مقاله پژوهشی

پژوهش در آموزش شیمی، سال سوم، شماره دوم، صفحات ۱-۱۸

پژوهش در آموزش شیمی

http://chemedu.cfu.ac.ir

طراحی واحد آموزشی برای آموزش موضوع pH و تعیین میزان اسیدیتهٔ مواد شیمیایی

مطهره خاکی [۱*]، عاطفه همایی مقدم [۲]

[۱و۲] دانشجوی کارشناسی گروه شیمی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران

چکیده

علم شیمی مانند اکثر علوم حالت انتزاعی دارد. به همان اندازه که محتوا در یادگیری موثر است، روش نیز بر آن تاثیر می‌گذارد. کار عملی و آزمایش شرط لازم برای درک مطالب و مفاهیم علمی است، ولی کافی نیست. انتظار می‌رود تا دانش‌آموز در کلاس درس با تفکر علمی و تجارب یادگیری درگیر شود تا خود مکانی برای آزمایش‌کردن و بروز خلاقیت به شمار آید. این امکان زمانی محقق می‌شود که دانش‌آموز درگیر گفتگوی کلاسی و تدریس باشد. براساس تحقیقات انجام شده، دانش‌آموزان در شیمی متوسطه بویژه موضوع اسیدها، بازها و pHبه خاطر نداشتن درک عمیق از مفاهیم اتم‌ها، مولکول‌ها، یون‌ها و واکنش‌های شیمیایی با چالش روبرو هستند. بعلاوه هدف برنامه جدید آموزش علوم تبدیل دانش‌آموزان به یادگیران مادام‌العمر است. برای این منظور علاوه بر اطلاعات و انگیزه کافی به روش مناسب برای یادگیری نیز نیاز است. پژوهش حاضر تلاش کرده است تا طراحی نوینی از مبحث pH و تعیین میزان اسیدیته مواد شیمیاییِ کتاب شیمی دوازدهم ارائه دهد. به این امید که معلمان و دانشجومعلمان با ایده گرفتن از آن، از روش‌های سنتی فاصله گرفته و تدریسی خلاقانه‌تر را در کلاس ارائه دهند و با پرورش درست دانش‌آموزان، به متفکران این جامعه بیفزایند.

کلیدواژه‌ها: یادگیری، طراحی آموزشی، شیمی دوازدهم، pH، تعیین اسیدیته.

* نویسنده مسئول: (✉ khaki.moti1397@gmail.com)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۴/۱۳

مقدّمه

درس شیمی یکی از حوزه‌های پرکاربرد علوم تجربی می‌باشد که در بخش‌های مختلف پزشکی، کشاورزی، صنعت، انرژی و محیط‌زیست از اهمّیّت زیادی برخودار است، لذا یادگیری فعال و پویا در این درس می‌تواند نقش بسزایی در خلاقیت و نوآوری دانش‌آموزان ایرانی داشته باشد (محمدابراهیم-زاده سپاسگزار، ۱۳۹۲). از سوی دیگر بر اساس نظر ستیگل و گبان[۱](۲۰۰۵) دانش شیمی به حیات، فرهنگ و کیفیت زندگی انسان کمک می‌کند، بنابراین کاربرد شیوهٔ تدریس قابل درک و مؤثر برای آن ضروری است. با توجه به یافته‌های شوارتز[۲]و همکارانش (۲۰۰۵) درمی‌یابیم که سواد شیمی در چهار سطح محتوا، زمینه، مهارت‌ها و نگرش‌ها تعریف شده‌اند. از لحاظ محتوا علم شیمی مجموعه‌ای از دانش بشری را شامل می‌شود که تلاش می‌کند، تا پدیده‌های شیمیایی قابل مشاهده را در قالب ساختار مولکولی مواد و از طریق زبان تخصصی ویژهٔ علم شیمی توضیح دهد. علم شیمی علاوه بر بررسی پویایی فرایندها و واکنش‌های شیمیایی، تغییرات انرژی را نیز در آن‌ها بررسی می‌کند. دانووان و نخله[۳](۲۰۰۱) معتقدند که اهمّیّت روزافزون علم شیمی در زندگی انسان‌ها، سبب شده است تا آموزش مناسب و اثربخش آن به ویژه در برنامهٔ درسی مدارس، به عنوان یکی از حوزه‌های فعال علوم تجربی از اهمّیّت به سزایی برخوردار گردد. از نظر آنان با ورود به قرن ۲۱ عوامل مختلفی، شیوه‌های یاددهی و یادگیری علم شیمی را تحت تأثیر قرار داده است.

اوزکاوا[۴](۲۰۰۲) در پژوهش خود این‌چنین نقل می‌کند که به دلیل حالت انتزاعی علم شیمی، بیشتر دانش‌آموزان از مطالب برداشت نادرستی دارند و در بسیاری از موضوع‌های شیمی دچار مشکل می‌شوند. بعضی از مباحثی که بیشتر مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، عبارتند از: تعادل شیمیایی، اسید و باز، پیوند شیمیایی، شیمی هسته‌ای، اوربیتال اتمی و هیبریداسیون، محلول بافر، محلول‌ها و اجزایشان، خواص کولیگاتیو، ترموشیمی و الکتروشیمی.

یافته‌های تحقیق نخله (۱۹۹۴) نشان می‌دهد که دانش‌آموزان در شیمی دبیرستان در موضوع اسیدها، بازها و pH با چالش مواجه هستند؛ زیرا درک قوی از مفاهیم عمیق اتم‌ها، مولکول‌ها، یون‌ها و واکنش‌های شیمیایی به دانش‌آموز بسیار بستگی دارد.

