونش آن را حساب کنید. پ) درصد یونش آن را محاسبه کنید.

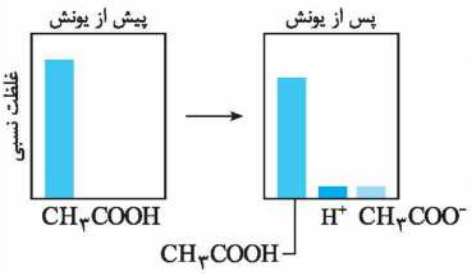
پاسخ: آ) $CH_3COOH \xrightarrow{H_2O} CH_3COO^-(aq) + H^+(aq)$

ب) توجه داشته باشید که مقدار مولکول‌های اسید یونیده‌شده برابر با مقدار یون هیدرونیوم تولیدشده است. $\alpha = \frac{2/7\times10^{-3}}{0/2} = 1/35\times10^{-2}$

پ) درصد یونش $= \alpha\times100 = 1/35\times10^{-2}\times100 = \%1/35$

در زندگی روزانه با انواع اسیدها سروکار داریم که برخی قوی و اغلب آن‌ها ضعیف هستند.

اسیدهای قوی را می‌توان محلولی شامل یون‌های آب‌پوشیده دانست، به طوری‌که در آن‌ها تقریباً مولکول‌های یونیده‌نشده یافت نمی‌شود. این در حالی است که در محلول اسیدهای ضعیف افزون بر اندک یون‌های آب‌پوشیده، مولکول‌های اسید نیز یافت می‌شوند.



برای نمونه، در محلول سرکه شمار ناچیزی از یون‌های آب‌پوشیده، هم زمان با شمار زیادی از مولکول‌های استیک اسید یونیده‌نشده حضور دارند و در شرایط معین، غلظت همهٔ گونه‌های موجود در محلول این اسید، همانند دیگر اسیدهای ضعیف ثابت است.

کربوکسیلیک اسیدها از جمله اسیدهای ضعیف هستند که تنها هیدروژن گروه کربوکسیل آن‌ها می‌تواند به‌صورت یون هیدرونیوم وارد محلول شود.

$CH_3COOH(aq) \xrightarrow{H_2O} CH_3COO^-(aq) + H^+(aq)$

اسیدهای موجود در سرکهٔ سیب، انگور، ریواس و مرکبات مانند پرتقال و لیمو از جمله اسیدهای خوراکی و ضعیف هستند.

سؤالات امتحانی

۴۵. عبارت‌های زیر را با انتخاب کلمه مناسب کامل کنید.

آ) اسیدها (ترش ـ تلخ) مزه هستند و با اغلب (فلزها ـ نافلزها) واکنش می‌دهند.

ب) غلظت یون (هیدروکسید ـ هیدرونیوم) بر روی ماندگاری خوراکی‌ها، شوینده‌ها و داروها تأثیر شایانی دارد.

پ) رسانایی الکتریکی محلول‌های الکترولیت یکسان (نیست ـ است).

ت) (اسید ـ باز) آرنیوس ماده‌ای است که با حل شدن در آب، غلظت یون (هیدروکسید ـ هیدرونیوم) را افزایش داده و کاغذ pH (تورنسل) را به رنگ قرمز در می‌آورد.

ث) اکسید (فلزها ـ نافلزها) در آب حل‌شده و محیط را (اسیدی ـ بازی) می‌کنند، به همین دلیل به آن‌ها اکسید بازی گفته می‌شود.

ج) SO_3 یک اکسید (فلز ـ نافلز) است و اکسید (اسیدی ـ بازی) نامیده می‌شود.

چ) محلول (آمونیاک ـ اتانول) الکترولیت ضعیفی است، چون به طور عمده به‌صورت (مولکولی ـ یونی) در آب حل می‌شود و تعداد یون در محلول آن (کم ـ زیاد) است. (هماهنگ کشوری)

ح) HF هنگام انحلال در آب به طور عمده به‌صورت (مولکولی ـ یونی) حل می‌شود. (هماهنگ کشوری)

خ) به فرایندی که در آن یک ترکیب مولکولی در آب به یون‌های مثبت و منفی تبدیل می‌شود (درجهٔ یونش ـ یونش) گفته می‌شود.

د) درجهٔ یونش اسیدهای (ضعیف ـ قوی) کم‌تر از یک می‌باشد.

ذ) اسیدهای (قوی ـ ضعیف) بر اثر حل شدن در آب به طور (جزئی ـ کامل) یونش می‌یابند و درجهٔ یونش آن (یک ـ صفر) می‌باشد.

ر) نیتریک اسید همانند اسیدهای $(HCl - HF)$ و $(H_2CO_3 - H_2SO_4)$ به طور کامل در آب یونیده می‌شود.

ز) در محلول اسیدهای (قوی ـ ضعیف) افزون بر اندک یون‌های آب‌پوشیده، مولکول‌های اسید نیز یافت می‌شوند.

۴۶. درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید. شکل درست یا دلیل نادرستی عبارت‌های نادرست را بنویسید.

آ) عملکرد بدن ما به میزان مواد اسیدی و بازی موجود در آن وابسته است.

ب) نخستین کسی که اسیدها و بازها را بر مبنای علمی توصیف کرد، لوویس نام داشت.

پ) یون $H^+(aq)$ در آب به‌صورت $H_3O^+(aq)$ یافت می‌شود که به یون پروتون معروف است.

ت) سدیم هیدروکسید یک باز آرنیوس محسوب می‌شود چون در آب سبب افزایش غلظت یون هیدرونیوم می‌شود.

ث) پتاسیم اکسید در آب حل شده و پتاسیم هیدروکسید تولید می‌کند لذا محیط را بازی کرده به همین دلیل به آن اکسید بازی گفته می‌شود.

