

انحلال پذیری گازها در آب

افسر عزیز اده عظیمی
عضو هیئت علمی دانشگاه خوارزمی

اشاره

در آزمایشی که ارائه می‌شود دو هدف به این شرح مورد نظر است:
۱) مقایسه انحلال پذیری دو گاز کربن دی‌اکسید و اکسیژن در آب و تعیین چگالی CO_2
۲) تعیین مقدار گرم گاز CO_2 در ۱۰۰g نوشابه و مقایسه این مقدار با استانداردها.
این آزمایش به کمک ابزار ساده و موادی در دسترس در زمانی کوتاه و در شرایط اتاق انجام می‌گیرد و نتایج آن با دو استاندارد ISIRI و Anton Paar مقایسه می‌شود.

مقدمه

انحلال پذیری گازها در آب به دما و فشار بستگی دارد. هر چه دما بالاتر رود انحلال پذیری گاز در آب کم می شود. اثر فشار بر انحلال پذیری گازها برعکس اثر دماست. یعنی افزایش فشار انحلال گاز را در آب افزایش می دهد. در بخش اندازه گیری مقدار گرم کربن دی اکسید موجود در نوشابه، از پتاس استفاده می شود. پتاس عامل جذب CO_2 است پس مقدار پتاس مصرف شده به تعیین مقدار CO_2 کمک می کند. در ادامه، چگالی CO_2 به این ترتیب به دست می آید:

$$d = \frac{m}{V} \quad (1)$$

که در آن m ، مقدار CO_2 جذب شده توسط پتاس بر حسب گرم است. V ، حجم گاز CO_2 در شرایط استاندارد است. برای تعیین m ، چنین داریم:

$$m = m_2 - m_1$$

$$m_1 = \text{جرم پتاس}$$

$$m_2 = \text{جرم کربن دی اکسید} + \text{جرم پتاس}$$



محاسبه حجم CO_2 به این ترتیب انجام می گیرد:

$$V = \frac{22.4 \text{ L}}{44 \text{ g/mol } CO_2} * \text{مقدار } CO_2 \text{ جذب شده بر حسب گرم}$$

با قرار دادن m و V در رابطه (۱)، چگالی گاز CO_2 به دست می آید. در شرایط استاندارد، چگالی CO_2 به این قرار است: $d = 1.96 \text{ g/L}$. درصد خطای مقدار d به دست آمده از راه آزمایش به این ترتیب قابل اندازه گیری است.

گفتنی است مقدار انحراف معیار استاندارد انحلال گاز کربن دی اکسید، تا 0.005 حجم یا گرم نوشابه است. در اینجا چگالی نوشابه همان چگالی آب در نظر گرفته می شود. مقدار انحراف استاندارد گاز اکسیژن تا $\pm 2 \text{ ppb}$ در همان نوشابه است. با مقایسه انحلال پذیری این دو گاز مشخص خواهد شد که انحلال پذیری CO_2 حدود 1000 برابر اکسیژن در آب است.

کلیدواژه ها: انحلال پذیری، نوشابه گازدار

مواد و وسایل مورد نیاز

ارلن خلاً به حجم 500 mL با درپوش پلاستیکی، لوله لاستیکی و لوله شیشه ای هم قطر آن، بشر 500 mL ، شیشه ساعت به قطر دهانه بشر 2 عدد، استوانه مدرج 50 mL ، ترازو، دو بطری کوچک نوشابه سیاه، آب مقطر، پتاس حبه ای 5 g .