---

[۱] Steele and Gabon
[۲] Schwartz
[۳] Danwan and Nakhla
[۴] Ozkawa

در برنامهٔ درسی ملی برای رسیدن به آرمان‌ها و اهداف آن، آمده است که یادگیرنده در محور تمامی فعالیت‌های یادگیری قرار می‌گیرد و آموختن روش و مسیر کسب علم، آگاهی و توانایی یکی از اهداف اصلی آموزش محسوب می‌شود. این امر در مسیری رشدیابنده و تعالی‌جو، زمینه‌ساز پرورش انواع تفکر می‌شود و در ادامه، در صورت عنایت خاص آموزشگران، نیل به خودیادگیری، ژرف‌اندیشی و تعالی‌جویی در متربیان را میسر می‌سازد. ایجاد ارتباط بین آموزه‌های علمی و زندگی واقعی و مرتبط ساختن محتوای یادگیری با کاربردهای احتمالی آن به معنادار شدن یادگیری و کسب علم مفید، سودمند و هدف‌دار برای متربیان منجر می‌شود. این امر به پرورش انسان‌هایی مسئولیّت‌پذیر، متفکر و خلاق مدد می‌رساند (حذرخانی، ۱۳۹۹).

از سوی دیگر با وجود تلاش‌های بسیار دبیران، دانش‌آموزان قادر به درک نظریه‌های بنیادی ارائه شده در کلاس نیستند. بنابراین مجهز شدن بـه تکنیک و روش‌های جدید آموزشی برای همگام شدن با پیشرفت علوم، لازم و ضـروری است. در برنامه جدید آمـوزش علوم، هدف تبدیل دانش‌آموزان به یادگیرندگان مادام‌العمر است و برای محقق شدن ایـن امر سه شرط لازم است: اطلاعات کافی، انگیزهٔ یادگیری و راهبرد و روش یادگیری (ستیگل وگبان، ۲۰۰۵).

در راستای مطالعات انجام شده، پژوهش حاضر به طراحی آموزشی مبحث pH، مقیاسی برای تعیین میزان اسیدی بودن، در صفحه ۲۴ شیمی دوازدهم پرداخته است. از آنجایی که مهم‌ترین و شاخص‌ترین فلسفه آموزش شیمی در ایران و سایر کشورهای توسعه یافته، ارتقای سطح سواد علمی است (راهنمای برنامه درسی شیمی، ۱۳۹۷)؛ در این مقاله سعی شده است تا محتوای آموزشی pH و روش تعیین خصلت اسیدی و بازی، به کمک روش تدریس فعال و با توجه به کتاب درسی به نگارش درآید، تا معلمان و دانشجومعلمان با ایده گرفتن از آن، تدریسی خلاقانه‌تر و شیواتر را در کلاس ارائه دهند و بتوانند بین آنچه در کلاس درس تدریس می‌شود و آنچه دانش‌آموز در محیط زندگی با آن مواجه است، ارتباط تنگاتنگی برقرار کنند و نیز با پرورش درست دانش‌آموزان، به متفکران این جامعه بیفزایند.

روش پژوهش

پژوهش حاضر حاصل تحقیق تئوری-توصیفی است و طراحی محتوی برای دانش‌آموزان پایهٔ دوازدهم و معلمانی که در این پایه مشغول به تدریس هستند، در زمینهٔ pH و تعیین میزان اسیدی یا بازی بودن مواد انجام شده است.

برای یادگیری آسان‌تر و کاهش مشکلات دانش‌آموزان، طراحی آموزشی جدیدی را برای مبحث pH، مقیاسی برای تعیین میزان اسیدیته مواد شیمیایی در «شیمی دوازدهم، فصل یک، صفحات ۲۴ الی ۲۹» در این پژوهش ارائه کرده‌ایم.

پیش از ارائه محتوا، فراگیران باید مطالب زیر را به‌عنوان پیش‌دانسته آموخته باشند و در ابتدا نیز ارزیابی از پیش‌دانسته‌های آن‌ها به‌صورت شفاهی یا کتبی، انجام شود تا درصورت نیاز مشکلات برطرف گردد.

نتایج و بحث

اهداف کلی این مبحث عبارتند از:

۱) تفاوت قدرت اسیدی و میزان اسیدی بودن محیط را تبیین کنند.

۲) مفهوم pH و رابطهٔ ریاضی مربوط به آن را توضیح دهند و گسترهٔ pH را تبیین نمایند.

۳) محاسبات کمی مربوط به غلظت یون هیدرونیوم، میزان اسیدی بودن محیط و pH را برای محلول‌های گوناگون انجام دهند.

مطالبی که ارتباط طولی با این مبحث دارند، عبارتند از :

تشخیص اسیدی و بازی بودن مواد

تشخیص یون هیدرونیوم

پیش‌دانسته‌های ضروری که برای یادگیری این بحث الزامی است، عبارتند از:

محاسبات ریاضی مانند: لگاریتم

فرمول‌نویسی (شیمی دهم)

ساختارمولکول‌ها (شیمی هشتم)

شناخت یون (شیمی نهم)

آشنایی با محلول‌ها (شیمی هفتم)

ایده کلیدی مبحث حاضر عبارت است از:

تعیین میزان اسیدی مواد شیمیایی و نقش آن در زندگی

نقش pH و قدرت اسیدی مواد شیمیایی در زندگی

تعیین میزان اسیدی مواد شیمیایی و تأثیر آن در تشخیص مواد

ستیگل و گبان (۲۰۰۵) معتقدند یکی از عواملی که باعث افت کیفیت تدریس دبیران در مدارس می‌شود، نبود آگاهی و تسلط کافی بر مباحث تدریس‌شده است. به همین منظور در چند بخش به صورت جداگانه مفاهیم اساسی، حقایق و اطلاعات جزئی موضوع پژوهش را ذکر می‌نماییم.

مفاهیم اساسی که دانش‌آموزان در این مبحث با آن روبرو خواهند شد، عبارتند از:

کمیت pH، گسترهٔ تغییر pH، محلول خنثی، pH سنج (دیجیتال)، کاغذ pH، تغییر رنگ کاغذ pH.

