مقاله مروری

پژوهش در آموزش شیمی، سال دوم، شماره اول، صفحات ۶۹-۹۹

پژوهش در آموزش شیمی

http://chemedu.cfu.ac.ir

بهینه سازی طرّاحی برخی آزمایش‌های شیمی و طرّاحی آزمایش‌های جدید کم هزینه در شیمی

علیرضا خدائی*

گروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان، تبریز، ایران

چکیده

با توجّه به گسترش شیوه‌های آموزشی برای تمامی علوم مطالعاتی در قرن حاضر، لزوم آشنایی آموزش از طریق عمل و آزمایش بیش از پیش در روند آموزشی احساس می‌شود. آزمایش‌های عرصه علوم تجربی سطح گسترده‌ای از اندیشه‌ی وسیع و درک واضح را برای اندیشمندان و محصّلان این حیطه به ارمغان می‌آورد. اقدام عملی و آزمایش تجربی گامی مشخص و ملموس در حل چالش‌ها و مشکلات انتزاعی آموزش و درک شیمی است و راه حلی بصری و متقاعدکننده که فراسوی تصورات فکری بشر را در بستری قابل فهم و قابل مشاهده عرضه می‌کند. طی پژوهش پیش‌رو در قالب تجربیّات معلّمی به بررسی، مرور و عرضه آزمایش‌هایی آموزشی که براساس اقدامّات عملی تهیّه و رویکرد اجرای آن برای آموزش شیمی مورد تایید است می‌پردازیم. هدف از ارائه پژوهش حاضر مناسب کردن برخی از آزمایش‌های دانشگاهی برای دانش‌آموزان و ارائه چند نمونه آزمایش به همراه فصولی از کتب درسی که ارائه آزمایشها در آن‌ها مناسب‌تر است، می‌باشد. همچنین به تفکیک، توضیحاتی درباره فعّالیّت‌های آزمایشگاهی ارائه شده است. استفاده از آزمایش‌های طرّاحی شده برای دانش‌آموزان مفیدتر و برای دانشجویان مثمرثمرتر خواهد بود. در قسمت پایانی مقاله چند توصیه کاربردی برای انجام آزمایش‌ها ارایه شده است.

کلیدواژه‌ها: آموزش شیمی، فعّالیّت‌های آزمایشگاهی، یادگیری، طرّاحی آزمایش شیمی، آزمایشگاه شیمی

* نویسنده مسئول: (Alireza.khodaei.cfu@gmail.com ✉)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۷/۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۸/۳۰

مقدّمه

آموزش فرآیندی است که آگاهی، انگیزه و کمک‌های لازم برای تغییر نگرش و حفظ رفتار سالم زندگی کردن را فراهم می‌کند (سالواتو[1]، ۲۰۰۵). آزمایشگاه سهم منحصر به فرد و قابل توجّهی در یادگیری آموزش علوم دارد. یادگیری دانش‌آموزان در آزمایشگاه، نسبت به دیگر شیوه‌های آموزش از اهمّیّت ویژه‌ای برخوردار است. آزمایشگاه نه تنها در آموزش علوم نقش مهمی دارد بلکه زمینه انجام انواع کارهای تحقیقاتی و پژوهشی را برای دانش‌آموزان فراهم می‌کند. آزمایشگاه فرصتی فراهم می‌کند تا دانش‌آموزان در آنجا به پرس و جو و تحقیق بپردازند (لونتا[2]، ۲۰۰۴). آزمایشگاه محلی است که در آن تئوری و عمل برای دانش‌آموزان در یک‌جا فراهم می‌شود. در آزمایشگاه اهدافی مانند درک مفاهیم علمی، علاقه و انگیزه، مهارت‌های عملی و توانایی حل مسئله دنبال می‌شود. در یک نظرسنجی که میان دانش‌آموختگان رشته شیمی به عمل آمد، آن‌ها تجارب خود را از آزمایشگاه علوم در درک مفاهیم به این صورت عنوان کردند که آزمایشگاه نسبت به روش سخنرانی، اثر بخشی بیشتری در بالا بردن میزان یادگیری دانش‌آموزان دارد (راسل[3]، ۲۰۰۸). موانع محلی، اجتماعی و فرهنگی از مهمترین عواملی محسوب می‌شوند که به خودداری مسئول آزمایشگاه، کارشناس آزمایشگاه و دانشجو در استفاده از بهترین فناوری موجود و وسایل حفاظت فردی[4] در هنگام فعّالیّت در آزمایشگاه منجر می‌شوند (آکادمی ملی علوم[5]، ۲۰۱۰).

تجربه‌های یادگیری کسب شده در یک فعّالیّت آزمایشگاهی اثربخش و هدف‌دار آن قدر عمیق و دامنه‌دار هستند که دانشجویان می‌توانند در موقعیت‌های مختلف نیز از یافته‌های خود به نحو احسن برای مشکل‌گشایی و حل مسائل مشابه استفاده نمایند (دامین[6]، ۱۹۹۹). رفتار دانشجویان در آزمایشگاه به طور موثری تحت تاثیر نوع فعّالیّت‌های آزمایشگاهی که در دستورالعمل آزمایشگاهی ذکر شده است، قرار دارد. تجزیه و تحلیل راهنمای انجام فعّالیّت‌های آزمایشگاهی و فعّالیّت‌های انجام گرفته در آزمایشگاه شیمی عمومی نشان می‌دهد که شکاف بزرگی بین اهداف آموزش آزمایشگاهی و نوع فعّالیّت‌های دانشجویان وجود دارد (هافستین[7]، ۲۰۰۴).

---

[1] Salvato
[2] Lunetta
[3] Rusell
[4] PPE
[5] National Academy of Sciences
[6] Domain
[7] Hofstein

معرفی انواع فعّالیّت‌های آزمایشگاهی

۱-فعّالیّت‌های آزمایشگاهی مبتنی بر حل مسئله

در این روش معلّم فعّالیّتی را انتخاب کرده و با طرح یک مسئله، با انگیزش و تشویق فراگیران، شور و شوق پژوهش و حل مسئله را در آن‌ها ایجاد می‌کند. سپس با فهرست‌کردن گزینه‌هایی از سرنخ‌های انتخابی و هدایت فراگیران در قالب گروه‌های کوچک کاری، آن‌ها را گام به گام به طرف حل موفقیت‌آمیز مسئله سوق می‌دهد. در این شیوه معلّم نقش یک تسهیل‌کننده یا گره‌گشا را برای فراگیران ایفا می‌کند و از دخالت مستقیم در حل مسئله خودداری می‌کند. در فعالیت‌های آزمایشگاهی از نوع حل مسئله اغلب یک مسئله با حداقل اطّلاعات به فراگیران ارائه می‌شود، به طوری که درک آن برای همگان آسان باشد. این مسئله می‌تواند یک گزارش و یا خبر باشد. فراگیران مسئله را کلمه به کلمه مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و با توجّه به معلومات، مهارت‌ها و نگرش‌های خود، مسئله مطرح شده را پیش خود مشخص و باز تعریف می‌کنند. سپس برای حل مسئله، روش‌ها و فرضیه‌هایی را ارائه کرده و برای اثبات ادعای خود، به جمع‌آوری اطّلاعات پرداخته و آزمایشی را طراحی می‌کنند و از طریق انجام آن، به اثبات فرضیه خود و حل مسئله می‌پردازند. در این روش فراگیران با گردآوری اطّلاعات موجود و تجزیه و تحلیل آن‌ها، فعالیت‌هایی را برای اخذ اطّلاعات لازم انجام داده و فرضیه‌ای را مبتنی بر داده‌ها و شواهد موجود ارائه می‌کنند. سپس برای اثبات فرضیه ارائه شده آزمایش یا فعالیتی را طراحی کرده و با انجام آن و مشاهده دقیق، داده‌های لازم را برای حل مسئله به دست می‌آورند. پژوهشگران تأکید دارند که در این روش، باید مسائل طوری طرح شوند که فراگیران مسئله موجود را به خوبی درک کرده و در ذهن خود حلاجی نمایند و سپس بتوانند بدون واهمه و ترس از حل مسئله، با استناد به آموخته‌های قبلی خود و داشتن فکری باز و خلّاق، به دنبال روش‌های حل مسئله باشند. در حل مسئله تک‌تک فراگیران درباره چیستی، چرایی و چگونگی حل مسئله به تفکر می‌پردازند تا بتوانند از طریق شیوه‌های منطقی، تدبیری برای حل مسئله ارائه کنند. از آنجایی که اجرای این سبک از فعالیت‌های آزمایشگاهی زمان بر است، کمتر از طرف معلّمان و فراگیران مورد استقبال قرار گرفته است. انجام فعالیت‌های آزمایشگاهی به شیوه حل مسئله منجر به توسعه مهارت‌های شناختی درجه بالا از طریق اجرا و ارزیابی روش‌های طراحی شده توسط فراگیران می‌شود. در سبک فعالیت‌های آزمایشگاهی از نوع حل مسئله، استفاده از مهارت قیاسی اساس این روش را تشکیل می‌دهد. لازمه داشتن این مهارت این است که باید فراگیران مفاهیم و یا

اصول مورد علاقه و تکنیک‌های آزمایشگاهی را قبل از انجام آزمایش‌ها یاد گرفته باشند. بنابراین می‌توان گفت که این سبک از فعالیت‌های آزمایشگاهی نیازمند پیش‌نیازهایی بوده و نمی‌توان برای فراگیران مبتدی از آن استفاده کرد. نتایج به دست آمده، پایان فرایند حل مسئله محسوب نمی‌شود؛ بلکه طرح یک مسئله و حل آن، نقطه شروعی است برای انجام پژوهش و حل مسائل جدید. معلّم می‌تواند مسائل جدید و پیچیده‌تری را مطرح کرده، دامنه فعالیت‌های انجام گرفته را گسترش داده و مهارت‌های پژوهشی و حل مسئله در فراگیران را توسعه دهد (بدریان، ۱۳۹۴).