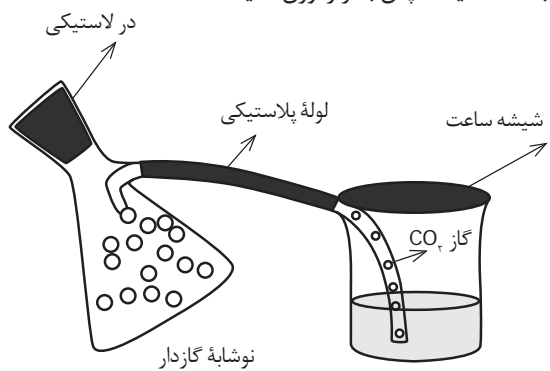
روش کار

توجه به این نکته ضروری است که پتاس به سرعت، آب جذب می کند. بنابراین مراحل اندازه گیری این ماده باید به سرعت انجام گیرد تا درصد خطای آزمایش کاهش یابد. توصیه می شود مدت زمان کار با پتاس - از هنگام توزین تا پایان جذب CO_2 توسط آن - یادداشت شود.

۱. لوله لاستیکی را به لوله جانبی ارلن وصل کنید. لوله شیشه ای را در سر دیگر لوله لاستیکی بگذارید.

۲. روی یک شیشه ساعت، 5 g پتاس را به دقت وزن کنید.

۳. پتاس وزن شده را در بشر بریزید و با استوانه مدرج، 50 mL آب مقطر به آن بیفزایید. مخلوط را هم بزنید تا محلولی یکنواخت به دست آید. سپس بشر را وزن کنید.



جرم بشر + جرم پتاس + جرم آب مقطر = M_1

۴. نوشابه را در حال بسته وزن کنید و جرم آن را تا دو رقم اعشار یادداشت کنید.

جرم بطری نوشابه گازدار (در بسته) = m_1

۵. ارلن خلاً را با یک دست نگه دارید. لوله شیشه ای متصل به آن را در بشر محتوی محلول پتاس بگذارید و با یک شیشه ساعت دهانه بشر را ببوشانید.

۶. نوشابه را به سرعت در ارلن بریزید و درپوش آن را بگذارید. دقت کنید که تنها گاز CO_2 از راه لوله وارد بشر شود و آب، آن را همراهی نکند.

۷. زمان لازم برای خالی کردن نوشابه در ارلن و بستن در آن را یادداشت کنید. (t_1)

۸. شیشه ساعت روی بشر را بردارید و بشر را دوباره وزن کنید (M_2). اکنون این واکنش در بشر انجام گرفته است:



مقدار کربن دی اکسید جذب شده در پتاس (g) = $M_2 - M_1$

۹. وزن بطری خالی نوشابه را تا دو رقم اعشار به دست آورید. (m_2)

جرم نوشابه گازدار (g) = $m_2 - m_1$

شماره آزمایش	جرم بطری حاوی نوشابه گازدار (m_1) g	جرم نوشابه گازدار ($m_1 - m_2$)g	M_1 (g)	M_2 (g)	$M_2 - M_1$
۱					

۲	حجم گاز CO_2 در شرایط استاندارد (L)	چگالی گاز CO_2 $d = g/L$	۳	انحلال پذیری گاز CO_2 در $25^\circ C$ (بر حسب ppb)	انحلال پذیری گاز O_2 در $25^\circ C$ (بر حسب ppb)	انحلال پذیری CO_2 در آب
		$d = \frac{M_2 - M_1}{V}$			انحلال پذیری O_2 در آب	



جدول ۱

۴	مقدار گرم CO_2 در ۱۰۰g نوشابه	$\frac{M_2 - M_1}{m_1 - m_2} \times 100$

به ویژه ماهی‌ها می‌شود؟
 ۴. آیا برای جلوگیری از پراکنده شدن گازهای گلخانه‌ای مانند CO_2 پیشنهادی دارید؟
 ۵. آ- اگر چگالی CO_2 در شرایط استاندارد $1/96 \text{ g/L}$ باشد، درصد خطای این آزمایش را به دست آورید.
 ب- پس از تعیین درصد خطا، صحت انجام آزمایش را تعیین کنید. اگر اختلاف زیاد است آزمایش را دوباره انجام دهید.