حقایق و اطلاعات جزئی که در این صفحات از کتاب با آن مواجه خواهیم بود:

۱) کاغذ pH و تغییر رنگ آن معیاری برای تشخیص اسیدی یا بازی بودن محلول‌هاست.

۲) رنگی که کاغذ pH درون محلول به خود می‌گیرد، نشان‌دهندهٔ pH تقریبی آن است.

۳) شیمی‌دان‌ها کمیت pH را با تابع لگاریتم بصورت زیر بیان می‌کنند :

$pH=-\log[H^+]$

۴) شیر ترش‌شده به علت خاصیت اسیدی، $pH<7$ دارد.

۵) برای پرهیز از بیان غلظت‌های کم و بسیار کم یون هیدرونیوم می‌توان از کمیت pH استفاده کرد.

۶) کمیت pH برای محلول‌های آبی در دمای اتاق با اعدادی در گسترهٔ ۰تا ۱۴ بیان می‌شود.

۷) یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که آب و تمام محلول‌های آبی، محتوی یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید هستند.

۸) کاغذ pH در برخی محلول‌ها و آب خالص، تغییر رنگ نمی‌دهد، رفتاری که تأیید می‌کند که غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید در این محلول‌ها با هم برابر است.

۹) محلول‌هایی که کاغذ pH در آن تغییر رنگ نمی‌دهد، محلول‌های خنثی نامیده می‌شوند.

۱۰) آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد. این ویژگی بیانگر وجود مقدار بسیار کمی از یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید است.

۱۱) هر اندازه غلظت یکی از یون‌های هیدرونیوم یا هیدروکسید در محلولی بیشتر شود، به همان نسبت از دیگری کاسته خواهد شد، تا حاصل‌ضرب غلظت این یون‌ها در دمای اتاق برابر $۱۰^{-۱۴}$ شود.

۱۲) بازهای معروفی مانند سود سوزآور و پتاس سوزآور بسیار قوی هستند به طوری که مواد خورنده به شمار می‌آیند.

۱۳) در محلول‌های آبی بازها، غلظت هیدرونیوم از غلظت هیدروکسید بیش‌تر است ($[H^+]=[OH^-]$) پس pH این مواد در دمای اتاق در محدودهٔ ۷ تا ۱۴ است.

۱۴) بدیهی است که هرچه غلظت یون هیدروکسید موجود در محلول آبی بازها بیشتر باشد، pH بزرگ‌تر و به ۱۴ نزدیک‌تر است.

۱۵) بازها کاربرد گسترده‌ای در زندگی روزانه دارند که از جملهٔ آن‌ها می‌توان به شیشه پاک‌کن و لوله بازکن اشاره کرد.

۱۶) آمونیاک از جمله بازهای ضعیف است؛ به طوری که در محلول آن افزون بر مقدار کمی از یون‌های آب پوشیده، شمار بسیاری از مولکول‌های آمونیاک نیز یافت می‌شود.

۱۷) pH محلول بازی حاوی سدیم هیدروکسید ۱۳/۴ است.

۱۸) pH محلول بازی حاوی آمونیاک ۱۰/۷ است.

۱۹) آمونیاک به دلیل تشکیل پیوندهای هیدروژنی در آب به طور عمده به شکل مولکولی حل می‌شود و می‌توان برای آن فرمول $NH_4OH_{(aq)}$ را در نظر گرفت.

۲۰) pH نمونه‌ای از آب دریا ۱۰/۵۲ و نیتریک اسید ۳/۷ است.

۲۱) حاصل ضرب غلظت یون هیدرونیوم و هیدروکسید موجود در آب در دمای اتاق، برابر با 10^{-14} است.

برای آموزش بهتر، علاوه برتسلط کافی بر مباحث، شایسته است که یک دسته بندی از مهارت‌های اساسی (ذهنی و عملی) مبحث مورد تدریس را در نظر داشته باشیم؛ تا خلاقیت لازم را برای بیان روابط درس در کلاس پرورش دهیم. به همین منظور مهارت‌های اساسی به تفکیک ذهنی و عملی در ذیل ذکر شده است:

الف) مهارت ذهنی

۱) رابطهٔ بین غلظت $[H^+]$ و pH

۲) رابطهٔ بین غلظت $[OH^-]$ و pH

۳) استفاده از تابع لگاریتمی برای به دست آوردن pH و غلظت $[H^+]$

۴) رابطهٔ بین رسانایی الکتریکی و pH

۵) رابطهٔ بین قدرت اسیدی و بازی و pH

۶) بررسی تغییر رنگ کاغذ pH و ارتباط آن با قدرت اسیدی یا بازی مواد

۷) رابطهٔ بین غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید در آب خالص در دمای اتاق و یافتن pH آب خالص در دمای اتاق.

ب) مهارت عملی

۱) ساخت یک جدول به ترتیب عدد pH از مواد داده شده به دانش‌آموز و توانایی تفکیک آن براساس قدرت اسیدی و بازی

۲) طبقه‌بندی مواد داده شده براساس غلظت $[H^+]$ یا $[OH^-]$ و عدد pH و رسانایی الکتریکی

اهداف رفتاری مورد انتظار از دانش‌آموزان در پایان تدریس نیز به شرح ذیل است:

۱) دانش‌آموز بتواند کمیت pH را تعریف کند و گسترهٔ pH در دمای اتاق را بشناسد.

۲) دانش‌آموز بتواند گسترهٔ pH در دمای اتاق را هم برای مواد اسیدی و هم بازی بیان کند.

۳) دانش‌آموز بتواند بیان کند که در اسیدهای قوی یا ضعیف، pH به چه عددی نزدیک‌تر است.

۴) دانش‌آموز بتواند بیان کند که در بازهای قوی یا ضعیف، pH به چه عددی نزدیک‌تر است.

۵) دانش‌آموز بتواند رابطهٔ بین غلظت $[OH^-]$ و pH را بیان کند.