۲- فعّالیّت‌های آزمایشگاهی مبتنی بر کاوشگری - پژوهش آزاد

فعّالیّت‌های کاوشگری مجموعه‌ای از فعّالیّت‌های دنباله‌دار و وابسته به هم را شامل می‌شود که در راستای حل مسائلی بر گرفته از پدیده‌های علمی موجود در طبیعت و یا زندگی روزمره بوده و فراگیران از طریق انجام پژوهش به حل آن‌ها مبادرت می‌ورزند. در این نوع فعّالیّت‌ها فراگیران علاوه بر یادگیری دانش، درک زیادی از مفاهیم، اصول، الگوها و نظریه‌های علمی و کاربرد آن‌ها در زندگی و جهان پیرامون خود پیدا می‌کنند. در فعّالیّت‌های از نوع کاوشگری، فراگیران درگیر انجام پژوهش آزاد شده و علاوه بر توصیف یک پدیده علمی و نیز حل مسئله، با به کارگیری خلّاقیت و نوآوری موجب گسترش مرزهای دانش، اختراع و تولید محتوای جدیدی می‌شوند. پژوهشگران معتقدند که استفاده از سبک کاوشگری می‌تواند هم برای آموزش مفاهیم نظری و هم کسب مهارت‌های مورد نظر از فعالیت‌های آزمایشگاهی مفید واقع شود. این سبک هیچ محدودیتی برای انواع موضوع‌های علمی نداشته و حتی می‌توان در دوره تحصیلی ابتدایی نیز از آن استفاده کرد. در سبک فعالیت‌های کاوشگری، معلّم علاوه بر تشویق، ترغیب و انگیزش فراگیر، همانند یک راهنما شکارگاه را به وی نشان می‌دهد و فراگیر نیز مثل شکارچی به دنبال شکار گشته و آن را صید می‌کند. از ویژگی‌های بارز فعالیت‌های کاوشگری، می‌توان به استفاده از مهارت استقرایی برای جمع بندی یافته‌های علمی مختلف و رسیدن به نتایج جدید علمی اشاره کرد. از آنجایی که برونداد این سبک به خلّاقیت، نوآوری و اختراع منجر می‌شود، لذا بیشتر کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه بر استفاده از سبک کاوشگری در آموزش علوم به ویژه شیمی تاکید می‌ورزند (بدریان،۱۳۹۴).

۳-فعّالیّت‌های آزمایشگاهی از نوع اکتشافی - پژوهش هدایت شده

در انجام آزمایش‌های از نوع اکتشافی، در گام اول فراگیران نیاز دارند تا سؤال و مسئله‌ای را برای پاسخ‌یابی از طریق انجام پژوهش ابداع نمایند. در این سبک کتاب راهنما و یا دستورالعمل ویژه‌ای برای فعّالیّت‌های دانش‌آموز به صورت دیکته شده وجود ندارد و همچنین میزان دخالت معلّم در انجام پژوهش و راهنمایی فراگیران بسیار اندک است. در این روش فراگیر به طور واقعی در مسیر پژوهش و اکتشافات علمی قرار می‌گیرد. فعالیت‌های آزمایشگاهی به سبک اکتشافی، همانند شیوه کاوشگری از طریق مهارت استقرایی انجام می‌پذیرد. یعنی فراگیران با بررسی و مطالعه نمونه‌ای از یک پدیده ویژه، قادر خواهند بود تا به یک استنباط کلی از اصول یک نظریه علمی دست یابند. طرفداران یادگیری استقرایی با استفاده از سبک اکتشافی، بر ارزش یادگیری توسط تجربه مستقیم و همچنین ارزش انگیزشی «یافتن توسط خود شخص» تأکید دارند. فعالیت‌های انگیزشی معمولاً به منظور وارد ساختن فراگیران تازه کار به حوزه علم و آشنایی با روش‌های علمی مورد استفاده قرار می‌گیرند. تفاوت اصلی فعالیت‌های آزمایشگاهی مبتنی بر کاوشگری با شیوه اکتشافی در این است که در روش کاوشگری، جواب یا نتیجه پژوهش هم برای معلّم و هم برای فراگیر نامشخص است، در حالی که در روش اکتشافی نتیجه عمل برای معلّم مشخص بوده و فراگیران باید با اجرای درست روش کار ارائه شده از طرف معلّم به جواب مورد نظر وی دست یابند. در سبک فعالیت‌های آزمایشگاهی از نوع کاوشگری، معلّم هیچ روش کار یا راه حلی را برای فراگیران معرفی نمی‌کند، بلکه باید خود فراگیران با استناد به آموخته‌های قبلی و مهارت‌های کسب شده به ارائه طریق بپردازند. از آنجایی که جواب مسئله هم برای معلّم و هم برای فراگیر تازگی دارد، لذا این شیوه منجر به تولید دانش جدیدی می‌شود که هم برای معلّم و هم برای فراگیر دارای بار آموزشی بالایی است. سبک آزمایش‌های انجام گرفته به شیوه‌ی اکتشافی شبیه روش توصیفی بوده و از رویکرد استقرایی جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و جمع بندی نتایج استفاده می‌شود. تفاوت عمده این دو سبک در نحوه فعالیت فراگیران، نقش معلّم و روش نتیجه‌گیری و حل مسئله است. در این سبک میزان استقلال و فعالیت-های فراگیر پررنگ‌تر بوده و برعکس نقش معلّم یا مربی کمتر و در حد مشاور و راهنما می‌باشد. میزان تعامل بین فراگیر و معلّم و نیز دیگر فراگیران در این سبک بیشتر است. همچنین از آشکارترین انتقادها، این است که خیلی وقت‌گیرتر از شیوه اجرای فعالیت‌های آزمایشگاهی توصیفی است و دیگر این که این سبک برای همه گرایش‌های علوم قابل اجرا نیست. از سایر معایب این سبک صرف هزینه زیاد و زمان بری طولانی می‌باشد (بدریان،۱۳۹۴).

۴- فعّالیّت‌های آزمایشگاهی از نوع توصیفی

در این سبک ابتدا معلّم موضوع را طرح کرده و از فراگیران می‌خواهد تا طبق یک روش کار داده شده و زیر نظر معلّم به انجام آزمایش بپردازند. فراگیران نیز با به کارگیری دستورالعمل انجام آزمایش طرح شده از طرف معلّم و یا مطالعه از روی یک کتاب راهنما، فعّالیّت‌های آزمایشگاهی را انجام داده و به جواب مورد نظر معلّم می‌رسند. سبک فعّالیّت‌های آزمایشگاهی توصیفی بیشتر از روش‌های سنتی بهره می‌برد. در این شیوه به طور هم زمان، تعداد زیادی از فراگیران مشغول انجام آزمایش بوده و دخالت کمتری از طرف مربی یا معلّم در نحوه فعّالیّت آنان صورت می‌گیرد. این شیوه انجام آزمایش با کمترین هزینه و در حداقل زمان مثلاً در طول ۲یا ۳ ساعت قابل انجام است. علی‌رغم معایب زیاد، به علّت قابلیت انجام با حداقل منابع، زمان، وسایل، فضا و مربی امروزه این سبک تکامل و توسعه یافته و در بیشتر مدارس و حتی دانشگاه‌ها از آن استفاده می‌شود (پیله ور، ۱۳۹۷).

از معایب فعّالیّت‌های توصیفی برای فراگیران می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- به علّت مشخص بودن دستورالعمل فعالیت‌ها و تشابه با عملیات آشپزی، فعالیت‌های انجام گرفته فاقد انعطاف‌پذیری بوده و در نتیجه فراگیران زود خسته می‌شوند.
- کلیه فعّالیّت‌ها دیکته شده بوده و به علّت عدم وجود تعامل، فراگیران ذهنی غیرفعال دارند.
- فراگیران فقط به خواسته‌های مربی و سؤال‌های درج شده در راهنمای عمل جواب می‌دهند.
- به علّت آسان بودن فرایند گردآوری داده‌ها هیچ هیجانی برای کشف پدیده‌ها در فراگیران ایجاد نمی‌شود.
- فعّالیّت‌های انجام گرفته از همه لحاظ شبیه هم هستند و بنابراین فراگیران به آسانی می‌توانند از داده‌های به‌دست آمده سایر گروه‌ها کپی برداری نمایند.
- این سبک از فعّالیّت‌های آزمایشگاهی نیازی به خلّاقیت و نوآوری ندارد.
- در این سبک از فعالیت‌های آزمایشگاهی، مهارت حلّ مسائل یادگرفته نمی‌شود.

از مزایای فعّالیّت‌های توصیفی برای فراگیران و معلّمان می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- فعّالیّت‌های آزمایشگاهی انجام گرفته با زمان در نظر گرفته شده در برنامه درسی هماهنگی دارد.
- مفاهیم و آزمایش‌های طرح شده در این سبک، با پایه علمی فراگیران هماهنگی داشته و به راحتی تهیه می‌شوند.

- به علّت بحث کمتر بین معلّم و فراگیران، سازماندهی و مدیریت کلاس‌ها بالاخص کلاس‌های بزرگ راحت‌تر است.
- در این روش فراگیران با جهت‌گیری علمی فعالیت‌های انجام گرفته آشنا شده و از طریق نتایج کسب شده از آزمایش، مفاهیم را فرا می‌گیرند.
- در این روش فراگیران با روش کار با ابزار و وسایل آزمایشگاهی آشنا شده و مهارت‌های آزمایشگاهی پایه را کسب می‌کنند.
- در این روش به علّت اینکه همه فراگیران یک نوع فعّالیّت را انجام می‌دهند، و می‌توانند از نقطه نظرات دیگر گروها استفاده نمایند، احتمال موفّقیّت در کسب نتیجه بالا است (بدریان، ۱۳۹۴).

شولمن[1] و تامیر[2] (۱۹۷۳) در کتاب پژوهش در آموزش، اهداف مهمی را که به دلیل استفاده از آزمایشگاه در کلاس‌های آموزشی علوم تجربی(فیزیک، شیمی، زیست و زمین شناسی) حاصل می‌شود در پنج مورد زیر خلاصه‌کرده‌اند:

۱) کسب مهارت‌هایی مانند: تحقیق، سازمان دادن، دست‌ورزی و ارتباط برقرار کردن.
۲) آشنایی با مفاهیمی مانند: فرضیه، مدل، تئوری و طبقه بندی.
۳) کسب توانایی‌های شناختی مانند: تفکّر انتقادی، حل مسئله، کاربرد، تجزیه و ترکیب.
۴) درک ماهیت علم مانند: سرمایه‌گذاری علمی، چگونگی کار کردن دانشمندان، وجود تعداد روش‌های علمی و روابط بین علم و تکنولوژی در میان رشته‌های مختلف علوم.
۵) آشنایی با نگرش‌های مختلف مانند: کنجکاوی، علاقه، ریسک پذیری، بی‌طرفی، دقت، اعتماد به نفس، پشتکار، رضایت، مسئولیت، همکاری و تمایل زیاد به علم.