ج) در محلول‌های الکترولیت به دلیل وجود اتم‌ها و حرکت آن‌ها به سمت قطب‌های ناهم‌نام جریان الکتریکی برقرار می‌شود.

www.gajmarket.com

چ) در شرایط یکسان دما و غلظت، رسانایی الکتریکی محلول HCl در آب، کم‌تر از HF در آب است. (هماهنگ کشوری)

ح) همهٔ اسیدها در آب به طور کامل یونیده می‌شوند. (هماهنگ کشوری)

خ) درجهٔ یونش برای اسیدهای قوی بزرگ‌تر از یک می‌باشد.

د) هر چه مولکول‌های اسید در آب بیش‌تر یونش یابند، یون‌های هیدرونیوم بیش‌تری تولید شده و قدرت اسیدی محلول بیش‌تر می‌شود.

ذ) همهٔ مولکول‌های هیدروژن فلوئورید و جزئی از مولکول‌های هیدروژن کلرید در آب یونیده می‌شوند.

ر) غلظت همهٔ گونه‌های موجود در محلول سرکه، همانند دیگر اسیدهای ضعیف ثابت است.

ز) کربوکسیلیک اسیدها از جمله اسیدهای ضعیف هستند که همهٔ هیدروژن‌های آن‌ها می‌توانند به‌صورت یون هیدرونیوم وارد محلول شوند.

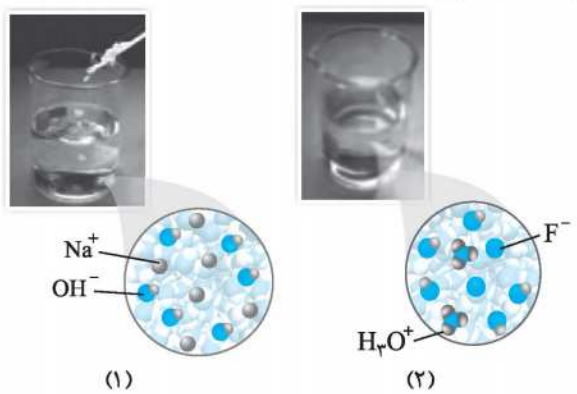
ژ) اغلب اسیدها و بازهای شناخته‌شده ضعیف هستند.

۴۷. هر یک از مفاهیم زیر را تعریف کنید.

آ) اسید آرنیوس ب) باز آرنیوس پ) اکسید اسیدی ت) اسید تک‌پروتون‌دار

ث) یونش ج) درجهٔ یونش چ) اسیدهای قوی

۴۸. با توجه به شکل مقابل به پرسش‌ها پاسخ دهید.



آ) کدام‌یک کاغذ pH (تورنسل) را به رنگ آبی در می‌آورد؟ چرا؟

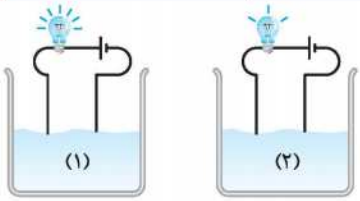
ب) رسانایی الکتریکی کدام محلول بیش‌تر است؟ چرا؟

پ) خاصیت اسیدی محلول (۲) چگونه است؟ چرا؟

۴۹. جدول زیر را کامل کنید.

نام ترکیب شیمیایی	فرمول شیمیایی	نوع اکسید		رنگ کاغذ pH در محلول
		بازی	اسیدی	
دی‌نیتروژن پنتا اکسید				
	K_2O			
	SO_3			
باریم اکسید				

۵۰. کدام‌یک از محلول‌های (۱) یا (۲) ممکن است محلول آبی HF باشد؟ چرا؟ (هماهنگ کشوری)



۵۱. به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

آ) چه زمانی یک محلول اسیدی‌تر می‌باشد؟ ب) چه زمانی یک سامانه حالت خنثی دارد؟

پ) چه زمانی شیر قابل نوشیدن نیست؟

۵۲. کاغذ pH بر اثر آغشته شدن به نمونه‌ای از یک محلول، به رنگ آبی درمی‌آید. هم‌چنین رسانایی الکتریکی این محلول در شرایط یکسان از محلول آبی سدیم کلرید کم‌تر است. این محلول محتوی کدام مادهٔ حل‌شونده می‌تواند باشد؟ چرا؟

CH_3OH ، KBr ، KOH ، HCOOH ، HCl ، NH_3

۵۳. واکنش انحلال هر یک از محلول‌های ذکرشده در آب را نوشته و اسید یا باز بودن هر یک را با ذکر دلیل مشخص کنید.

آ) HNO_3 ب) Na_2CO_3 پ) $NaHCO_3$

ت) HI ث) C_2H_5COOH

www.gajmarket.com

۵۴. **واکنش انواع پاک‌کننده‌های زیر را با آب نوشته و اسیدی یا بازی بودن آن‌ها را مشخص کنید.**

آ) صابون $RCOONa$

ب) پاک‌کنندهٔ غیرصابونی RSO_3Na

پ) سفیدکنندهٔ $NaClO$

۵۵. **دربارهٔ درجهٔ یونش به پرسش‌های داده‌شده پاسخ دهید:**

آ) رابطهٔ درجهٔ یونش را بنویسید.

ب) درجهٔ یونش با چه نمادی نشان داده می‌شود؟

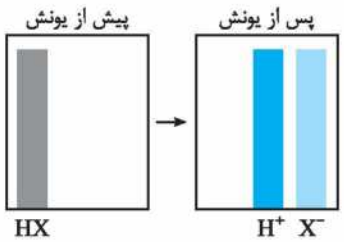
پ) منظور از درصد یونش چیست؟

ت) منظور از درجهٔ یونش ۰ و ۱ چه می‌باشد؟

ث) درجهٔ یونش اسیدهای ضعیف کدام است؟ $\alpha = 1$ یا $\alpha < 1$؟ چرا؟

۵۶. **با توجه به اسیدهای داده‌شده به پرسش‌ها پاسخ دهید.**

HCl ، HCN ، H_2SO_4 ، H_3PO_4

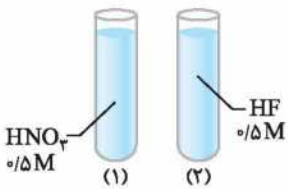


آ) اسیدهای تک‌پروتون‌دار را با ذکر دلیل مشخص کنید.