نتیجه‌گیری

دانش‌آموزان به کمک این آزمایش به چند نکته مهم پی می‌برند: انحلال پذیری CO_2 را در آب نسبت به انحلال پذیری اکسیژن در شرایط یکسان به دست می‌آورند؛ با پیکاهای گرم درصد CO_2 100 g/L ، 100 mg/L ، و 100 ppb آشنا می‌شود؛ به اثر افزایش گاز CO_2 به صورت باران اسیدی یا از راه پساب‌های صنعتی پی می‌برند؛ در می‌یابند که برای گاز CO_2 در نوشابه‌های گازدار مقداری مجاز در نظر گرفته می‌شود.

چنان‌که در آغاز اشاره شد انحلال پذیری CO_2 در آب حدود ۱۰۰۰ برابر اکسیژن است. پس CO_2 که از راه باران اسیدی و پساب‌های صنعتی وارد محیط زیست آبریزان می‌شود می‌تواند جانشین گاز O_2 در آب شود و از این راه زندگی آبریزان را به خطر بیندازد.

بنا به استاندارد ملی ایران^۱، مقدار مجاز گاز CO_2 در نوشابه‌های کولا ۰/۵ تا ۰/۷ گرم درصد گرم نوشابه تعیین شده است. پس مقدار گرم درصد گاز CO_2 که در یک بطری نوشابه حل شده است از راه این آزمایش به دست می‌آید و می‌توان آن را با دو استاندارد یادشده مقایسه کرد.

* پی‌نوشت

1. Institute of Standard and Industrial Research of Iran (ISIRI)

* منابع

- علیزاده عظیمی، افسر؛ جبل عاملی، مهین؛ سردشتی، لیدا، آزمایش‌های شیمی دبیرستانی به روش نیمه میکرو، چاپ و نشر مبتکران، ۱۳۹۲.
- شیمی سال اول دبیرستان (شیمی برای زندگی)، شورا تألیف گروه شیمی دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتاب‌های درسی، ۱۳۸۵.

۱۰. داده‌های به دست آمده را در جدول ۱ یادداشت کنید.
۱۱. دمای اتاق را یادداشت کنید.

محاسبه انحلال پذیری O_2/CO_2 در آب

شرکت آنتون پار مقدار استاندارد گاز کربن دی‌اکسید را در نوشابه‌های مختلف در دما و فشار ثابت تا ۰/۰۰۵ حجم یا وزن نوشابه گزارش کرده است. این مقدار برای گاز اکسیژن در همان شرایط ($9 \pm 10 \text{ ppb}$) گزارش شده است. مقدار گاز CO_2 را بر حسب میلی گرم به دست آورید؟ مقدار CO_2 بر حسب میلی گرم = $1000 \times (\text{مقدار } CO_2 \text{ در آب})$ جذب شده

مقدار درصد گاز CO_2 را در ۰/۵ درصد نوشابه به دست آورید. سپس این مقدار را بر حسب ppb بیان کنید:

$$100 \times \frac{CO_2}{O_2} = 5 \times 10^3 = \text{مقدار } CO_2 \text{ بر حسب } ppb$$

نوشابه ۱۰۰g

$$2 = \text{مقدار } O_2 \text{ بر حسب } ppb$$

$$\frac{CO_2}{O_2} = \frac{5 \times 10^3}{2} = 250 \times 10^2$$

نسبت انحلال پذیری دو گاز

$$100 \times \frac{(M_2 - M_1) \text{ g } CO_2}{m_1 - m_2} = \text{مقدار } CO_2 \text{ در } 100 \text{ g نوشابه}$$

پرسش‌ها

۱. مقدار CO_2 را بر حسب گرم برای ۱۰۰g نوشابه به دست آورید و با مقدار استاندارد مقایسه کنید.
۲. با مقایسه نسبت انحلال پذیری گاز کربن دی‌اکسید به گاز اکسیژن چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟
۳. چرا ورود گاز کربن دی‌اکسید به آب باعث نابودی آبریزان،