۶) دانش‌آموز بتواند رابطهٔ بین غلظت $[H^+]$ و pH را بیان کند.

۷) دانش‌آموز بتواند با استفاده از تابع لگاریتمی، عدد pH را شناسایی کند.

۸) دانش‌آموز بتواند رابطهٔ بین pH و رسانایی الکتریکی را هم در اسیدها و هم در بازها شناسایی کند.

۹) دانش‌آموز بتواند رابطهٔ بین قدرت اسیدی و بازی و pH را بیان کند.

۱۰) دانش‌آموز بتواند مفهوم محلول خنثی را تعریف نماید.

۱۱) دانش‌آموز بتواند به کمک کاغذ pH، رنگ محلول را شناسایی کند و به قدرت اسیدی یا بازی بودن آن پی ببرد.

۱۲) دانش‌آموز بتواند غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید را در دمای اتاق برای آب خالص حساب کند.

پیامد مورد انتظار:

دانش‌آموز بتواند چند اسید و بازی را که در محیط زیست و زندگی روزمره خود با آن‌ها سروکار دارد، نام ببرد و pH آن‌ها را دریابد و نقش و واکنش آنها را در صنعت، پزشکی و داروسازی، کشاورزی و ... بررسی نماید و سپس اسید و بازهای نام برده شده را با توجه به pH به دست آمده، بر اساس قدرت اسیدی یا بازی و رسانایی الکتریکی طبقه‌بندی کند و در نهایت گزارشی از آن را در کلاس ارائه دهد.

از دانش‌آموزان انتظار می‌رود که در پایان تدریس بتوانند به پرسش‌های زیر پاسخ دهند:

۱) چگونه می‌توان میزان قدرت اسیدی یا بازی را به زبان ریاضی و کمی بیان کرد؟

۲) گستره pH در دمای اتاق چه عددی است و در چه صورت قابل تغییر است؟

۳) رابطهٔ میان pH و رسانایی الکتریکی و قدرت اسیدی و بازی چگونه است؟

راهبرد تدریس:

روش‌های تدریس در امر یادگیری نقش کلیدی دارد (حسینی‌مهر و همکاران، ۱۳۹۸)؛ بنابراین نظام آموزشی باید به فراگیران روش‌های تفکّر و انجام کارهایشان را به طور مستقل آموزش دهد و آن‌ها را افرادی خلّاق، مبتکر و خودتنظیم بار آورد (رنج‌دوست و عیوضی، ۲۰۱۳).

با نگاهی به نظام آموزشی ایران، روش های سنّتی به ویژه روش سخنرانی و حفظ و تکرار مطالب، سبب جریان روح انفعال در نظام تعلیم و تربیت شده و در نتیجه اندیشه و کنجکاوی، به راحتی جای خود را به انفعالی و بی‌ارادگی و تمایل به تقلید از دیگران داده و احتیاط جای پرسشگری و گوش‌دادن، جایگزین فکرکردن شده است(صلیبی و همکاران، ۲۰۱۵). در سیستم آموزشی کشور؛ غالباً دو نوع روش آموزشی دیده می‌شود: روش آموزشی مستقیم و غیرمستقیم. روش آموزش مستقیم، راهبردی معلّم‌محور است که بیشترین کاربرد را در تدریس دارد و در آن مهارت‌ها، اطّلاعات، قوانین یا شیوهٔ عمل و ترتیب فعّالیت‌ها، مستقیماً از معلّم به فراگیران منتقل می‌شود. در مقایسه با آموزش مستقیم و معلّم‌محور، آموزش غیرمستقیم عمدتاً شاگردمحور است، هرچند این دو راهبرد مکمل و متمّم یکدیگرند؛ آموزش غیرمستقیم، بیش از هدف‌های محتوایی یا آموزشی کوتاه‌مدّت، به سبک‌های یادگیری درازمدّت و رشد شخصیّت فردی تأکید دارد. معلّم در آموزش غیرمستقیم، دنیا را از دریچهٔ دید فراگیر نگریسته و با استفاده از تفسیرهای بازتابی، نقش یک آسانگر و قرینه‌ساز همچون آینه را ایفاء می‌کند(حسینی‌مهر و همکاران، ۱۳۹۸). آموزش غیرمستقیم به دنبال مشارکت و مداخله جدّی و سطح بالای شاگردان در مشاهده، تحقیق، استنباط، فرضیه دادن، مسأله‌گشایی و تولید دانش جدید است. این روش مستلزم استدلال قیاسی و استقرایی، استفاده از مثال‌ها و غیرمثال‌ها، تجربه و ورزیدگی، روحیهٔ پرسشگری، بحث گروهی و خودارزیابی از سوی شاگردان است(اسدزاده، ۲۰۱۷).

در این مقاله بر روش تدریس غیرمستقیم تأکید شده و در جهت ارائه محتوای آموزشی، از این روش استفاده شده است:

ابتدا دانش‌آموزان را به گروه‌های ۴ نفره تقسیم می‌کنیم (در هر گروه، چند دانش‌آموز ممتاز قرار می‌گیرد). سپس پرسش‌های مورد نظر، با برگه‌ای در اختیار آنان قرار می‌گیرد تا پاسخ‌های خود را با کل کلاس به اشتراک بگذارند. به عنوان نمونه:

۱) چند نوع اسید و بازی را که در محیط زندگی با آنها سروکار داشته‌اید، نام ببرید و pH آن‌ها را یادداشت نمایید؟ (دانش‌آموزان می‌توانند از کتاب یا گوشی همراه خود«با اجازهٔ معلم یا کادر اداری مدرسه» استفاده کنند و پاسخ‌های خود را بیابند).