ب) معادلهٔ یونش اسیدهای تک‌پروتون‌دار را بنویسید.

پ) نمودار مقابل مربوط به کدام اسید تک‌پروتون‌دار است؟ چرا؟

۵۷. **با توجه به شکل پاسخ دهید.**

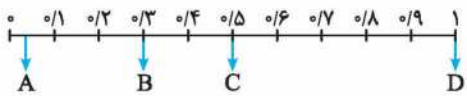


آ) غلظت یون هیدرونیوم در کدام لولهٔ آزمایش بیش‌تر است؟ چرا؟

ب) درجهٔ یونش کدام‌یک بیش‌تر است؟ چرا؟

پ) غلظت یون نیترات در ظرف (۱) چقدر است؟ چرا؟

۵۸. **نمودار زیر، درجهٔ یونش چند اسید با غلظت یکسان در دمای $25^\circ C$ را نشان می‌دهد. با توجه به نمودار، به پرسش‌ها پاسخ دهید:**



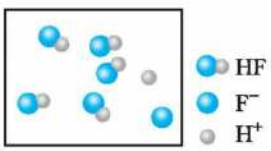
آ) کدام‌یک اسید قوی است؟ چرا؟

ب) کدام‌یک رسانایی بیش‌تری دارد؟ چرا؟

پ) قدرت اسیدی کدام‌یک کم‌تر است؟ چرا؟

۵۹. **اگر از هر ۱۰۰۰ مولکول استیک اسید، ۹۸۶ مولکول در محلول به‌صورت یونیده‌نشده باقی بماند، درجهٔ یونش و درصد یونش را برای این اسید محاسبه کنید.**

۶۰. **شکل مقابل مربوط به نمونه‌ای از محلول HF در دما و غلظت معین است. درجهٔ یونش و درصد یونش محلول HF را حساب کنید.**



۶۱. **اگر در یک لیتر محلول ۰/۱ مولار اسید ضعیف HA در دمای معین، ۰/۰۹۸ مول اسید به‌صورت مولکولی وجود داشته باشد، درصد یونش این اسید را در این دما حساب کنید.**

۶۲. **اگر در محلول ۰/۵ مولار HCN در دمای معین از انحلال هر ۵۰۰ مولکول، تعداد ۲۲ یون ایجاد شود، درصد یونش هیدروسیانیک اسید چقدر است؟**

۶۳. **شکل زیر واکنش فلز روی با دو محلول هیدروکلریک اسید و استیک اسید را نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌ها پاسخ دهید.**

آ) کدام ظرف نشان‌دهندهٔ واکنش روی با HCl است؟ چرا؟

ب) واکنش انجام‌شده را بنویسید.

پ) غلظت یون هیدرونیوم در کدام محلول بیش‌تر است؟ چرا؟

۶۴. **اگر درصد یونش هیدروسیانیک اسید $0/01 mol.L^{-1}$ در دمای اتاق برابر با ۱۵٪ باشد، غلظت یون هیدرونیوم را در این محلول حساب کنید.**

۶۵. **اگر درجهٔ یونش استیک اسید در دمای اتاق برابر با ۰/۰۴ باشد، غلظت استیک اسید یونیده نشده در محلول $0/2 mol.L^{-1}$ این اسید را حساب کنید.**

www.gajmarket.com

پاسخ‌های تشریحی

۴۵ آ) ترش ـ فلزها ب) هیدرونیوم پ) نیست
ت) اسید ـ هیدرونیوم ث) فلزها ـ بازی ج) نافلز ـ اسیدی
چ) آمونیاک ـ مولکولی ـ کم ح) مولکولی خ) یونش
د) ضعیف ذ) قوی ـ کامل ـ یک ر) HCl ـ H_2SO_4
ز) ضعیف

---

۴۶ آ) درست
ب) نادرست. نخستین کسی که اسیدها و بازها را بر مبنای علمی توصیف کرد **سوانت آرنیوس** نام داشت.
پ) نادرست. یون $H^+(aq)$ در آب به‌صورت $H_3O^+(aq)$ یافت می‌شود که به یون **هیدرونیوم** معروف است.
ت) نادرست. سدیم هیدروکسید یک باز آرنیوس محسوب می‌شود چون در آب سبب افزایش غلظت یون **هیدروکسید** می‌شود.
ث) درست
ج) نادرست. در محلول‌های الکترولیت به دلیل وجود یون‌ها و حرکت آن‌ها به سمت قطب‌های ناهم‌نام، جریان الکتریکی برقرار می‌شود.
چ) نادرست. در شرایط یکسان دما و غلظت، رسانایی الکتریکی محلول HCl در آب **بیش‌تر** از HF در آب است.
ح) نادرست. اسیدهای ضعیف در آب به طور **جزئی** یونیده می‌شوند.
خ) نادرست. درجهٔ یونش برای اسیدهای قوی **برابر** با یک می‌باشد.
د) درست
ذ) نادرست. **جزئی** از مولکول‌های هیدروژن فلوئورید و **همهٔ** مولکول‌های هیدروژن کلرید در آب یونیده می‌شوند.
ر) درست
ز) نادرست. کربوکسیلیک اسیدها از جمله اسیدهای ضعیف هستند که تنها **هیدروژن گروه کربوکسیل** آن‌ها می‌توانند به‌صورت یون هیدرونیوم وارد محلول شود.
ژ) درست

---

۴۷ آ) **اسید آرنیوس:** ماده‌ای است که با حل شدن در آب، غلظت یون هیدرونیوم را افزایش می‌دهد.
ب) **باز آرنیوس:** ماده‌ای است که با حل شدن در آب، غلظت یون هیدروکسید را افزایش می‌دهد.
پ) **اکسید اسیدی:** به اکسید نافلزهای محلول در آب که ضمن حل شدن، یون هیدرونیوم تولید می‌کنند اکسید اسیدی گفته می‌شود.
ت) **اسید تک‌پروتون‌دار:** به اسیدی که هر مولکول آن در آب تنها می‌تواند یک یون هیدرونیوم تولید کند گفته می‌شود.
ث) **یونش:** به فرایندی که در آن یک ترکیب مولکولی در آب به یون‌های مثبت و منفی تبدیل می‌شود، یونش گفته می‌شود.
ج) **درجهٔ یونش:** به نسبت شمار مولکول‌های یونیده‌شده به شمار کل مولکول‌های حل‌شده، درجهٔ یونش گفته می‌شود.
چ) **اسیدهای قوی:** به اسیدهایی که بر اثر حل شدن در آب تقریباً به طور کامل یونش می‌یابند اسیدهای قوی گفته می‌شود.