آزمایشگاه در درس شیمی، به عنوان یک محیط یادگیری منحصر به فرد است، زیرا نه تنها آموزش در آن از طریق مطالعات پژوهشی و مسائل کلیدی مرتبط با آن سازماندهی می‌شود بلکه عملکرد دانش‌آموزان در آزمایشگاه ارزیابی شده و از این طریق دانش‌آموزان به موفّقیّت می‌رسند و علاقه و نگرش آن‌ها به کارهای آزمایشگاهی افزایش می‌یابد (هافستین، ۲۰۰۴). هم اکنون دانش‌آموزان در زمینه‌های توصیفی و نظری شیمی به منابع گوناگون و فراوانی دسترسی دارند امّا اغلب نمی‌توانند به درستی میان شیمی نظری و شیمی عملی یا آزمایشگاه ارتباط مورد نیاز را برقرار کنند. استفاده از

[1] Shulman
[2] Tamir

کیت آزمایشگاه شیمی در مقیاس خرد، حس نوآوری را در جهت طرّاحی آزمایش‌های ساده در دانش‌آموزان برمی‌انگیزد و بر سرعت فرایند یاددهی، یادگیری می‌افزاید. ازجمله برتری‌های این کیت می‌توان این موارد را برشمرد:

- محدود بودن حجم پسماندهای شیمیایی.
- جلب توجّه دانش‌آموزان به اهمّیّت محافظت از محیط زیست.
- کمک به مدارس در آموزش عملی علوم.
- تأمین ایمنی آزمایش‌کنندگان در حدّ بالا.
- کاهش هزینه مواد و وسایل مورد استفاده.
- افزایش کیفیّت آموزش.
- کاهش زمان آموزش انجام آزمایش ها شیمی بدون نیاز به وجود آزمایشگاه شیمی (سراجیان، ۱۳۹۲).

در پژوهش پیش رو به بررسی، مرور، عرضه و آموزش آزمایش‌هایی (تاحدودی) نوین و اقدامّات محقّقان گذشته می‌پردازیم که برای آموزش و درک تغییرات و قوانین شیمیایی (تا حدودی فیزیک) می‌توان مورد استفاده قرار داد. لازم به ذکر است آزمایش ها هرچند ساده و یا دشوار برای آموزش کاربرد داشته و تقسیم بندی آن‌ها برای سنین مشخصی صورت نگرفته است. در آزمایش ها ذکر شده سنین مجاز و قشر مورد پذیرش بیان شده است. و توصیه می‌گردد برای اجرای آن‌ها ابتدا از سوی استاد راهنما و سپس داوطلب مورد نظر انجام گیرد.

روش پژوهش

تجربیّات معلّمی نوعی مستند سازی و تصویرنگاری تجربیّات عملی می‌باشد که معلّمان و آموزگاران (و سایر مقامّات سازمانی) با آن برخورد نموده و در دفاتر وقایع، ترسیم می‌کنند. مستند سازی می‌تواند در قالب ثبت وقایع کلاسی، اقدام پژوهی و گزارش‌های تخصصی صورت گیرد. مهمترین هدف در تهیّه تجربیّات معلّمی به اشتراک‌گذاری وقایع مهم و انتقال اطّلاعات ارزشیابی‌های صورت گرفته است. پژوهش پیش رو در قالب تجربیّات معلّمی (تاحدودی اقدام پژوهی) به بررسی، تحقیق و ارائه چندین نمونه آزمایش علمی برای تفهیم بیشتر دانش‌آموزان و دانشجویان شیمی طرّاحی و گردآوری شده است. همچنین سعی شده راهکارهای علمی و روشن سازی شده، الگوی تدریسی برای دبیران و اساتید به همراه نحوه دقیق اقدامّات در آزمایش‌های شیمی برای دانش‌آموزان و دانشجویان ارائه شود. با توجّه به اهمّیّت یادگیری شیمی برای آینده‌سازان کشور، امید است خلا

تدریس عملی شیمی به وسیله‌ی آزمایش ها علمی‌تر و کاربردی‌تر توسط محققان این عرصه طرّاحی و فراهم گردد.

بحث

آزمایشگاه‌های شیمی بستری مناسب برای ارائه عملکرد بصری و استنتاج روند عملی واکنش‌های شیمیایی در برابر تصورات انتزاعی از آن‌هاست. اکتشاف و یادگیری به همراه استنتاج حاصل از عملکرد، از اساس و ویژگی‌های کار آزمایشگاهی است. پیشروی در حوزه‌های علوم نوین شیمی و پیشگامی در بسیاری از زمینه‌های علوم جدید تا حدودی وابسته به اقدامّات آزمایشگاهی می‌باشد. با علاقه مند کردن و عادت دادن دانش‌آموزان از دورهٔ ابتدایی تحصیلی تا پایان آموزش عالی به اقدامّات آزمایشگاهی، می‌تواند به ارائهٔ ایده‌های جدید و جلوگیری از خروج تفکّرات برتر از کشور مثمرثمر باشد. حال با روشن شدن جایگاه آزمایشگاه در درس شیمی، به نظر می‌رسد که در کتاب‌های شیمی دوره‌ی متوسّطه آزمایش‌هایی جالب و متنوع آورده شود. امّا متأسّفانه در کتاب شیمی آزمایش ویژه‌ی مباحث مختلف گنجانده نشده است و به صورت تلفیقی همراه با آزمایش‌های فیزیک-زیست و زمین-شناسی درکتاب آزمایشگاه علوم آورده شده است (پیله ور، ۱۳۹۷). آزمایش لوله کاتدی از جمله آزمایش ها تثبیت مفهوم بار الکتریکی، پرتو بتا، صفحه فلئورسنت، مفهوم حضور الکترون و.... است. افزودن آزمایش ها در قالب کتاب علوم و حذف آزمایش ها از کتاب درسی شیمی می‌تواند سبب شکاف بین مفاهیم و روابط و ایجاد حفره‌ای ارتباطی بین مطالب یادگیری دانش‌آموزان شود. حال آنکه با افزودن آزمایش های نوین و آینده‌دار در کتب درسی می‌توان خلا این حفره را پر کرد. دستورالعمل آزمایش‌های ارائه شده در پژوهش حاضر غالباً از دسته‌ی فعّالیّت‌های آزمایشگاهی توصیفی است (سعی شده نمونه‌ای از آن‌ها کاوشگری-توصیفی باشد).

آزمایش‌ها از جهت تعامل بین فراگیران و مربّیان، هزینه‌ی پایین و محدودیت زمانی مانند فعّالیّت-های آزمایشگاهی توصیفی است. دستورالعمل‌ها همان طور که در کلاس‌های آزمایشگاهی مقطع آموزش عالی انجام می‌شود. برای دانش‌آموزان نیز صدق می‌کند. و دانش‌آموزان یا دانشجویان براساس دستورات ارائه شده می‌توانند به اجرای بی‌خطر آزمایش ها بپردازند. طبق اصول فعّالیّت‌های آزمایشگاهی توصیفی داوطلبان آزمایشی با نتیجه‌ای از پیش مشخص شده روبه‌رو هستند (همانند فعّالیّت‌های اکتشافی). و تنها تفاوت آزمایش داوطلبان و مربیان در مقایسه بین مقدار موادّ اوّلیّه (مانند حجم، جرم موادّ اوّلیّه یا سطح قابل اجرا) مورد استفاده است. ضمناً نمونه‌های آزمایشی طرّاحی

شده، به طور کامل نمی‌توانند از نوع فعّالیّت‌های آزمایشگاهی حلّ مسئله باشند. هر چند(برخی از آن‌ها) تا حدودی به صورت پرسشی و مسئله‌ای آغاز می‌شوند امّا با نظارت و همراهی مربیان و اساتید به اجرا درمی‌آیند و سؤالات نمی‌توانند نیروی محرّکی برای تفکّرات بدیع و عمیق باشند، دستورالعمل-های ارائه شده نیز برای آزمایش ها مورد نظر، اطّلاعات لازم را نمایش می‌دهند. همچنین از سایر دلایل آن این است که نوع آزمایش‌های ارائه شده از گروه آزمایش‌های (تاحدودی) هدایت محور است. از سویی برای فعّالیّت‌های حلّ مسئله‌ای نیازمند پیشینه‌ای از اقدامّات آزمایشگاهی هستیم و آزمایش‌های طرّاحی شده در زمان محدودی قابل اجرا هستند و زمان بر نیستند.

هدف از ارائه برخی آزمایش ها تکراری (به غیر از چند نمونه) این است که به دلیل سادگی (تاحدودی) و قابل اجرا بودن برخی آزمایش ها از طرف دانش‌آموزان(با اینکه آزمایش برای دانشجویان طرّاحی شده است) می‌توان اهدافی که برای دانشجویان برنامه‌ریزی شده را در دوران پیش‌تر و در مدّت تحصیلات پایین‌تر به دانش‌آموزان آموزش داد. آزمایش های مانند استخراج مایع-مایع، تولید رزین یا تشخیص گروه عاملی فنول. می‌توانند در دوران ابتدایی‌تر و برای دانش‌آموزان نیز اجرا شوند و فرایند آموزش و یادگیری را به مراتب تسهیل دهند. به وسیله‌ی آزمایش استخراج مایع-مایع می‌توان مفاهیم چگالی مواد آلی در مقایسه با مایعات دیگر را در مفهوم محلول‌های دوران متوسّطه آموزش داد تا مفهوم عدم انحلّال آب یا نظایر آن در مایعات آلی را به شیوه عملی توضیح داد. همچنین آزمایش گروه عاملی فنول، می‌تواند در آموزش مفهوم حضور و وجود گروه عاملی مانند فنول را برای دانش‌آموزان بیشتر آشکار کند. همانطور که می‌دانیم آموزش مفاهیم انتزاعی مانند گروه‌های عاملی می‌تواند بسیاری از دبیران را با مشکل روبرو کند. از سایر دلایل ارائه آزمایش ها زیر آن است که نمونه‌ای از آن‌ها مانند تشخیص گروه عاملی فنول، روش بدیع و نوینی برای اجرا دارند. همچنین آزمایش تولید رزین (آمینوپلاست)، با سه روش متفاوت که یکی از آن‌ها جنبه ارزشیابی و محاسباتی دارد ارائه شده است.

آزمایش کنترل کیفیّت شیر نمونه‌ای از آزمایش ها است که می‌تواند در واحدهای دانشگاهی (غالبا ترم ۱ یا ۲) به جای آزمایش ها ساده‌ای مانند آب تبلور (کات کبود، در آزمایشگاه عمومی) جایگزین شود. زیرا آزمایش تبلور در دوران متوسّطه به نحوی توسط دبیران توضیح داده شده و روند اجرا و نتایج آن برای دانش‌آموزان کاملا شرح داده می‌شود. حتی در ارزشیابی‌های پایان تحصیلی و آزمون‌های سراسری، شاهد سؤالاتی از روند و نتایج آزمایش هستیم. آزمایش کنترل کیفیّت شیر نه

تنها برای شیر بلکه برای سایر مواد مشابه نیز کاربرد دارد و شرایط اجرای آن برای دانشجویان به مراتب مفیدتر خواهد بود. لازم به ذکر است آزمایش مذکور برای داوطلبان شاخه فنی و حرفه‌ای طرّاحی گردیده امّا اجرای آن برای دانش‌آموزان شاخه نظری و دانشجویان، مفیدتر خواهد بود. زیرا برای دانش‌آموزان به برخورداری از مفهوم قدرت اسیدی و برای دانشجویان به همراه مفاهیم تیتراسیون بسیار مثمرثمر خواهد بود.