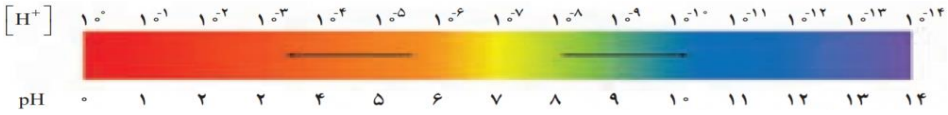
۲) آیا می‌توانید اسید و بازهای مورد نظر را با توجه به قدرت pH دسته بندی کنید؟ قوی هستند یا ضعیف؟

۳) به نظر شما چگونه می‌توان pH یک اسید یا باز را به دست آورد؟

سپس از هرگروه تقاضا می‌کنیم که پاسخ هایشان را در کلاس مطرح کنند و از سایر گروه‌ها نیز می‌خواهیم که نظر خود را نسبت به پاسخ همکلاسی‌هایشان بیان کنند.

حال معلم با توجه به پاسخ هایی دانش‌آموزان، چند اسید و باز را به همراه pH آن‌ها به روی تخته می‌نویسد (مثال‌ها از اسید و بازهایی که در کتاب هستند، نباشد).

معلم از دانش‌آموزان می‌خواهد که به تصویری که گسترهٔ pH در دمای اتاق را نشان می‌دهد، توجه کنند:



سپس از دانش‌آموزان می‌خواهد:

۱) چه عددی گسترهٔ pH در دمای اتاق را نشان می‌دهد؟

۲) هرچه به سمت عدد صفر برویم، محیط اسیدی‌تر می‌شود یا بازی؟ عدد ۱۴ چه حالتی دارد؟

پس از شنیدن پاسخ‌ها، معلم توضیح می‌دهد که:

در دمای اتاق (c °۲۵) گستره pH از (۱۴~۰) است. عدد صفر اسیدی‌ترین محیط و عدد ۱۴بازی‌ترین محیط را نشان می‌دهد. با بالا بردن دما، گستره بازه pH کم‌تر می‌شود.

آب و همه محلول های آبی، محتوی یون های هیدرونیوم و هیدروکسید هستند. اما کاغذ pH در برخی محلول‌ها و آب خالص تغییر رنگ نمی‌دهد، رفتاری که برابری غلظت یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسیدرا در این سامانه‌ها نشان می‌دهد؛ یعنی محلول خنثی است. در چنین دمایی، محلولی با pH=7 خنثی در نظر گرفته می‌شود.

در نظر داشته باشیم که گسترهٔ صفرتا ۷، اسیدی است و عدد ۷ نشان‌دهندهٔ خنثی‌بودن محیط است و گسترهٔ ۷تا ۱۴ نشان‌دهندهٔ بازی بودن آن است.

پیش از این که بیش‌تر وارد مباحث شویم، بعنوان معلم وظیفه داریم تا مسائل را به گونه‌ای شیوا برای دانش آموزان شرح دهیم؛ پس به ترتیب پنج گام زیر را طی می‌کنیم:

۱. برای دانش‌آموزان یونش جزئی آب را نوشته و از آنان می‌خواهیم تا بر اساس صفحه ۲۲ کتاب، رابطهٔ ثابت یونش آب را در دفتر خود بنویسند.

$$H_2O_{(l)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$$K = \frac{[H_3O^+]\,[OH^-]}{[H_2O]^2}$$

۲.در گام بعد، بادهم بیندیشیم صفحه ۲۶ کتاب را در کلاس می‌خوانیم و طبق توضیحات آن، از دانش‌آموزان می‌خواهیم که غلظت H^+ و OH^- را با توجه به شکل صفحه ۲۷ اندازه‌گیری نمایند.

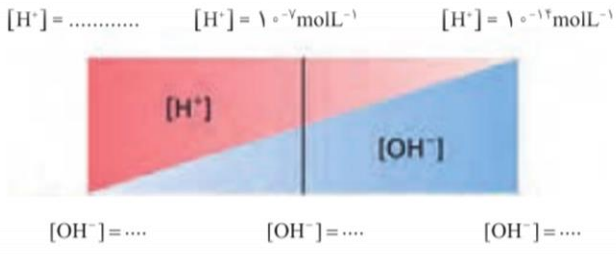
با هم بیندیشیم

۱ـ آزمایش‌های دقیق نشان می‌دهند که آب خالص رسانایی الکتریکی ناچیزی دارد. این ویژگی بیانگر وجود مقدار بسیار کمی از یون‌های هیدرونیوم و هیدروکسید است. این یون‌ها بر اساس معادله زیر تولید می‌شوند:

$$H_2O(l) \rightarrow H^+(aq) + OH^-(aq)$$

براساس اندازه‌گیری‌ها در دمای اتاق برای آب و محلول‌های آبی رابطه زیر برقرار است:

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



$$K\,.[H_2O]^2 = [H_3O^+]\,[OH^-] = 10^{-14} = K_W \qquad (۱)$$

$$[H_3O^+]= [OH^-] = 10^{-7} \qquad (۲)$$

۳. در گام بعدی از دانش‌آموزان می‌خواهیم به صورت گروهی، رابطهٔ زیر را بر اساس لگاریتم حساب کرده و pH و $[H_3O^+]$ را به دست آورند.

$$pH=- \log[H_3O^+] \qquad (۳)$$

۴. سپس بر اساس رابطه‌ای که با دانش‌آموزان به‌دست آوردیم، از آنها می‌خواهیم که pH محیط خنثی را با توجه به با هم بیندیشیم صفحه ۲۶ به‌دست آورند.

$$pH=- \log[H_3O^+]$$
$$pH=- \log 10^{-7}$$
$$pH=7$$

۵. در ادامه از آنها می‌خواهیم که سوالات ۴ با هم بیندیشیم صفحه ۲۴ را گروهی حل نمایند.

۴ـ جدول زیر را کامل کنید.