۴۸ آ) محلول (۱)، چون یک محلول بازی است لذا کاغذ pH (تورنسل) را به رنگ آبی درمی‌آورد.
ب) محلول (۱)، چون یون‌های بیش‌تری در محیط وجود دارد.
پ) محلول (۲)، خاصیت اسیدی کمی دارد چون در این محلول غلظت یون هیدرونیوم کم است.

۴۹

نام ترکیب شیمیایی	فرمول شیمیایی	نوع اکسید: بازی	نوع اکسید: اسیدی	رنگ کاغذ pH در محلول
دی‌نیتروژن پنتااکسید	N_2O_5		✓	قرمز
پتاسیم اکسید	K_2O	✓		آبی
گوگرد تری‌اکسید	SO_3		✓	قرمز
باریم اکسید	BaO	✓		آبی

---

۵۰ محلول (۲)، چون شمار یون‌های موجود در این محلول کم است لذا رسانایی کمی دارد و روشنایی لامپ کم می‌باشد.

---

۵۱ آ) هر چه غلظت یون هیدرونیوم در محلولی بیش‌تر باشد، آن محلول اسیدی‌تر می‌باشد.
ب) اگر در یک سامانه، غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید با هم برابر باشد، آن سامانه حالت خنثی دارد.
پ) هنگامی که غلظت یون هیدرونیوم افزایش یابد، شیر ترش شده و قابل نوشیدن نیست.

---

۵۲ NH_3، چون کاغذ pH (تورنسل) را به رنگ آبی درآورده پس باید یک باز باشد لذا NH_3 یا KOH می‌تواند باشد و چون رسانایی الکتریکی آن کم‌تر از $NaCl$ است، پس باید یون‌های کم‌تری در آب تولید کرده باشد، لذا NH_3 می‌باشد.

---

۵۳ آ) $HNO_3(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + NO_3^-(aq)$

ب) $Na_2CO_3(aq) + H_2O(l) \rightarrow OH^-(aq) + Na^+(aq) + HCO_3^-(aq)$

پ) $NaHCO_3(aq) + H_2O(l) \rightarrow OH^-(aq) + Na^+(aq) + H_2CO_3(aq)$

ت) $HI(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + I^-(aq)$

ث) $C_2H_5COOH(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3O^+(aq) + C_2H_5COO^-(aq)$

گزینه‌های (آ)، (ت) و (ث) اسید هستند، چون در آب، یون هیدرونیوم آزاد کردند اما گزینه‌های (ب) و (پ) باز هستند چون یون هیدروکسید در آب افزایش پیدا کرده است.

www.gajmarket.com

۵۴

آ) محلول بازی $RCOONa + H_2O \rightarrow RCOOH + Na^+ + \underline{OH^-}$

ب) محلول بازی $RSO_3Na + H_2O \rightarrow RSO_3H + Na^+ + \underline{OH^-}$

پ) محلول بازی $NaClO + H_2O \rightarrow HClO + Na^+ + \underline{OH^-}$

هر سه ماده در آب، یون هیدروکسید آزاد می‌کنند لذا بازی هستند.

۵۵

آ) $\text{درجهٔ یونش} = \frac{\text{شمار مولکول‌های یونیده‌شده}}{\text{شمار کل مولکول‌های حل‌شده}}$

ب) آلفا (α)

پ) اگر درجهٔ یونش در عدد ۱۰۰ ضرب شود، درصد یونش به‌دست می‌آید.

$\text{درصد یونش} = \alpha \times 100$

ت) درجهٔ یونش صفر به این معنی است که هیچ یک از مولکول‌های حل‌شده یونیده نشده است. درجهٔ یونش یک به این معنی است که همهٔ مولکول‌های حل‌شده، یونیده شده‌اند.

ث) $\alpha < 1$، چون این اسیدها به طور جزئی یونیده می‌شوند لذا درجهٔ یونش آن‌ها کم‌تر از یک می‌باشد.

---

۵۶ آ) HCl و HCN چون هنگام حل شدن در آب تنها یک یون هیدرونیوم تولید می‌کنند.

ب) $HCl(aq) \xrightarrow{H_2O} H^+(aq) + Cl^-(aq)$

$HCN(aq) \xrightarrow{H_2O} H^+(aq) + CN^-(aq)$

پ) HCl، چون یک اسید قوی است و به طور کامل یونیده می‌شود.

---

۵۷ آ) لولهٔ (۱)، چون HNO_3 اسید قوی است و به طور کامل یونیده می‌شود اما HF اسید ضعیف است و به طور جزئی یونیده می‌شود، لذا غلظت یون هیدرونیوم در لولهٔ (۱) بیش‌تر می‌باشد.

ب) HNO_3، چون اسیدی قوی است و درجهٔ یونش آن یک می‌باشد.

پ) $0/5 \frac{mol}{L}$، چون HNO_3 به‌صورت کامل یونیده شده و مقدار برابر یون هیدرونیوم و یون نیترات تولید می‌کند.

$HNO_3(aq) \xrightarrow{H_2O} H^+(aq) + NO_3^-$

---

۵۸ آ) D، چون درجهٔ یونش آن ۱ است که نشان می‌دهد به طور کامل یونیده شده پس اسید قوی است.

ب) D، چون به طور کامل یونیده شده و در شرایط یکسان یون‌های بیش‌تری دارد.

پ) A، چون درجهٔ یونش کم‌تری دارد.