آزمایش تجزیه هیدروژن پراکسید برای دانش‌آموزان مفیدتر از دانشجویان است. زیرا برای تفهیم مفاهیم اکسایش-کاهش در کتب درسی به دلیل اهمّیّت، حجم بالای این مطلب و مدّت زمان محدود برای تدریس کامل. به سختی آزمایشی به این مفهوم طرّاحی می‌شود. دانشجویان نیز به دلیل حجم بالای آزمایش‌های واحد آزمایشگاه شیمی عمومی، حتی فرصت کمی برای پرداختن به مبحث اکسایش-کاهش دارند. پس انتظاری برای اجرای آزمایش نمی‌توان داشت امّا انجام آزمایش مذکور جنبه آموزشی خواهد داشت.

آزمایش سنتز نانو ذرّات نقره را می‌توان تا حدودی از دسته فعّالیّت‌های آزمایشگاهی کاوشگری-توصیفی محاسبه کرد. هرچند اکثر دستورالعمل(دستور ارائه شده در پژوهش حاضر) های آن به صورت توصیفی است امّا از جهت بدیع بودن، دنباله‌دار بودن و جای پیشرفت داشتن این نوع از آزمایش ها، در صورت مشتاق بودن، مبتکر بودن و خلّاق بودن دانشجویان مربوطه برای ارتقای راهکارهای اجرا و رفع نقص‌های احتمالی، حتّی اختراع نوع جدیدی از روش‌های تولید، می‌تواند آزمایش را در جنبه کاوشگری جای دهد.

دلایل ارائه آزمایش های توصیفی در پژوهش:

- فعّالیّت‌های توصیفی پرکاربردترین فعّالیّت‌های آزمایشگاهی هستند.
- کنترل و تسلّط هوشمندانه مربیان بر روند اجرای آزمایش‌ها.
- آزمایش‌ها اغلب با مفاهیم منبع مطالعاتی داوطلبان در مقطع مورد تحصیل هماهنگی دارد.
- به دلیل اجرای آزمایش مشابه از سوی داوطلبان، می‌توان به تبادل اطّلاعات و رفع مشکلات احتمالی پرداخت(مانند فعّالیّت اکتشافی).
- همه‌ی داوطلبان در تماسّ مستقیم با شرایط آزمایش هستند.

دلایل اهمّیّت فعّالیّت‌های عملی و آزمایشگاهی:

- فعّالیّت‌های عملی سبب یادگیری مهارت‌هایی مثل برنامه‌ریزی، مشاهده دقیق، اندازه-گیری، ثبت دقیق و درست اطّلاعات، نمایش شفاف اطّلاعات، ارائه‌ی صحیح نتایج .
- درک کامل حقایق و مفاهیم علمی.
- واقعی جلوه دادن حقایق علمی.
- تزریق هیجان و علاقه بیشتر به فرآیند یادگیری.
- فعّالیّت‌های عملی سبب رشد ارتباط‌های علمی(مشورت با اساتید و فراگیران)، رشد سواد علمی، ابداع و ارتقای قوّه‌ی تخیّل عملی(ارائه روش نو) می‌شود.

یادگیری عملی و آزمایشگاهی سبب تثبیت ادراک و ایجاد نوآوری لازم برای رشد هرچه بیشتر علوم نوین می‌باشد. امید است آزمایش ها زیر موسّس نگرشی علمی و تحکیم‌کننده روال اشتیاق آموزش شیمی افراد باشد (هودسون، ۱۹۹۳).

آزمایش‌ها و شرح نحوه انجام آن‌ها

۱ـ جوش آوردن آب بدون نیاز به شعله

جوشاندن اقدامی گرماگیر با هدف تغییرحالت مایعات است. تنها ترین روش انجام آن حرارت‌دادن در دما و فشار اتاق به نظر می‌رسد. امّا برای انجام آن راه حل دیگری هست؟ برای تبدیل مایع به بخار، باید فشار بخار مایع با فشار محیط اطراف برابر شود. این عمل به دو صورت حرارت دادن و افزایش انرژی جنبشی مولکول‌ها و یا با کاهش فشار سطحی مایع توسط ایجاد خلا انجام می‌گیرد. آزمایش زیر با هدف درک مفهوم جوشیدن بدون وابستگی به دما و شرایط حرارتی برای دانش‌آموزان متوسّطه اول طرّاحی و توصیه می‌شود. مفاهیم آزمایش حاضر به نوعی در کتب درسی شیمی ارائه شده است (مانند فشار هوا و...). امّا آزمایشی مختص فشار هوا در جوشاندن و تاثیرات آن در مایعات آورده نشده است. آزمایش زیر به صورت سنّتی و در حیطه فعّالیّت‌های توصیفی قرار می‌گیرد. و در مدّت زمان محدودی قابل اجرا است. و به دلیل همسو بودن مفهوم آزمایش با مطالب کتب درسی، ثابت بودن نحوه اجرا. می‌توان به راحتی در تدریس مفاهیم سنتیک (شیمی یازدهم فصل۲) مربوط به فشار هوا یا جنبش ذرّات مولکولی برای دانش‌آموزان اجرا نمود. برای دانش‌آموزان مثال‌هایی مانند پختن تخم مرغ در ارتفاعات یا جوشیدن آب در بالای کوه برای تفهیم تاثیر فشار بیان می‌کنند. در

مقطع متوسّطه نیز مثالی از تاثیر فشار بر جنبش ذرّات مولکولی به وسیله پیستون در فرآیند هابر یا امثال آن آورده شده است. آزمایش فوق می‌تواند مثالی برای فهم بیشتر تاثیرات فشار بر ذرّات مولکولی به همراه سایر مثال‌ها در کتب درسی ارائه گردد. لازم به ذکر است دانش‌آموزان در تحلیل کاهش یا افزایش فشار در ارتفاعات یا تاثیر افزایشی یا کاهشی فشار بر ذرّات مولکولی دچار گمراهی می‌شوند. آزمایش فوق نمونه‌ای بصری و بدون هرگونه اقدام اضافی و بیهوده‌ای به راحتی تاثیرات فشار را نمایش می‌دهد.

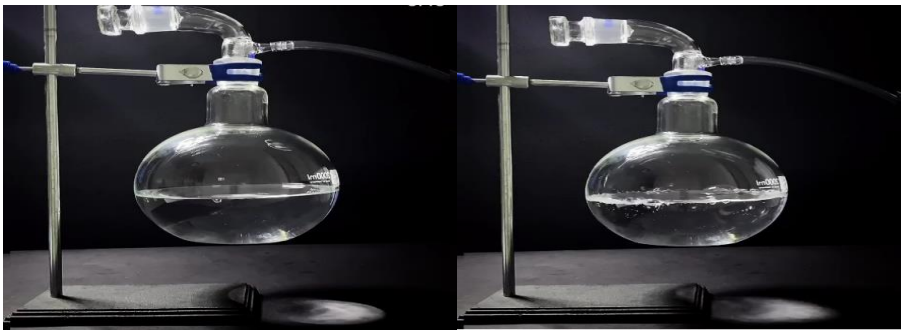
مرتبه کاربرد : دانش‌آموزان

لوازم مورد نیاز : بالن ۲۰۰۰ میلی‌لیتری، پمپ خلا ، پایه

شرح آزمایش:

۱) درون بالن ۲۰۰۰ میلی‌لیتری (در آزمایش مذکور به دلیل قابل مشاهده بودن فرآیند بالن ۲۰۰۰ میلی‌لیتر استفاده شد) به وسیله‌ی قیف به اندازه نصف آن یعنی ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب می‌ریزیم.
۲) بالن را به گیره استند متّصل می‌کنیم.
۳) درپوش ویژه‌ی پمپ خلا را بر روی بالن نصب نموده و پمپ خلا را روشن می‌کنیم سپس چند دقیقه منتظر می‌مانیم.
۴) به محض کاهش فشار و برابر شدن فشار بخار مایع با فشار بالای مایع یا فشار داخل بالن، جوشیدن آغاز می‌شود و تا چند دقیقه ادامه دارد تا اینکه دما کاهش یافته و تا مرز انجماد پیش می‌رود(آزمایش به مدّت ۱۰ دقیقه و با کمترین میزان خطر همراه است).

در این آزمایش با کاهش فشار تا ۲۰ میلی‌لیترجیوه ، آب شروع به تبخیر و جوشیدن می‌کند. در واقع در این عمل با خارج شدن مولکول‌های پرانرژی و کاهش حرکات مولکولی مولکول‌های سردتر در ظرف باقی‌مانده و به تدریج به نقطه انجماد رسیده و منجمد می‌شوند. بنابراین با اینکه جوشیدن در دمای اتاق اتفاق افتاده ، ولی آب درون بالن با کاهش دما مواجه است.در آزمایش مورد نظر داخل ظرف خلأ ایجاد می‌کنیم و تبخیر به صورت تولید گاز در انتها و خروج آن به صورت حباب انجام می‌شود. جالب است بدانیم که دی کلرومتان و کلروفرم بدون ایجاد حباب در خلأ، کاملا جوشیده می‌شوند.



شکل۱_ تصویری از فرآیند آزمایش جوشاندن آب بدون نیاز به شعله

۲_ ذوب یخ

در علم شیمی به تغییر حالت مادّه از جامد به مایع در اثر جذب گرما ، ذوب گفته می‌شود. یعنی قالب یخی که از یخچال خارج می‌شود ؛ در اثر گرمای محیط، دچار افزایش دما شده و ذوب می‌شود. حال اگر قالب یخ را برای درک مفهوم رسانایی استفاده کنیم چگونه خواهد بود؟ آزمایش زیر با هدف درک مفهوم رسانایی گرمایی اجسام برای دانش‌آموزان ابتدایی و متوسّطه اول طرّاحی و توصیه می‌شود. با توجّه به ابتدایی بودن و همسو بودن مفاهیم آزمایش با مطالب رسانایی در دوران تحصیلی پایین‌تر، می‌توان در آموزش مفهوم رسانا در دوران ابتدایی و همچنین در دوران متوسّطه(مبحث استوکیومتری، فصل۱ شیمی یازدهم) در قالب مفهوم گرماگیر-گرمادّه برای دانش-آموزان از جهت تحکیم ادراک مطالب آموزشی، تدریس نمود. فعّالیّت آزمایشی مذکور به دلیل تطابق زمان‌کلاسی، دستورالعمل مشخص، ثابت بودن نحوه اجرا، ساده بودن مفهوم قابل انتقال و همسو بودن با مطالب کتب درسی در دسته توصیفی قرار می‌گیرد.