خاصیت محلول	pH	$[H^+]$
اسیدی	۲/۱۵	7×10^{-3}
اسیدی	3.94	$۳/۶ \times ۱۰^{-۴}$
بازی	۱۱/۴	4×10^{-12}
اسیدی	۰	۱

سپس این سؤال را مطرح می‌کنیم که:

- اگر به یک محلول خنثی، اسید اضافه کنیم، غلظت $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$ چه تغییری می‌کند؟

$[H_3O^+]$ زیاد می‌شود.

$[OH^-]$ کم می‌شود.

- اگر به یک محلول خنثی، باز اضافه کنیم، غلظت $[H_3O^+]$ و $[OH^-]$ چه تغییری می‌کند؟

$[H_3O^+]$ کم می‌شود.

$[OH^-]$ زیاد می‌شود.

پس از آن معلم مفهوم خنثی بودن آب را توضیح می‌دهد و از دانش‌آموزان می‌پرسد:

۱) آیا آب خنثی است؟

۲) آیا خنثی بودن آب، به این معناست که هیچ یونی در آن وجود ندارد؟

معلم توضیح می‌دهد که آب خنثی است، اما بدین معنی نیست که هیچ یونی در آن وجود ندارد، بلکه یون‌های اندکی از هیدروکسید و هیدرونیوم در آن وجود دارد؛ ولی چون غلظت این دو یون با هم برابر است، محلول خنثی است.

$$H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$$

و اندازه‌گیری‌ها در دمای اتاق نشان داده است که:

$$[H^+][OH^-]=10^{-14} \quad (۴)$$

پس در آب خالص، غلظت یون هیدرونیوم و هیدروکسید با هم برابر است و برابر با عدد 10^{-7} است. بنابراین می‌توان گفت که آب خالص، رسانایی الکتریکی اندکی دارد.

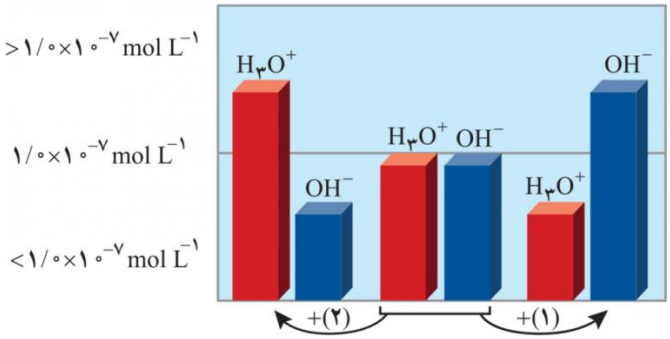
سپس معلم با استفاده از تصویر کتاب چند سؤال از دانش‌آموزان می‌پرسد:

۱) در کدام نمودار خاصیت اسیدی بیش‌تر است؟ چرا؟

۲) در کدام نمودار خاصیت بازی بیش‌تر است؟ چرا؟

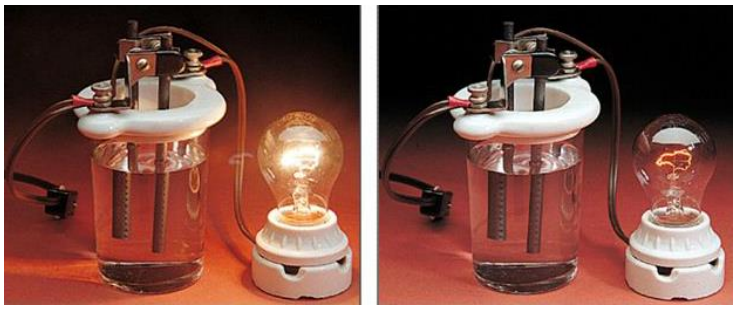
۳) کدام نمودار pH کم‌تری را نشان می‌دهد؟ طبق آنچه گفته شد، pH کم‌تر نشانهٔ چیست؟

در ادامه معلم توضیح می‌دهد که هرچه غلظت $[H^+]$ بیش‌تر باشد، غلظت $[OH^-]$ کم‌تر خواهد بود. این بدین معناست که غلظت این دو یون، باهم در ارتباط است و از رابطه $[H^+][OH^-]=10^{-14}$ پیروی می‌کند.



بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که هرچه غلظت $[H^+]$ بیش‌تر باشد، pH به عدد صفر نزدیک‌تر است و محیط اسیدی‌تر خواهد بود و هرچه غلظت $[OH^-]$ بیش‌تر باشد، pH به عدد ۱۴ نزدیک‌تر است و محیط بازی‌تر می‌شود.

اکنون معلم باید ارتباط بین pH و رسانایی الکتریکی را توضیح دهد:



این شکل‌ها دو محلول بازی را نشان می‌دهند،کدام یک از آنها نشان دهندهٔ باز قوی‌تر است؟
معلم توضیح می‌دهد که هرچه باز قوی‌تر باشد، تعداد یون‌های حاصل از آن در محلول نیز بیش‌تر است، پس رسانایی الکتریکی آن نیز بیش‌تر خواهد بود.

بنابراین شکل سمت چپ که چراغ روشنایی ویژه‌ای دارد، نشان دهندهٔ محلولِ باز قوی‌تر است و شکل سمت راست که روشنایی اندکی دارد، نشان دهندهٔ محلولِ باز ضعیف‌تر است.

و نیز آموختیم که هرچه باز قوی‌تر باشد، pH به عدد ۱۴ نزدیک‌تر است.

معلم حالا از دانش‌آموزان می‌پرسد: آیا می‌توان ارتباط بین pH و رسانایی را بیان داشت؟

پاسخ این است که هرچه محیط اسیدی‌تر باشد، pH کوچکتر است، پس رسانایی بیش‌تر و هرچه محیط بازی‌تر باشد، pH بزرگ‌تر و رسانایی بیش‌تر خواهد بود.

در ادامه برای اطمینان از تکمیل فرایند یادگیری، به ارزشیابی، جمع‌بندی، ارائه نقشه مفهومی می‌پردازیم و برای تکمیل فرایند آموزش تکلیف و کار و دوره در منزل پیشنهاد می‌شود.