۵۹

$\text{تعداد مولکول‌های یونیده‌نشده} = \text{تعداد کل مولکول‌های حل‌شده} - \text{تعداد مولکول‌های یونیده‌شده}$

$= 1000 - 986 = 14$

$\text{درجهٔ یونش} = \frac{\text{شمار مولکول‌های یونیده‌شده}}{\text{شمار کل مولکول‌های حل‌شده}} = \frac{14}{1000} = 0/014$

$\text{درصد یونش} = 0/014 \times 100 = \%1/4$

---

۶۰ شکل نشان می‌دهد که از هر ۶ مولکول HF یک مولکول به F^- و H^+ یونیده شده است، پس داریم:

$\alpha = \frac{1}{6} = 0/166$

$\%\alpha = 0/166 \times 100 = \%16/6$

۶۱

$\text{غلظت مولی (M)} = \frac{\text{مول حل‌شونده (n)}}{\text{حجم محلول به لیتر (l)}} \Rightarrow 0/1 = \frac{n}{1}$

$\Rightarrow n = 0/1$ تعداد کل مول‌های حل‌شده

تعداد کل مول‌های حل‌شده = تعداد مول‌های یونیده‌شده

تعداد مول‌های یونیده‌نشده = $0/1 - 0/098 = 0/002\,mol$

$\alpha = \frac{0/002}{0/1} = 0/02$

$\%\alpha = \alpha \times 100 = 0/02 \times 100 = \%2$

---

۶۲ $HCN(aq) \xrightarrow{H_2O} H^+(aq) + CN^-(aq)$

از یونش هر مولکول HCN، دو یون H^+ و CN^- تولید می‌شود لذا برای تولید ۲۲ یون، ۱۱ مولکول HCN یونیده می‌شود.

$\text{درصد یونش} = \frac{\text{شمار مولکول‌های یونیده‌شده}}{\text{شمار کل مولکول‌های حل‌شده}} \times 100 = \frac{11}{500} \times 100 = \%2/2$

---

۶۳ آ) ظرف (۱)، چون گاز هیدروژن بیش‌تری تولید شده که نشان می‌دهد که اسید قوی‌تری بوده و واکنش‌پذیری بیش‌تری دارد.

ب) $HCl + Zn \rightarrow ZnCl_2 + H_2$

پ) محلول (۱)، چون اسید قوی‌تری است.

۶۴

$\%\alpha = \frac{[H_3O^+]}{[HCN]} \times 100 \Rightarrow 15 = \frac{[H_3O^+]}{0/01} \times 100$

$[H_3O^+] = 0/0015\,mol.L^{-1}$

۶۵

$\alpha = \frac{\text{غلظت استیک اسید یونیده‌شده}}{\text{غلظت کل استیک اسید حل‌شده}}$

$\Rightarrow 0/04 = \frac{\text{غلظت استیک اسید یونیده‌شده}}{0/2\,mol.L^{-1}}$

$\Rightarrow$ غلظت استیک اسید یونیده‌شده $= 0/04 \times 0/2 = 0/008\,mol.L^{-1}$

$\text{غلظت کل استیک اسید} = \text{غلظت استیک اسید یونیده‌شده} + \text{غلظت استیک اسید یونیده‌نشده}$

$\Rightarrow$ غلظت استیک اسید یونیده‌نشده $= 0/2 - 0/008 = 0/192\,mol.L^{-1}$

www.gajmarket.com

درسنامه ۶

واکنش‌های برگشت‌پذیر و برگشت‌ناپذیر

واکنش‌های شیمیایی به دو دستهٔ واکنش‌های برگشت‌ناپذیر (یک طرفه) و برگشت‌پذیر (دو طرفه) دسته‌بندی می‌شوند.

واکنش‌های برگشت‌ناپذیر

واکنش‌هایی هستند که تنها در جهت رفت (تبدیل واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها) انجام می‌شوند و در جهت برگشت انجام نمی‌شوند، مانند سوختن هیدروکربن‌ها و پختن غذا.

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

نکته

۱ـ به واکنش‌های برگشت‌ناپذیر، واکنش‌های کامل نیز گفته می‌شود چون تا مصرف کامل حداقل یکی از واکنش‌دهنده‌ها پیش می‌رود.
۲ـ در واکنش‌های برگشت‌ناپذیر نماد $\rightarrow$ به کار می‌رود.

واکنش‌های برگشت‌پذیر

واکنش‌هایی هستند که هم در جهت رفت و هم در جهت برگشت انجام می‌شوند. در این واکنش‌ها همهٔ واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها تبدیل نمی‌شوند، بلکه در شرایط معین مقدار آن‌ها در سامانه ثابت خواهد ماند گویی این واکنش‌ها تا حدی پیش می‌روند و پس از آن، مقدار فراورده‌ها دیگر تغییر نخواهد کرد. حضور هم‌زمان واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها در مخلوط واکنش را می‌توان نشانه‌ای از برگشت‌پذیر بودن واکنش‌ها دانست.
بیش‌تر واکنش‌های شیمیایی مانند تبدیل اکسیژن به اوزون در استراتوسفر و شارژ باتری گوشی همراه برگشت‌پذیر می‌باشند.

$$3O_2(g) \rightleftharpoons 2O_3(g)$$

نکته

۱ـ در واکنش‌های برگشت‌پذیر نماد $\rightleftharpoons$ به کار می‌رود.
۲ـ در واکنش‌های برگشت‌پذیر، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت یکسان نیست و بستگی به مقدار واکنش‌دهنده‌ها، فراورده‌ها و نوع واکنش دارد.

مثال

واکنش تولید گوگرد تری‌اکسید از گوگرد دی‌اکسید یک واکنش برگشت‌پذیر بوده و به‌صورت زیر می‌باشد.

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$$

آ) اگر درون ظرف دربسته فقط گازهای O_2 و SO_2 وجود داشته باشد چه اتفاقی می‌افتد؟
ب) اگر درون ظرف دربستهٔ دیگری فقط گاز SO_3 وجود داشته باشد چه اتفاقی می‌افتد؟

پاسخ: آ) گازهای SO_2 و O_2 با یکدیگر به سرعت واکنش می‌دهند، لذا واکنش رفت با سرعت زیاد انجام می‌شود.
ب) گاز SO_3 به سرعت به گازهای SO_2 و O_2 تبدیل می‌شود، لذا واکنش برگشت با سرعت زیاد انجام می‌شود.