مرتبه کاربرد: دانش‌آموزان

لوازم مورد نیاز: چهارچوبی از جنس آلومینیوم، چهارچوبی از جنس چوب، دو قالب یخ

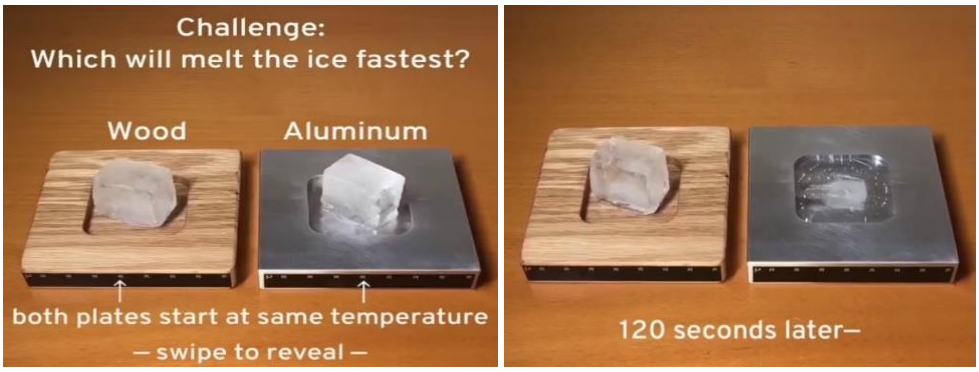
شرح آزمایش:

۱) دو عدد چهارچوب آلومینیومی و چوبی تهیّه می‌نماییم.
۲) دو عدد قالب یکسان از ابعاد و حجم، یخ تهیّه می‌نماییم.

۳) هر دو چهارچوب چوبی و آلومینیومی دارای دمای یکسان(دمای اتاق)، شکل یکسان، حجم یکسان باشند.

۴) یکی از قالب‌ها را در چهارچوب آلومینیومی و دیگری را در چهارچوب چوبی قرار می‌دهیم. توجّه نمایید که هر دو قالب در یک زمان درون چهارچوب‌ها قرار گیرند(آزمایش به مدّت ۳ دقیقه و بدون خطر احتمالی قابل اجراست).

پس از مدّت کوتاهی قالب یخ درون چهارچوب آلومینیومی ذوب شده ولی قالب یخ درون چهارچوب چوبی به خوبی حفظ شده است. دلیل این امر با توجّه به یکسان بودن شرایط هر دو چهارچوب این است که چهارچوب آلومینیومی رسانای گرمایی و چهارچوب چوبی نارسانای گرمایی محسوب می‌شود. به تعبیری چهارچوب آلومینیومی رسانا و چهارچوب چوبی نارسانا است.



شکل۲_ تصویری از فرآیند آزمایش ذوب یخ

۳_ سنتز نانو ذرّات نقره

در علم شیمی یکی از راه‌های ترمیم لوازم فلزّی (جنس نقره)، روش الکتروشیمی و استفاده از نقره در آن است. امّا تمام مادّه اوّلیه نقره تهیّه شده به صورت خالص بوده و تقریباً هیچ راهکاری (حداقل به وسیله‌ی دانشجویان) برای تولید آن در شرایط آموزشی ارائه نشده است. حال آنکه نقره تولیدی از پسماندهای آزمایشگاهی باشد. یکی از چالش‌های نانو نقره‌های تولیدی در آزمایش آموزشی زیر علاوه بر تصفیه آب آشامیدنی می‌تواند کاربرد الکتروشیمی آن باشد. استفاده از نانو ذرّات نقره در الکتروشیمی چالش‌های جدیدی را پیش رو خواهد داشت. قابلیّت بازیابی نقره از نقره کلرید آزمایشگاهی به فرم نانو نقره با خاصیّت ضد باکتریایی به سادگی امکان پذیر است. لیکن استفاده از

این محلول در گندزدایی آب آشامیدنی با توجّه به احتمال باقی‌ماندن بخشی از فرمالین در محلول نیاز به تحقیقات بیشتر دارد. آزمایش مذکور در جنبه فعّالیّت‌های کاوشگری-توصیفی است. دلیل بدیع بودن و نوپا بودن آزمایش‌های بازیافتی مانند سنتز نانو ذرّات نقره می‌توان ذهن‌های خلّاق را با یک جرقه توصیفی ارائه شده به سوی کاوش و شروع ابدایی شگرف در حیطه سنتز به حرکت درآورد. نمونه‌ای از آزمایش زیر تنها می‌تواند برای آشنایی و ایجاد گرایش جدید برای دانشجویان کاربرد داشته باشد. زیرا در حیطه فعّالیّت فوق دستورالعمل ویژه‌ای وجود نداشته و روند آزمایش و آینده قابل پیشرفت آن برای مربیان و دانشجویان نامعلوم و نیازمند تفکّرات بی‌سابقه برای حصول نتیجه بدیع است. آزمایش سنتز نانو ذرّات نقره می‌تواند محرّکی برای فعّالیّت دانشجویان در شاخه شیمی تجزیه بوده و به مطالعه‌ی انواع ذرّات قابل بازیافت یا سنتزی سوق دهد. آزمایش حاضر از جهت وجود دستورالعمل مشخص برای اجرا، ثابت بودن نتیجه آزمایش به شیوه حاضر(زیرا ممکن است توسط سایر پسماندها و با موادّ اوّلیّه متفاوت نتیجه دیگری حاصل شود)، تطابق زمان‌کلاسی. در دسته فعّالیّت‌های توصیفی قرار می‌گیرد. همچنین به دلیل دنباله‌دار بودن، نامعلوم بودن نتایج آزمایش با موادّ اوّلیّه متفاوت و شرایط متغییر، جای پیشرفت داشتن، پژوهشی آزاد برای ارتقای سطح کیفی برای داوطلبان، و مربیانی ترغیب‌کننده. در دسته فعّالیّت‌های کاوشگری قرار می‌گیرد.

مرتبه کاربرد: دانشجویان

لوازم موزد نیاز: پلی وینیل پیرولیدون با جرم متوسّط ۲۹۰۰۰، محلول فرمالین (CH_2O) ۳۷ درصد، آمونیاک (NH_3) ۲۵ درصد، پسماندهای نقره کلرید حاصل از آزمایش موهر، اسید کلریدریک (HCl) ۰/۱ مولار، کاغذ صافی، هیتر.

شرح آزمایش:

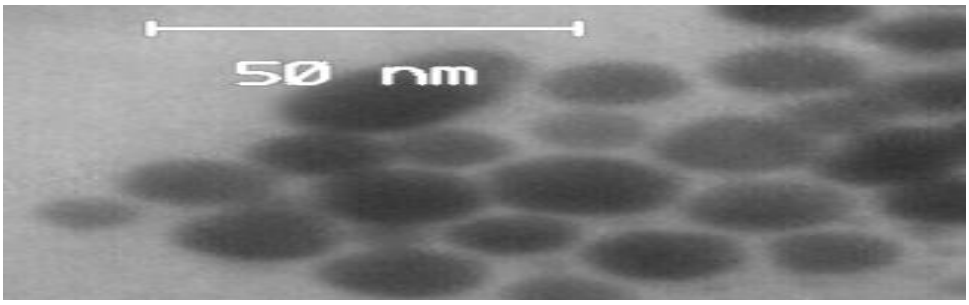
پسماندهای نقره کلرید حاصل از آزمایش موهر در طول یک ترم تحصیلی از آزمایشگاه آب و فاضلاب و آزمایشگاه تجزیه جمع‌آوری گردیدند. حجم محلول جمع‌آوری شده در حدود ۱۵ لیتر بود.

۱) به محلول ۱۵ لیتری مذکور ، ۱۰۰ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک (HCl) ۰/۱ مولار اضافه شده و به مدّت ۲۴ ساعت در همان حال رها گردید.
۲) رسوبات حاصل با استفاده از کاغذ صافی، صاف شده و با آب مقطر دو بار شستشو داده شد.

۳) رسوب حاصل به منظور خشک شدن و برطرف نمودن رطوبت آن، در دمای ۱۱۰°C به مدّت ۲ ساعت حرارت داده شد.
۴) سپس، محلول ۵ میلی مولار نقره کلرید در حضور ۰/۷ مولار از آمونیاک تهیّه گردید.
۵) به منظور سنتز نانو ذرّات نقره ۳ میلی‌لیتر از محلول نقره کلرید حاوی ۰/۷مولار آمونیاک به صورت قطره قطره به ۳ میلی‌لیتر محلول ۲ مولار فرمالین(CH_2O) در دمای اتاق افزوده شده و محلول بهم زده شد.
۶) در ابتدا رنگ محلول زرد است و سپس با افزودن تمامی محلول نقره کلرید به قهوه‌ای تغییر می‌یابد(کل واکنش در مدّت زمان یک دقیقه انجام شد).

نکته:

۱) از آنجا که نمک کلرید نقره نامحلول است، در اولین گام جهت سنتز نانو ذرّات نقره لازم است این پسماند جامد حلّ شود. به این منظور از محلول آمونیاک استفاده گردید.
۲) آمونیاک در محدوده ۰/۱ تا ۱ مولار و نسبت مولی فرمالین به نقره کلرید برابر ۲ مطالعه شد (شکوه السادات، ۱۳۹۲).



شکل۳_ تصویر نانو ذرّات نقره توسط میکروسکوپ (در اندازه ۵۰ نانو متر)

۴_ استخراج اسید بنزوئیک از کلروفرم

استخراج روشی است برای جدا سازی که مستلزم انتقال جسمی از یک فاز به فاز دیگر می‌باشد. برای بازیابی یک جسم آلی از محلول آبی دو روش تقطیر و روش حلّال آلی(حلّال غیر قابل امتزاج با آب) وجود دارد. در اثر تماس محلول آبی با یک حلّال آلی اگر حلّال خاصیّت جدا سازی داشته باشد(یعنی با محلول واکنش ندهد) بیشتر مواد آلی از لایه آبی به حلّال آلی انتقال پیدا می‌کند. استخراج به کار رفته در آزمایش زیر استخراج مایع-مایع است. آزمایش حاضر برای دانشجویان در

آزمایشگاه شیمی آلی اجرا می‌شود. امّا مفهوم قابل انتقال برای داوطلبان چنان سخت و دشوار نیست و می‌توان در تدریس مبحث محلول‌ها، انحلّال، حلّال، چگالی(فصل۳ شیمی دهم) برای دانش‌آموزان اجرا شود. برای مثال می‌توان در تدریس حلّال‌های قطبی و ناقطبی مانند آب، هگزان یا استون به وسیله‌ی آزمایش استخراج ، عدم انحلّال(به صورت تفکیک محلول‌ها) و تفاوت چگالی محلول‌ها را به راحتی به وسیله‌ی دکانتور نمایش داد. هدف از آزمایش زیر برای دانشجویان استخراج و جدا کردن دو مایع متفاوت از فاز است امّا در واقع مفاهیم پایه‌تر و مهمتری که می‌تواند برای دانش‌آموزان مفیدتر باشد در بطن موضوع پنهان است. آزمایش استخراج به همان میزان که برای دانشجویان از اهمّیّت بالایی برخوردار است. برای دبیران نیز در تسهیل انتقال مفاهیم مربوط به مایعات مهم است امّا اکثرا به دلیل نبود امکاناتی مانند لوازم آزمایشگاهی مثل دکانتور (جداکننده). اجرای آن لغو می‌شود. در حالی که می‌توان با اجرای آزمایش های نظیر آزمایش ها فوق زمینه علمی دانش‌آموزان را به سطح علمی دانشجویان نزدیک‌تر کرد. راهکار لازم آن است که لوازم آزمایشگاهی دانشگاه و مدارس تا حدود زیادی یکسان سازی شود. آزمایش زیر به دلیل ثابت بودن دستور اجرا، ارتباط بین فراگیران و مربیان، تطابق زمان‌کلاسی، همسو بودن با مطالب کتب درسی در دسته فعّالیّت‌های توصیفی قرار می‌گیرد.