ارزشیابی:

دانش‌آموزان را به گروه‌های چهار نفره تقسیم می‌کنیم. از گروه‌ها می‌خواهیم با مشارکت و همفکری یکدیگر سؤالات زیر را در زمان تعیین‌شده، پاسخ دهند.

۱. ثابت یونش BOH و COH در دمای اتاق به ترتیب برابر با $۱/۸ * ۱۰^{-۵}$ و $۴/۸ * ۱۰^{-۴}$ است. بنابراین می‌توان گفت باز.....COH ..... قوی‌تر است و در غلظت یکسان، pH محلول آبی..... BOH.....کمتر است.

۲. pH ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۱ مولار پتاسیم هیدروکسید چند است؟

$[OH^-]=[KOH]=0.1=10^{-1} mol.L^{-1}$

$[H_3O^+]\,[OH^-] = 10^{-14}$

$[H^+]\times 10^{-1}=10^{-14}$

$[H^+]=10^{-13}$

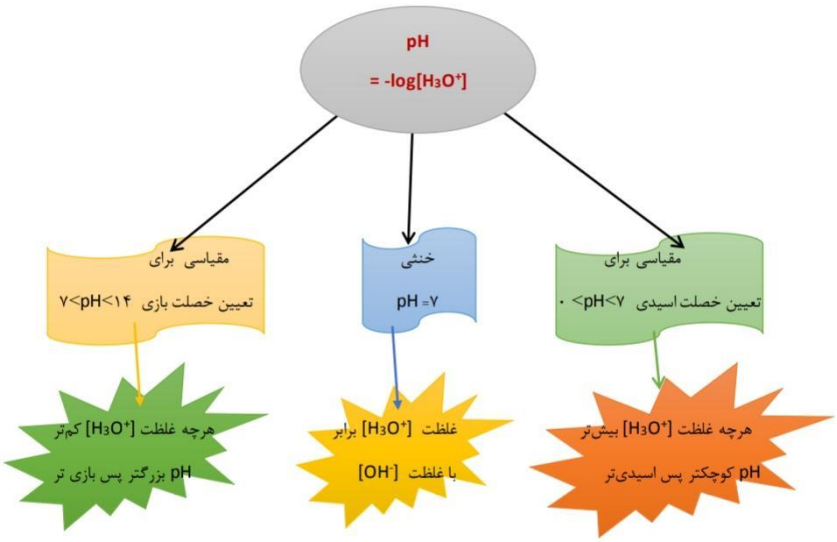
$pH=- \log[H_3O^+]$

$pH= 13$

جمع‌بندی:

در این مرحله از دانش‌آموزانی که در کلاس فعایت کمتری داشتند، می‌خواهیم سؤالات ارزشیابی را بر روی تختهٔ کلاس حل کرده و هردانش‌آموز در مورد درس امروز یک جمله بیان کند. سپس از هرگروه می‌خواهیم دریافت خود را از مباحث از ابتدای درس تا این‌جا بگوید.

نقشه مفهومی:



تکالیف:

برای بازده بیشتر تکالیف را طبق سطوح زیر تقسیم بندی کرده‌ایم:

سطح یک (اجباری-فردی)

به سؤالات زیر با دقت پاسخ دهند:

۱. در محلول منیزیم هیدروکسید در آب، غلظت یون‌ها از رابطه $[Mg^{2+}][OH^-]=1.5\times10^{-11}$ پیروی می‌کند، حداکثر غلظت منیزیم سولفات قابل حل در محلول سدیم هیدروکسید با pH=۹ برابر چند مول بر لیتر است؟

$[OH^-] = 10^{-PH}=10^{-9}\ mol.L^{-1}$

$[H_3O^+]\,[OH^-] = 10^{-14}$

$[OH^-]=10^{-5}$

۲. pH محلول ۰/۰۱ مولار سدیم هیدروکسید چند است؟

$[OH^-]=[NaOH]=10^{-2}\ mol.L^{-1}$

$[H_3O^+]\,[OH^-] = 10^{-14}$

$[H_3O^+] *10^{-2}=10^{-14}$

$[H3O^+] =10^{-12}\ mol.L^{-1}$

$pH=- \log[H_3O^+]=-\log10^{-12}=12$

سطح دو (اجباری-فردی)

pH مواد شویندهٔ موجود در خانهٔ خود را با یکدیگر مقایسه کرده و با توجه به pH هریک، کاربرد و میزان خطر آن را در هنگام تماس با پوست و یا تنفس بررسی نمایند و توضیح دهند که میزان واکنش‌پذیری کدام یک بیش‌تر است و آیا قدرت واکنش‌پذیری آنها را به pH آن می‌توان نسبت داد یا خیر؟

سطح سه (اختیاری- گروهی)

با همکاری هم و با استفاده از منابع معتبر، در مورد pH موادی که هم خاصیت اسیدی دارند و هم بازی، تحقیق کرده و نتیجه را در کلاس ارائه نمایند.

نتیجه گیری

هدف اصلی آموزش در علوم دورهٔ دبیرستان، افزودن سواد علمی دانش‌آموزان است که با انتشار استانداردها و معیارهای جدید در مورد محتوا، آموزش و ارزیابی و تلاش برای تعریف سواد شیمیایی آشکار می‌شود، اما این هدف در تضاد با روش آموزش سنتی است؛ بنابراین باید به معلمان فرصت داده شود تا برداشت خود را در مورد اهداف و محتوای شیمی دبیرستان و به طور خاص از سطح پایه تغییر دهند تا بتوان به یک آموزش نوین در مدارس دست یافت (شوارتز و همکاران، ۲۰۰۶).