در واکنش‌های برگشت‌پذیر در شرایط مناسب سرانجام لحظه‌ای فرا می‌رسد که غلظت واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها ثابت می‌ماند که در این زمان، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت با هم برابر می‌شود. زیرا هر مقداری از فراورده‌ها یا واکنش‌دهنده‌ها که در واحد زمان تولید می‌شود، هم‌زمان همان مقدار از آن‌ها مصرف می‌شود. در شیمی به چنین سامانه‌هایی، **سامانهٔ تعادلی** گفته می‌شود.

واکنش‌های تعادلی

اگر در یک واکنش برگشت‌پذیر، در شرایط مناسب سرعت واکنش‌های رفت و برگشت برابر شود، به آن، واکنش تعادلی گفته می‌شود.

$$A + B \underset{R_2}{\overset{R_1}{\rightleftharpoons}} C + D \qquad R_1 = R_2$$

واکنش‌های رفت و برگشت در سامانه‌های تعادلی به طور پیوسته و با سرعت برابر انجام می‌شوند و به همین دلیل مقدار مواد شرکت‌کننده در سامانه ثابت می‌ماند.

نکته

۱- یکی از شرط‌های برقراری تعادل این است که واکنش در ظرف در بسته انجام شود.
۲- در لحظهٔ تعادل، واکنش‌های رفت و برگشت هم‌زمان و با سرعت یکسان انجام می‌شوند.
۳- غلظت مواد شرکت‌کننده در تعادل ثابت است.
۴- در لحظهٔ تعادل، سرعت مصرف هر ماده با سرعت تولید آن ماده برابر است.

ثابت تعادل (K)

برای یک واکنش تعادلی در دمای معین، نسبت حاصل‌ضرب غلظت فراورده‌ها به توان ضریب استوکیومتری آن‌ها، به حاصل‌ضرب غلظت واکنش‌دهنده‌ها به توان ضریب استوکیومتری آن‌ها همواره مقدار ثابتی است. این مقدار ثابت را ثابت تعادل (K) می‌گویند.

www.gajmarket.com

درسنامه ۶

در تعادل فرضی مقابل، عبارت ثابت تعادل به‌صورت زیر نوشته می‌شود:

$$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD \qquad K = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$$

نکته

۱- مقدار ثابت تعادل (K) تنها تابع دما است و در دمای ثابت، مقداری ثابت است.

۲- مقدار K نشان‌دهندهٔ مقدار پیشرفت واکنش است. هر چه مقدار K بزرگ باشد، یعنی مقدار فراورده‌ها بیش‌تر است و بالعکس هر چه مقدار K کوچک باشد، یعنی درصد کمی از واکنش‌دهنده‌ها به فراورده تبدیل شده‌اند.

۳- در رابطهٔ ثابت تعادل، فقط غلظت مواد گازی و محلول نوشته می‌شود.

۴- غلظت مواد جامد (s) و مایع (l) ثابت است، لذا در عبارت ثابت تعادل، از نوشتن غلظت مواد جامع و مایع خالص صرف‌نظر می‌کنیم.

مثال

عبارت ثابت تعادل (K) را برای هر یک از تعادل‌های داده‌شده بنویسید.

آ) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ ب) $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$

پاسخ: آ) $K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$

ب) چون غلظت مواد جامد ثابت است لذا در عبارت ثابت تعادل، $CaCO_3$ و CaO نوشته نمی‌شوند. $K = [CO_2]$

یکای ثابت تعادل

یکای ثابت تعادل برای همهٔ واکنش‌ها یکسان نیست. برای تعیین یکای ثابت تعادل، در رابطهٔ K به جای غلظت مولی هر ماده، یکای آن یعنی $mol.L^{-1}$ را نوشته، سپس یکاها را ساده کرده تا یکای K به‌دست آید.

مثال

یکای ثابت تعادل واکنش‌های تعادلی زیر را به‌دست آورید.

آ) $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ ب) $2HF(g) \rightleftharpoons H_2(g) + F_2(g)$

پاسخ: آ) $K = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]} = \frac{(mol.L^{-1})^2}{(mol.L^{-1})^2(mol.L^{-1})} = mol^{-1}.L$

ب) $K = \frac{[H_2][F_2]}{[HF]^2} = \frac{(mol.L^{-1})(mol.L^{-1})}{(mol.L^{-1})^2} = 1$ یکا ندارد.

نکته

با کمک رابطهٔ زیر می‌توانیم یکای ثابت تعادل را به راحتی به‌دست آوریم.

یکای K $= (mol.L^{-1})^{\text{مجموع توان‌های مخرج - مجموع توان‌های صورت}}$

به عنوان نمونه، برای تعیین یکای واکنش تعادلی $2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$ داریم:

$$K = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2[O_2]} \qquad \text{یکای } K = (mol.L^{-1})^{2-3} = (mol.L^{-1})^{-1} = mol^{-1}.L$$

سؤالات امتحانی

۶۶. عبارت‌های زیر را با انتخاب کلمهٔ مناسب کامل کنید.

آ) به واکنش‌هایی که هم در جهت رفت و هم در جهت برگشت انجام می‌شوند، واکنش‌های (برگشت‌ناپذیر - برگشت‌پذیر) یا (کامل - دوطرفه) گفته می‌شود.

ب) واکنش‌های برگشت (پذیر - ناپذیر) را با نماد $\rightarrow$ نشان می‌دهند.

پ) در واکنش‌های برگشت‌پذیر، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت یکسان (است - نیست) و به مقدار واکنش‌دهنده‌ها، فراورده‌ها و نوع واکنش بستگی دارد.

ت) اگر در واکنش تولید گاز گوگرد تری‌اکسید از گاز گوگرد دی‌اکسید و اکسیژن در ابتدا فقط گاز SO_3 وجود داشته باشد، واکنش (رفت - برگشت) با سرعت زیادی انجام می‌شود.