مرتبه کاربرد: دانش‌آموزان

لوازم مورد نیاز: دکانتور(قیف جداکننده)، کلروفرم، سود، اسیدکلریدریک، استند(پایه)، آب مقطر، بالن ژوژه، ترازو، بشر، اسپاتول، قیف بوخنر، پیپت.

شرح آزمایش:

۱) مقدار ۱۰ میلی‌لیتر کلروفرم که حاوی مقداری اسید بنزوئیک است را داخل دکانتور(قیف جداکننده) بریزید.

۲) سپس ۱۰ میلی‌لیتر محلول سود ($NaOH_{(aq)}$) ۱۰ درصد اضافه کنید. و در دکانتور را ببندید آن را تکان دهید.

۳) هر مرتبه برای خارج‌کردن گازهای ایجاد شده، شیر قیف را بازکرده و پس از خارج شدن گازها آن را ببندید. هنگام باز کردن قیف آن را به صورت عمودی در کف دست نگه دارید تا محلول از انتهای قیف خارج نشود.

۴) سپس دکانتور را در حلقه(گیره) به حال خود بگذارید تا دو لایه آلی و آبی از هم جدا شوند. لایه بالایی محلول آبی بنزوات سدیم است و لایه پایینی کلروفرم.

۵) با بازکردن شیر قیف، دو لایه را از هم جدا کنید. توجّه کنید که قبل از بازکردن شیر، در دکانتور را برداشته باشید. لایه آبی را در یک بشر ریخته و کنار بگذارید.

۶) کلروفرم را مجدّدا به دکانتور بازگردانده و ۵ میلی‌لیتر دیگر سود ۱۰ درصد به آن اضافه کنید. عمل استخراج را تکرار کنید.

۷) محلول آبی حاصل از استخراج دوم را به محلول آبی اول اضافه‌کرده و ۶ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۲۰ درصد به آن بیفزایید(تا pH محلول اسیدی شود). بدین ترتیب بنزوئیک اسید رسوب می‌کند. محلول را به کمک قیف بوخنر صاف کنید و رسوب بدست آمده را با آب مقطر بشویید. رسوب جدا شده اسید بنزوئیک استخراج شده از کلروفرم است (دنیاگرد، ۱۳۹۵).

۵_ تهیّه‌ی یک آمینو پلاست؛ رزین اوره – فرمالدهید

آمینو پلاست‌ها رزین‌هایی هستند که از واکنش آمین‌ها یا آمیدها با آلدهیدها به دست می‌آیند. مهم‌ترین نوع این پلیمرها که اهمّیّت تجاری زیادی پیدا کرده‌اند عبارتند از رزین اوره_فرمالدهید و رزین ملامین_فرمالدهید. خواص این رزین عبارتند از مقاومت حرارتی تا $۹۰^{o}C$، مقاومت الکتریکی عالی، مقاومت در برابر ترک خوردگی، مقاومت در برابر مواد شیمیایی. علاوه بر این، محصولات مربوطه هیچگونه رنگ، بو یا طعمی را به مواد غذایی و آشامیدنی منتقل نمی‌کنند. از این رو از این رزین‌ها در ساخت وسایل منزل و بهداشتی نظیر ظروف غذا، اسباب بازی، سوئیچ، کلید و پریز، سرپیچ لامپ، لوازم دستشویی و ...استفاده می‌شود. آزمایش حاضر نمونه‌ای از آزمایش ها نوین است که تا حدودی در واحدهای آزمایشگاهی برای دانشجویان قابل اجراست. نکته مورد توجّه برای دانشجویان آن است که می‌توان علاوه بر روش مورد استفاده در دستورالعمل آزمایشگاهی اساتید، به دو روش دیگر، اقدام به تولید پلیمر مذکور نمود. امّا نکته قابل تامل برای دانش‌آموزان آن است که آزمایش زیر به دلیل قرارگیری در دسته پلیمر و نبود اطّلاعات مورد نظر، عدم توجّه کافی و ارائه خرده ویژگی‌های مواد پلیمری در کتب درسی. همسویی کمی با اهداف آموزشی دانش‌آموزان دارد. ولی می‌توان در تدریس(مثال زنی یا نمونه‌آوری) گروه‌های عاملی به صورت عملی از واکنش بین آمین با آلدهید (رزین اوره_آلدهید). در دوران متوسّطه (سال یازدهم فصل۱) اجرا شود. همچنین می‌توان از جهت

آشنایی و ایجاد ذهنیّت به همراه ترویج مفهوم و گرایش‌سازی برای دانش‌آموزان در حیطه پلیمر، آزمایشی سطحی و ساده که راهکاری آسان برای آشنایی دانش‌آموزان با مبحث نوین پلیمر ارائه می‌کند. طرّاحی نمود. آزمایش زیر به دلیل ثابت بودن نحوه اجرا، تطابق زمان‌کلاسی، همسویی نسبی با کتب درسی و دانشگاهی، ارتباط مربیان با فراگیران و وجود چندین دستورالعمل مشخص. در دسته فعّالیّت‌های توصیفی قرار می‌گیرد.

مرتبه کاربرد: دانش‌آموزان و دانشجویان

لوازم مورد نیاز: ۵ گرم اوره (دارای دو گروه آمینی)، ۶ میلی‌لیتر فرمالدهید، اسید سولفوریک ۰/۵ نرمال ، لوله آزمایش ، کاغذ pH.

شرح آزمایش:

روش۱:

۱) در یک لوله آزمایش ۵گرم اوره و ۶ میلی‌لیتر فرمالدهید را مخلوط کنید و لوله را تکان دهید تا اوره کاملاً حل شود.
۲) سپس pH محلول را با سه یا چهار قطره اسید سولفوریک N ۰/ ۵ نرمال به ۴ برسانید و زمان لازم برای تشکیل رسوب در لوله آزمایش را اندازه‌گیری کنید.

روش۲:

۱) درون یک لوله آزمایش ۵ گرم اوره بریزید و تقریباً ۱ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک غلیظ و ۵ میلی‌لیتر آب اضافه کنید.
۲) پس از اینکه اوره بر اثر تکان دادن لوله حلّ شد ، ۱۵ قطره محلول آبی فرمالین به آن اضافه کنید.
۳) رزین اوره_فرمالدهید به صورت رسوب سفید رنگی تشکیل خواهد شد . اگر رسوبی مشاهده نشد ، مخلوط را با یک میله شیشه‌ای خراش دهید تا رسوب تشکیل گردد.

روش۳:

۱) محلول اشباع شده‌ای از اوره در آب تهیّه نمایید (بدین ترتیب که به اندازه چند نوک اسپاتول اوره به داخل آب در لوله آزمایش ریخته شود)

۲) ۲۰ میلی‌لیتر از محلول اشباع شده اوره را با ۲ میلی‌لیتر فرمالین(متیل آلدهید) و سه قطره اسید سولفوریک غلیظ در یک لوله آزمایش مخلوط کنید. پس از چند دقیقه جامدات ریز و سفید رنگی تشکیل می‌گردد(رفیع منزلت، ۱۳۹۴).

شکل۴_ تصویر آمینولاست(رزین اوره- فرمالدهید)

۶_تهیّه‌ی اتر

اترها هیدروکربن‌هایی هستند که دارای گروه عاملی اتری ($R - O - R$) یعنی اکسیژنی که از دو جهت به گروه آلکیل متّصل است تشکیل شدند. اترها در اثر واکنش الکل‌های نوع اول(عامل الکلی به یک گروه کربن متّصل باشد مثل متانول یا اتانول) در محیط اسیدی حاصل می‌شود. بدین صورت که دو مولکول الکلی به یکدیگر نزدیک شده و هیدروژن یکی به هیدروکسید دیگری متّصل و از مولکول الکلی جدا شده و آب تولید می‌شود. جدای از آن‌ها دو مولکول الکل به واسطه اکسیژن به یکدیگر متّصل می‌شوند. یکی از معروف‌ترین نوع اترها دی اتیل اتر است که به عنوان حل‌کننده کاربرد دارد. آزمایش حاضر به دلیل روش ساده‌ای که برای تهیّه اتر ارائه داده است می‌تواند برای دانش‌آموزان در ادراک تولید اتر که در کتب درسی شیمی سال یازدهم در قالب شیمی آلی (فصل۱) ارائه شده آموزش داد. همچنین در تولید گروه عاملی اتر نیز می‌تواند برای دانش‌آموزان مفید باشد. امّا برای دانشجویان نیز در واحدهای آزمایشگاهی می‌تواند از آموزش‌های مورد نظر الکلی و اسیدی باشد. آزمایش زیر به دلیل ثابت بودن نحوه اجرا، دستورالعمل مشخص، تطابق زمان‌کلاسی، همسویی با مطالب کتب درسی و دانشگاهی. از دسته فعّالیّت‌های توصیفی است.

مرتبه کاربرد: دانش‌آموزان و دانشجویان

لوازم مورد نیاز: بشر ۵۰ یا ۱۰۰ میلی‌لیتر، استوانه مدرج ۵۰ یا ۱۰۰ میلی‌لیتر، شیشه ساعت قطر ۷یا ۹،کبریت، اتانول، سولفوریک اسید غلیظ.

لوازم ایمنی:

- در زیر هود و یا نزدیک هواکش، آزمایش را اجرا نمایید.
- حین اجرای آزمایش، از دستکش آزمایشگاهی استفاده کنید.

شرح آزمایش:

۱) حدود ۲۵ میلی‌لیتر اتانول را با استوانه مدرج اندازه گرفته و درون بشر بریزید.

۲) تقریباً ۵ میلی‌لیتر سولفوریک اسید به آن اضافه کنید.

توجّه: هیچگاه الکل را به سولفوریک اسید اضافه نکنید؛ زیرا در اثر گرمای حاصل، ممکن است محلول حاوی اسید به بیرون ظرف بپاشد.

۳) به سرعت با استفاده از شعلهٔ کبریت، محلول را شعله‌ور کرده و هواکش را به کار اندازید.