در این پژوهش تلاش شده است تا بر اساس اهداف برنامهٔ درسی، راهبردهای تدریس با طراحی نوینی همراه شود و دانش‌آموز، درس شیمی را به عنوان یک فعالیت انسانی شناخته و آن را نتیجهٔ کنجکاوی و هوشمندی و امید انسان برای داشتن سهمی کوچک در پیشرفت زندگی بداند و همچنین تعامل دوجانبهٔ شیمی و جامعه و شیمی و زندگی را دریابد و این تدریس بر اساس یادگیری- یاددهی دانش‌آموز محور باشد. همچنین به دانش‌آموز فرصت انتخاب‌کردن، شرح دادن و کشف کردن داده شود.

در این رویکرد دانش‌آموز محور، معلم در نقش یک راهنما و آسان‌کنندهٔ یادگیری، دانش‌آموز را به نقشی مؤثر در رویکرد یاددهی و یادگیری وارد می‌کند (راهنمای برنامهٔ درسی، ۱۳۷۹). امید است با به کارگیری و ارائه الگوهای مناسب آموزشی، بتوان مفاهیم انتزاعی شیمی را در کلاس درس به شکلی جذاب و پرکاربرد در زندگی بیان کرد. هدف از ارائه این الگوی آموزشی، آشنایی بیشتر دانشجومعلمان و معلمان با اهداف آموزشی و داشتن محتوای کافی در زمینهٔ pH و میزان اسیدیتهٔ مواد شیمیایی برای یک آموزش مفیدتر و مؤثرتر می‌باشد.

منابع

حذرخانی، حسن و همکاران. (۱۳۹۹). راهنمای معلّم شیمی (۳). تهران: شرکت چاپ و نشرکتاب‌های درسی ایران تهران.

حسینی‌مهر، حجت؛ انتصارفومنی، غلامحسین؛ حجازی، مسعود و اسدزاده دهرائی، حسن. (۱۳۹۸). مقایسه اثربخشی آموزش مستقیم و غیرمستقیم بر خلّاقیّت فراگیران. پژوهش در آموزش علوم پزشکی; ۱۱ (۱) :۶۱-۵۰.

محمد ابراهیم زاده، سمانه. (۱۳۹۲). بررسی شیوه‌های نوین و خلاقانه در آموزش شیمی. هشتمین سمینار آموزشی شیمی ایران، ۶ و۷، دانشکده شیمی سمنان.

گروه شیمی دفتر برنامه‌ریزی و تالیف کتب درسی. (۱۳۷۹). راهنمای برنامهٔ درسی شیمی متوسطه، مجلهٔ رشد آموزش شیمی، سال۱۴، شماره۴.

Asadzadeh H. Theories and teaching methods. 2nd ed. Tehran: Allameh Tabatabai University Press; 2017. [Persian]

Cetingul, P. I.; Geban, O., (2005). Understanding of Acid-Base Concept by Using Conceptual Change Approach. Hacettepe. University Journal of Education, 29: 69-74.

Donovan, W. J., & Nakhleh, M. B. (2001). Students' use of web-based tutorial materials and their understanding of chemistry concepts. *Journal of Chemical Education*, *78*(7), 975.

Shwartz, Y., Ben-Zvi, R., & Hofstein, A. (2005). The importance of involving high-school chemistry teachers in the process of defining the operational meaning of ‘chemical literacy’. *International Journal of Science Education*, *27*(3), 323-344.

Shwartz, Y., Ben-Zvi, R., & Hofstein, A. (2006). Chemical literacy: What does this mean to scientists and school teachers?. *Journal of Chemical Education*, *83*(10), 1557.

Nakhleh, M. B., & Krajcik, J. S. (1994). Influence of levels of information as presented by different technologies on students' understanding of acid, base, and pH concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, *31*(10),1077-1069.

Ozkaya, A. R., (2002). Conceptual difficulties experienced by prospective teachers in electrochemistry: Half-cell potential, cell potential, and chemical and electrochemical equilibrium in galvanic cells. Journal of Chemical Education, 79 (6), 735-738.

Ranjdoost S, Eivazi P. The relationship between emotional intelligence of teachers and High School Student's Creative Thinking. Research in Curriculum Planning 2013; 10 (36): 113-125. [Persian]

Salibi J, Hassani F, Niusha B. A Study on the Efficacy of a Combination of Critical Thinking and Critical Thinking on Self-Directed Learning among High-School Students in Qom. Innovantion and Creativity in Human Sciences 2015; 4 (3): 55-75. [Persian]

Research article

Research in Chemistry Education, Vol 3, No 2, 1-18

Research in Chemistry Education

http://chemedu.cfu.ac.ir

Designing a Training Unit on pH and Determining the Acidity of Chemicals

Motahhare Khaki [1*], Atefeh Homaei Moghadam [2]

[1,2] *Chemistry student, Department of Chemistry, Farhangian University, Tehran, Iran*

Abstract

Chemistry, like most sciences, is abstract. As much as content is influential in learning, so is the method. Practical work and experimentation are necessary conditions for understanding scientific content and concepts, but they are not enough. The student is expected to engage in scientific thinking and learning experiences in the classroom as a place for experimentation and creativity; But this possibility is realized when the student is involved in class conversation and teaching. According to the researches done, students in high school chemistry, especially the subject of acids, bases, and pH, are challenged because they do not have a deep understanding of the concepts of atoms, molecules, ions, and chemical reactions. In addition, the goal of the new science education program is to transform students into lifelong learners. For this purpose, in addition to sufficient information and motivation, a suitable method for learning is also needed. The present study has attempted to present a new design of the topic of pH and determination of the acidity of chemicals in the chemistry textbook for the twelfth grade. I hope that teachers and student-teachers, by taking ideas from it, will move away from traditional methods and offer more creative teaching in the classroom, and add to the thinkers of this society by properly nurturing students.

Keywords: Learning, Learning design, 12th grade Chemistry textbook, pH, Determination of acidity.

[*]Corresponding Author: (✉ khaki.moti1397@gmail.com)