ث) یکی از شرط‌های برقراری تعادل، انجام واکنش در ظرف (باز - بسته) می‌باشد.

ج) در لحظهٔ تعادل، سرعت واکنش‌های رفت و برگشت(یکسان - متفاوت) بوده و غلظت مواد شرکت‌کننده در تعادل (یکسان - ثابت) است.

چ) یکای ثابت تعادل برای همهٔ واکنش‌ها یکسان (است - نیست).

ح) در رابطهٔ ثابت تعادل، غلظت مواد (گازی - جامد) و (مایع - محلول) نوشته می‌شود.

www.gajmarket.com

۶۷. درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را مشخص کنید. شکل درست یا دلیل نادرستی عبارت‌های نادرست را بنویسید.

آ) به واکنش‌های برگشت‌پذیر، واکنش‌های کامل نیز گفته می‌شود.

ب) بیش‌تر واکنش‌های شیمیایی برگشت‌پذیر هستند.

پ) در اغلب واکنش‌های برگشت‌پذیر، واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها تبدیل شده و فراورده‌ها به واکنش‌دهنده‌ها تبدیل می‌شوند.

ت) در یک واکنش برگشت‌پذیر، شرط برقراری تعادل برابر شدن غلظت واکنش‌دهنده‌ها با غلظت فراورده‌ها است.

ث) در تعادل‌های شیمیایی، هر دو واکنش رفت و برگشت هم‌زمان و با سرعت یکسان انجام می‌شود.

ج) هنگامی می‌توان از عبارت ثابت تعادل استفاده نمود که واکنش برگشت‌پذیر به تعادل رسیده باشد.

چ) در رابطهٔ ثابت تعادل فقط غلظت موادی گازی نوشته می‌شود و از نوشتن غلظت مواد جامد، مایع و محلول صرف‌نظر می‌کنیم.

۶۸. فرایندهای برگشت‌پذیر را در موارد زیر مشخص کنید.

آ) سوختن گاز متان

ب) حل شدن مقدار زیادی CO_2 در آب

پ) تبدیل اکسیژن به اوزون در استراتوسفر

ت) پختن غذا

۶۹. یک ظرف پلمپ‌شده که شامل گاز N_2O_4 بی‌رنگ است را از فریزر خارج کرده و در محیط آزمایشگاه قرار می‌دهیم. با توجه به آن به پرسش‌های زیر پاسخ دهید. (راهنمایی: گاز NO_2 قهوه‌ای رنگ است.)

آ) چرا پس از مدتی رنگ آن قهوه‌ای می‌شود؟

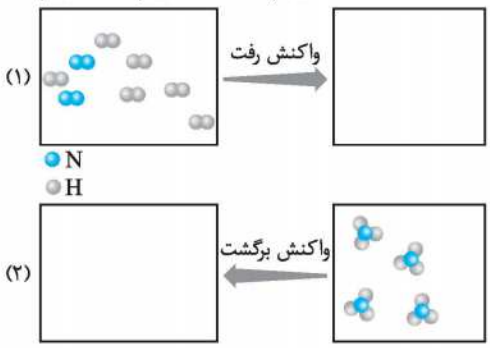
ب) اگر همین ظرف را درون فریزر قرار دهیم چه اتفاقی می‌افتد؟

پ) این واکنش برگشت‌پذیر است یا ناپذیر؟ چرا؟

ت) واکنش‌های انجام‌شده را بنویسید.

۷۰. واکنش زیر واکنشی برگشت‌پذیر است. با توجه به آن و شکل‌های داده‌شده به پرسش‌ها پاسخ دهید.

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

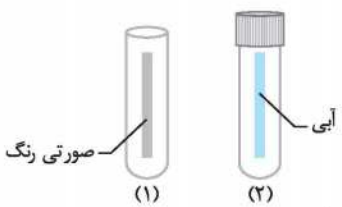


آ) شکل‌های داده‌شده را کامل کنید.

ب) در کدام شکل سرعت واکنش برگشت بیش‌تر است؟

پ) با انجام واکنش‌های رفت و برگشت درون ظرف، سرانجام چه اتفاقی می‌افتد؟

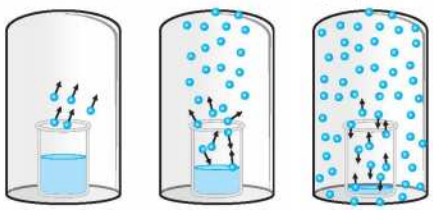
۷۱. کاغذ آغشته به محلول کبالت (II) کلرید ۶ آبه ($CoCl_2.6H_2O$) صورتی رنگ را پس از خشک کردن در دو لولهٔ آزمایش قرار می‌دهیم. یک لوله را از هوا تخلیه کرده و در آن را می‌بندیم. با توجه به شکل‌ها به پرسش‌های داده‌شده پاسخ دهید.



آ) معادلهٔ فرایند انجام‌شده را بنویسید.

ب) آیا واکنش آب‌گیری از $CoCl_2.6H_2O$ برگشت‌پذیر است؟ چرا؟

۷۲. شکل‌های زیر تبخیر آب در ظرف سربسته را نشان می‌دهد. با توجه به آن به پرسش‌های داده شده پاسخ دهید:



آ) در کدام شکل (ها) سرعت تبخیر بیش‌تر از سرعت میعان است؟

ب) در کدام شکل، واکنش به تعادل رسیده است؟ چرا؟

پ) آیا برای برابر شدن سرعت تبخیر و میعان، وجود درپوش شیشه‌ای لازم است؟

ت) واکنش تعادلی ایجادشده را بنویسید.