۴) یک دقیقه منتظر بمانید. حالا با احتیاط، یک شیشه ساعت را بر روی دهانهٔ بشر قرار دهید تا شعله خاموش شود.

۵) پس از آنکه ظرف واکنش کمی خنک شود، شیشه ساعت را برداشته و مقابل صورت خود گرفته و بو کنید. بوی حاصل از دی اتیل اتر کاملاً مشخّص است. این مادّه به وسیله‌ی واکنش زیر سنتز شده است(افشار، ۱۳۹۷).

$$CH_3CH_2{-}OH + CH_3CH_2O{-}H \rightarrow CH_3CH_2{-}OCH_2CH_3 + HO{-}H$$

۷_ کنترل کیفیّت شیر(سنجش قدرت اسیدی)

قدرت اسیدی می‌تواند تازگی یا ماندگی شیر، کیفیّت نگهداری آن و همچنین میزان باکتری‌های موجود در آن را به طور تقریبی نشان دهد. قدرت اسیدی شیر تازه برابر با ۰/۱۳ ـ ۰/۱۸ بر حسب درصد لاکتیک اسید است (شیر تازه لاکتیک اسید ندارد). در اثر تخمیر میکروبی، قند موجود در شیر (لاکتوز) تبدیل به لاکتیک اسید شده و قدرت اسیدی شیر را افزایش می‌دهد. طبق تعریف سازمان ملی استاندارد ایران(شماره۲۸۵۲)، قدرت اسیدی کل، عبارت از مقدار سدیم هیدروکسید ۰/۱ نرمالی است که بتواند اسید مقدار معینی از شیر یا فراورده‌های لبنی را در حضور شناساگر فنول فتالئین

خنثی کند. آزمایش حاضر برای شاخه فنی طرّاحی گردیده امّا از جهت آشنایی بیشتر دانش‌آموزان در مباحث اسید و باز(فصل ۱ شیمی دوازدهم) در قالب تشخیص قدرت اسیدی مایعات می‌تواند کاربرد داشته باشد. همچنین برای واحد آزمایشگاهی دانشجویان به همراه تیتراسیون در آزمایشگاه‌ها عمومی می‌توان جایگزین کرد. آزمایش زیر به دلیل داشتن دستورالعمل مشخص، نظارت مربیان، تطابق زمان‌کلاسی، همسویی با مطالب کتب درسی و دانشگاهی از نوع فعّالیّت‌های توصیفی است.

نکته:

- برای مثال ۵ میلی‌لیتر شیری که قدرت اسیدی بالایی دارد در اثر حرارت منعقد می‌شود.
- همین آزمایش را می‌توانید با ماست انجام دهید. در این حالت باید ماستی را که به عنوان نمونه برمی‌دارید با ۲۰میلی‌لیتری آب مقطر بدون کربن دی اکسید رقیق کنید. در مورد موادی مانند لبنیات پودری(شیر خشک) و آب پنیر باید آن‌ها را ابتدا در آب مقطر عاری از کربن دی اکسید حل کنید.

مرتبه‌ی کاربرد: دانش‌آموزان و دانشجویان

لوازم مورد نیاز: آب مقطر فاقد کربن دی اکسید(برای تهیّه آب مقطر را بجوشانید، سرد کنید)، سدیم هیدروکسید ۰/۱ نرمال، فنول فتالئین، همزن شیشه‌ای، کاغذ صافی، پیپت، بورت ۲۵ میلی-لیتری، ترازوی ۰/۰۰۱گرم، ارلن ۱۰۰ و بشر یا بالن حجمی ۲۵۰ میلی‌لیتری، ظرف درب‌دار، آب فشان.

شرح آزمایش:

۱) ۱۰ میلی‌لیتر از شیر را در یک ارلن بریزید و به آن چند قطره شناساگر فنول فتالئین بیفزایید.
۲) بورت را ابتدا با آب مقطر، سپس با محلول سدیم هیدروکسید بشویید و با محلول سدیم هیدروکسید ۰/۱ نرمال پر کنید.
۳) ضمن هم زدن ارلن، عمل سنجش حجمی را تا ظاهر شدن رنگ صورتی کم رنگ ادامه دهید و حجم سدیم هیدروکسید مصرفی را یادداشت کنید(V).

قدرت اسیدی بر حسب لاکتیک اسید را از معادله روبرو محاسبه کنید: (هر میلی‌لیتر سدیم هیدروکسید مصرفی معادل ۰/۰۰۹گرم لاکتیک اسید است). که در آن N مقدار میلی‌لیتر سدیم هیدروکسید ۰/۱ نرمال مصرف شده و V حجم نمونه است (دیلمی، ۱۳۹۸).

$$\text{قدرت اسیدی} = \frac{N \times ۰/۰۰۹ \times ۱۰۰}{V}$$

۸_ تشخیص گروه عاملی فنول در اسیدآمینه

فنول یا اسید فنیک (C_6H_5OH) مادّه‌ای است که در آن به جای یک اتم هیدروژن از هیدروکربن سیرنشده بنزن یک عامل هیدروکسیل یا OH قرار دارد. فنول به صورت بلورهای جامد و بی‌رنگ با بوی تند و مخصوص است که در نتیجه اکسایش در هوا صورتی رنگ می‌شود. نقطه ذوب آن ۴۲ درجه سانتی‌گراد و در دمای معمولی در آب، کم محلول و در اثر گرم شدن، حلّالیت آن افزایش یافته و در ۷۰ درجه به هر نسبت با آب مخلوط می‌شود. فنول خاصیّت ضدعفونی‌کنندگی دارد از بهترین حلّال‌های آن اتانول و اتر است. فنول سمی و خطرناک است. آزمایش حاضر برای دانش‌آموزان از جهت تشخیص گروه عاملی(شیمی یازدهم فصل۱) فنولی کاربرد دارد که در این مورد اسیدآمینه نمونه آزمایشی است. امّا برای دانشجویان در آزمایشگاه شیمی آلی به دنبال سایر آزمایش ها کاربردی، بسیار مثمرثمر خواهد بود. آزمایش زیر به دلیل همسویی با مطالب کتب درسی(شیمی آلی در شیمی یازدهم و اطّلاعات اسیدآمینه در اسید و باز آمفوتر) و دانشگاهی، تطابق زمان‌کلاسی، دستورالعمل مشخص، نظارت مربیان. در دسته فعّالیّت‌های توصیفی قرار می‌گیرد.

لوازم ایمنی: دستکش، عینک، ماسک

مرتبه‌ی کاربرد: دانش‌آموزان و دانشجویان

لوازم مورد نیاز: اسیدآمینه گلیسین، اسیدآمینه تیروزین، بشر(یا لوله آزمایش)، محلول کلرید آهن (Fe^{3+}) ۲۰درصد.

شرح آزمایش:

۱) درون یک بشر به مقدار ۱۰ میلی‌لیتر اسیدآمینه تیروزین می‌ریزیم.
۲) درون بشر دیگری به مقدار ۱۰ میلی‌لیتر اسیدآمینه گلیسین می‌ریزیم.

۳) به درون هر دو بشر چند قطره‌ای محلول کلرید آهن ۲۰درصد ریخته و هر دو بشر را درون آب جوش قرار می‌دهیم.

۴) پس از مدّت کوتاهی بشر حاوی اسیدآمینه تیروزین رنگ قرمز را ظاهر می‌سازد که به دلیل وجود عامل فنولی در آن است امّا بشر حاوی گلیسین به این رنگ تغییر نمی‌کند.

نکته: آزمایش فوق را می‌توان در قالب آزمایش میلون به وسیله‌ی معرف میلون انجام داد(در واقع آزمایش فوق نوع تغییر یافته‌ای از آزمایش میلون است.). آزمایش میلون برای تشخیص اسیدآمینه‌های فنول‌دار است.

معرف میلون[1]: ۱۰۰ گرم جیوه را در زیر هود در یک بشر ریخته و به آن ۱۴۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ بیافزاید تا حل شود، سپس دو برابر حجم آن آب مقطر بیافزایید (قمریان، ۱۳۹۳).

۹_ مار فرعون

مادّه اصلی تیوسیانات جیوه (Hg^{2+}) است که در اثر حرارت تجزیه می‌شود. فرآیند آن شامل مجموعه‌ای از چندین واکنش‌های شیمیایی است.

$2Hg(SCN)_2 \rightarrow 2HgS + CS_2 + C_3N_4$

$CS_2 + 3O_2 \rightarrow CO_2 + 2SO_2$

$2C_3N_4 \rightarrow 3(CN)_2 + N_2$

$HgS + O_2 \rightarrow Hg + SO_2$

کربن دی سولفید (CS_2) ، کربن نیترید(C_3N_4)

لازم به ذکر است در اثر آتش زدن مستقیم مادّه تیوسیانات جیوه می‌توان مار فرعون تولید نمود. آزمایش مار فرعون برای سرگرمی دانش‌آموزان کاربرد دارد و می‌تواند دانش‌آموزان را به شیمی علاقه‌مند کند. آزمایش زیر همسویی محدود و نسبی با مطالب درسی دارد و می‌تواند به عنوان آزمایشی چند مرحله‌ای(مبحث سنتیک، فصل۲ شیمی یازدهم) برای دانش‌آموزان یا حتی مثالی عملی برای دانشجویان ذکر نمود. آزمایش زیر به دلیل ثابت بودن نحوه‌ی اجرا، نظارت مربیان، تطابق زمان‌کلاسی. در دسته‌ی فعّالیّت‌های توصیفی قرار می‌گیرد.واکنش‌های چند مرحله‌ای در مبحث

[1] Millon

سنتیک بسیار آموزنده هستند برای مثال می‌توان تغییر انرژی سطوح مختلفی از واکنش، حالت گذار(پیچیده فعال) واکنش‌ها، سطح انرژی طرفین واکنش و ... را به وسیله‌ی نمودار سرعت-زمان نمایش داد. درحالی که در کتب درسی به دلیل ارائه واکنش‌های تک مرحله‌ای، نمی‌توان به خوبی به تدریس و تفهیم موارد ذکر شده اقدام نمود. آزمایش چند مرحله‌ای مار فرعون می‌تواند به راحتی چند واکنشه بودن فرآیند، مفاهیم سرعت واکنش و کاهش تدریجی انرژی واکنش را به صورت بصری نمایش دهد.

مرتبه کاربرد: دانش‌آموزان

لوازم مورد نیاز: ماسه یا شن، شکر، الکل، جوش شیرین

شرح آزمایش:

۱) ۴ واحد شکر را با ۱ واحد جوش شیرین مخلوط کنید.
۲) حفره‌ای بر روی تل ماسه ایجاد کنید.
۳) الکل را روی تل ماسه بریزید.
۴) مخوط شکر و جوش شیرین را درون حفره بریزید و الکل را آتش بزنید. چند دقیقه بعد مار فرعون ظاهر خواهد شد.