۷۳. به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

آ) منظور از واکنش تعادلی چیست؟ ب) تعادل در چه شرایطی برقرار می‌شود؟

پ) در لحظهٔ تعادل، سرعت و غلظت مواد شرکت‌کننده در واکنش چگونه است؟

۷۴. عبارت ثابت تعادل را برای هر یک از واکنش‌های زیر بنویسید. در ضمن با توجه به ثابت تعادل واکنش(آ)، ثابت تعادل دو واکنش دیگر را حساب کنید. (دما در واکنش‌ها یکسان است.) (هماهنگ کشوری)

آ) $N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$; $K = 0/25$

ب) $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$; $K' = ?$

پ) $2N_2O_4(g) \rightleftharpoons 4NO_2$; $K'' = ?$

www.gajmarket.com

۷۵. **با توجه به معادله‌های واکنش داده‌شده، پاسخ دهید:** (هماهنگ کشوری)

۱) $H_2S(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + HS^-(aq)$; $K_1 = 1\times10^{-7}$

۲) $HS^-(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + S^{2-}(aq)$; $K_2 = \dots$

۳) $H_2S(aq) + 2H_2O(l) \rightleftharpoons 2H_3O^+(aq) + S^{2-}(aq)$; $K_3 = 1/3\times10^{-12}$

آ) چه رابطه‌ای میان واکنش‌های (۱) و (۲) با واکنش (۳) وجود دارد؟

ب) مقدار عددی K_2 را محاسبه کنید.

۷۶. **برای سامانهٔ تعادلی داده‌شده عبارت ثابت تعادل را نوشته و یکای آن را به‌دست آورید.** (هماهنگ کشوری)

$$CoCl_4^{2-}(aq) + 6H_2O(l) \rightleftharpoons Co(H_2O)_6^{2+}(aq) + 4Cl^-(aq)$$

۷۷. **در عبارت ثابت تعادل کدام‌یک از واکنش‌های زیر:** (هماهنگ کشوری)

۱) $4CO(g) \rightleftharpoons 2C(s) + 2CO_2(g)$

۲) $CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$

۳) $C(s) + 2N_2O(g) \rightleftharpoons 2N_2(g) + CO_2(g)$

۴) $Fe(s) + CO_2(g) \rightleftharpoons FeO(s) + CO(g)$

آ) غلظت تعادلی CO_2 در مخرج کسر قرار می‌گیرد؟

ب) غلظت تعادلی CO_2 به توان بیش از یک می‌رسد؟

پ) فقط غلظت تعادلی CO_2 وجود دارد؟

ت) ثابت تعادل، یکا ندارد؟

۷۸. **برای یک تعادل شیمیایی گازی،** $K = \dfrac{[CS_2][H_2]^4}{[H_2S]^2[CH_4]}$ **است.** (هماهنگ کشوری)

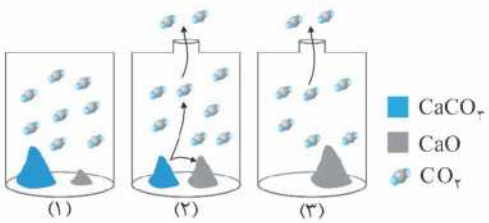
آ) معادلهٔ واکنش تعادلی را بنویسید.

ب) یکای ثابت تعادل را تعیین کنید.

۷۹. **در صنعت، از گرما دادن به کلسیم کربنات جامد در کوره‌ای با دمای حدود $827^\circ C$ کلسیم‌اکسید جامد را به‌دست می‌آورند.**

$$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g) \quad ; \quad K = 10^{-2}\,mol.L^{-1}$$

با توجه به شکل‌ها به پرسش‌های مطرح‌شده پاسخ دهید.



آ) در کدام شکل، تعادل برقرار شده است؟

ب) در کدام شکل، تعادل در حال جابه‌جا شدن به سمت تولید کلسیم اکسید است؟

پ) در کدام شکل، واکنش کامل شده است؟ چرا؟

ت) با توجه به این شکل‌ها، چه روشی برای کامل کردن واکنش‌های تعادلی پیشنهاد می‌کنید؟

پاسخ‌های تشریحی

۶۶ آ) برگشت‌پذیر ـ دو طرفه ب) ناپذیر

پ) نیست ت) برگشت

ث) بسته ج) یکسان ـ ثابت

چ) نیست ح) گازی ـ محلول

---

۶۷ آ) نادرست. به واکنش‌های **برگشت‌ناپذیر**، واکنش‌های کامل نیز گفته می‌شود.

ب) درست

پ) نادرست. در **همهٔ** واکنش‌های برگشت‌پذیر، واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها تبدیل شده و فراورده‌ها به واکنش‌دهنده‌ها تبدیل می‌شوند.

ت) نادرست. در یک واکنش برگشت‌پذیر، شرط برقراری تعادل، برابر شدن **سرعت** واکنش‌های رفت و برگشت می‌باشد.

ث) درست

ج) درست

چ) نادرست. در رابطهٔ ثابت تعادل فقط غلظت مواد **گازی** و **محلول** نوشته می‌شود و از نوشتن غلظت مواد جامد و مایع خالص صرف‌نظر می‌کنیم.

---

۶۸ فقط فرایندهای (ب) و (پ) برگشت‌پذیر هستند.

---

۶۹ آ) چون گاز N_2O_4 در دمای اتاق به گاز NO_2 که قهوه‌ای است تبدیل می‌شود.

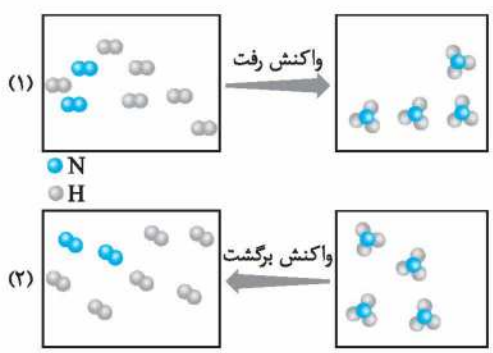
ب) ظرف دوباره بی‌رنگ می‌شود؛ چون گاز NO_2 دوباره به گاز N_2O_4 تبدیل می‌شود.

پ) برگشت پذیر، چون یک واکنش دو طرفه است، در دمای اتاق N_2O_4 به NO_2 تبدیل می‌شود و در دمای پایین NO_2 به N_2O_4 تبدیل می‌شود.

ت) $\underset{\text{بی‌رنگ}}{N_2O_4} \rightleftharpoons \underset{\text{قهوه‌ای}}{2NO_2}$

۷۰

آ)



www.gajmarket.com