۱۰_ تجزیه هیدروژن پراکسید

هیدروژن پراکسید در گذر زمان به تدریج به صورت خود به خود تجزیه می‌شود امّا در محیط‌های بازی و در مواجه شدن با ترکیبات اکسنده‌ی قوی این فرآیند با شدت و سرعت زیاد انجام می‌شود. از سویی پتاسیم پرمنگنات یک اکسنده قوی با عدد اکسایش +۷ است. آزمایش زیر با هدف درک مفهوم اکسایش و کاهش به صورت آزمایش بصری برای دانش‌آموزان و دانشجویان طرّاحی و توصیه می‌گردد. آزمایش زیر برای دانش‌آموزان مثالی از اکسنده قوی و اعداد اکسایش متفاوت مواد(تمامی مواد اعداد اکسایش متفاوت و حتی برخی دارای چند عدد اکسایش هستند) را نمایش می‌دهد(فصل۲ شیمی دوازدهم). همچنین انجام گرفتن آزمایش در محیط بازی می‌تواند شرایط واکنش در چنین وضعیتی را برای دانش‌آموزان شرح دهد(تشدید روند تجزیه). دانشجویان نیز در واحد آزمایشگاه عمومی می-توانند جایگزین برخی آزمایش ها یا همراه با برخی آزمایش ها تجزیه‌ای اجرا نمایند. آزمایش زیر به

دلیل ثابت بودن نحوه اجرا، تطابق زمان‌کلاسی، نظارت مربیان، دستورالعمل مشخص. در دسته فعّالیّت‌های توصیفی قرار می‌گیرد.

مرتبه‌ی کاربرد: دانش‌آموزان و دانشجویان

لوازم مورد نیاز: بالن ۲۰۰۰ میلی‌لیتری، محلول هیدروژن پراکسید، پرمنگنات پتاسیم، بشر کوچک، قیف، اسپاتول.

شرح آزمایش:

۱) به وسیله‌ی بشر کوچکی به میزان ۲۰ الی ۵۰ میلی‌لیتر هیدروژن پراکسید را درون بالن می‌ریزیم.
۲) سپس به میزان کمی ۲تا ۳ گرم پتاسیم پرمنگنات را به وسیله‌ی اسپاتول به درون بالن اضافه می‌کنیم.
۳) پس از گذشت چند ثانیه بخاری حجیم از دهانه‌ی بالن به شدت خارج می‌شود که حاصل تجزیه هیدروژن پراکسید است. در اثر ترکیب دو مادّه مذکور کمی نیز رنگ بنفش پتاسیم پرمنگنات درون بالن مشهود است.

هیدروژن پراکسید در واکنش با پتاسیم پرمنگنات به آب و اکسیژن تجزیه می‌شود. در این واکنش ابتدا H_2O_2 اکسید شده و سپس گاز اکسیژن آزاد می‌شود و آب باقی می‌ماند. در اثر گرمازا بودن واکنش فوق مخلوط آب و اکسیژن را به صورت بخار مشاهده می‌کنیم. در انتها ترکیبات منگنز دی اکسید، پتاسیم هیدروکسید، آب و بخشی از پتاسیم پرمنگنات واکنش نداده درون بالن باقی می‌مانند.

$$3H_2O_2 + 2KMnO_4 \rightarrow 3O_2 + 2MnO_2 + 2KOH + 2H_2O$$

نتیجه گیری

آزمایشگاه بخش جداناپذیری از فراگیری علم شیمی است و عامل ایجاد و حفظ ارتباط بین ادراک انتزاعی و یادگیری بصری محسوب می‌شود. در مقاطع آموزش عالی ارتباط بین آزمایشگاه و کلاس درس تئوری تا حدودی تثبیت گردیده امّا برای یادگیری بیشتر و دقیق‌تر داوطلبان(غالباً دانشجویان کارشناسی و دانش‌آموزان) ، اقدام عملی در میان گزینه‌های انتخابی نیست. دلیل آن می‌تواند کمبود

امکانات از جمله: نبود آزمایشگاه، لوازم آزمایش، موادّ اوّلیّه، عدم تسلّط دبیر یا استاد مربوطه در اقدامّات عملی، پایین بودن قدرت تخیّل و تبحّر عملی لازم برای ارائه مدل‌های مختلف آزمایشی مناسب برای دانش‌آموزان و دانشجویان هر مقطع و رشته از طرف مولّفان و دبیران و استادان مربوطه، باشد. مواجهه دانش‌آموزان و دانشجویان با آزمایش ها نوین و یادگیری نحوه‌ی تولید برخی موادّ اوّلیّه صنایع از جمله پلیمر و ... می‌تواند قدرت تخیل و ایده پردازی آنان را تقویت نموده و زمینه رشد و ارتقای صنایع نوپای شیمیایی را فراهم سازد. مطمئنا یادگیری عملی و آزمایشگاهی تاثیرات ذهنی فراتر از یادگیری تئوری و کلاسی خواهد داشت. همچنین می‌توان آزمایش ها ارائه شده برای دانشجویان را برای دانش‌آموزان در مقاطع پیش‌تر آموزش داد. این اقدام سبب تثبیت آموزه‌های علمی(شیمی) و حفظ روحیّه پژوهشی، از بین بردن جوّ روانی دانش‌آموزان و کلاس درس، یکنواخت نشدن آزمایش ها مشخّص، متفاوت بودن نوع آزمایش قابل اجرا برای دانش‌آموزان می‌شود. از سویی آزمایش ها شیمی آلی از جمله استخراج مایع-مایع یا سطحی بودن آزمایش ها مانند جوشاندن آب با فشار هوا یا رسانایی گرمایی، انعطاف‌پذیر بودن دامنه طرّاحی و ارائه آزمایش ها را نمایش داده و مفیدتر بودن آزمایش ها فوق را برای داوطلبان ثابت می‌کند. به عنوان راهکار و عملکرد آزمایش ها طرّاحی شده، به اختصار محل انتشار آزمایش در کتب درسی به تفکیک موضوع مورد نظر و فصل مورد کاربرد توصیه می‌شود. همچنین توصیه می‌گردد برای دانش‌آموزان و به ویژه دانشجویان در ابتدای کلاس آزمایشگاهی فعّالیّت‌های آزمایشگاهی به تفکیک، تعریف و ویژگی‌های هر مورد، برای داوطلبان تشریح شده و نوع هر آزمایش از جهت فعّالیّت‌های آزمایشگاهی مشخص شود.

منابع

افشار، وحید، و شهرجردی، سیروس، و سعیدی خواه، مرضیه(شهریور ۱۳۹۷). سنتز مواد آلی از طریق تبدیل گروه‌های عاملی با آزمایش‌های ساده. دهمین *کنفرانس آموزش شیمی ایران*. تهران.

بدریان، عابد، و کامیابی، شریف (۱۳۹۴). یاددهی و یادگیری شیمی در آزمایشگاه. تهران : نشر مبنای خرد.

پیله ور، آذر (شهریور۱۳۹۷) . آموزش شیمی مبتنی بر آزمایشگاه و شیوه‌های ارائه‌ی آن. دهمین *کنفرانس آموزش شیمی ایران*.

دنیاگرد، لعل ذکریا، نجف زاده (مهر ۱۳۹۵). دستور کار آزمایشگاه شیمی آلی. گروه فناوری نوین. مجتمع آموزش عالی اسفراین.

دیلمی راد، گوهر، و بریجانیان، حسین، و کدیور، محسن (۱۳۹۸). کنترل کیفیّت در صنایع شیمیایی ـ۲۱۲۵۲۱ . شاخه فنی و حرفه‌ای پایه دوازدهم دوره دوم متوسّطه . چاپ دوم. شرکت چاپ ونشرکتاب‌های درسی ایران.

رفیع منزلت، فاطمه (مهر ۱۳۹۴). دستور کار آزمایشگاه مبانی پلیمر. دانشگاه اصفهان.

سراجیان اردستانی، مریم، و سراجیان اردستانی فاطمه (۱۳۹۲). طرّاحی آزمایش‌های کم هزینه شیمی در مقیاس خرد. *کنفرانس آموزش شیمی ایران*. سمنان.

شکوه السّادات، خالو، و سعادتی، زهره (مرداد و شهریور ۱۳۹۲). سنتز، تعیین ساختار و فعّالیّت ضد باکتری نانو ذرّات نقره حاصل از پسماندهای آزمایشگاهی. *دو ماهنامه علمی– پژوهشی فیض* دوره هفدهم. شماره۳. صفحات ۲۶۱_۲۶۶.

قمریان، عبدالرضا، و وکیلی، ساناز، و فیاض، شیما (۱۳۹۳). آزمایشگاه عملی. دانشگاه علوم پزشکی تهران.

Treagust, D.F, et al. (2010). evaluating students' understanding of kinetic particle theory concepts relating to the states of matter, changes of state and diffusion: a cross-national study. *International Journal of Science and Mathematics Education*., 8, 141-164.

Hofstein, A. (2004). the laboratory in chemistry education: thirty years of experience with developments, implementation, and research. *Chem. Educ. Res. Pract*., 5, 247-264.

Russell, C.B. & Weaver, G. (2008). Student Perceptions of the Purpose and Function of the Laboratory in Science: A Grounded Theory Study, *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*: Vol. 2: No. 2, Article 9.

Domin, D.S. (1999). A Review of laboratory instructional styles. *J. Chem. Educ*, 76, 543-547.

Hodson, D. (1993). Re-thinking Old Ways: Towards A More Critical Approach To Practical Work In School Science. *Studies in Science Education, 22*(1), 85-142.

Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education, 88*(1), 28-54.

Shulman, L., & Tamir, P. (1973). Second handbook of research on teaching. In: Rand McNally: Chicago, IL.

National Academies of Sciences, E., & Medicine. (2016). *Chemical Laboratory Safety and Security: A Guide to Developing Standard Operating Procedures*. Washington, DC: The National Academies Press.

Review Article

Research in Chemistry Education, Vol 2, No 1, 69-99

Research in Chemistry Education

http://chemedu.cfu.ac.ir

The Optimization of the Design of some Chemical Experiments and Designing new low-cost Experiments in Chemistry

Alireza Khodaei *

Department of Science, Farhangian University, Tabriz, Iran

Abstract

Due to the expansion of educational methods for all study sciences in the present century, the need to instruction through practice and experimentation is felt more than ever in the educational process. Experiments in the field of experimental sciences bring a wide range of thought and clear understanding to thinkers and students in this field. Practical action and experimental experimentation is a clear and tangible step in solving the challenges and abstract problems of teaching and understanding chemistry, and a visual and convincing solution that offers beyond human imagination in an understandable and observable context. During this research in the form of teacher experiences, we will review, brows and offer educational experiments that are prepared based on practical measures, and the implementation approach for chemistry education is approved. The purpose of this study is to make some academic tests suitable for students and to provide some examples of tests along with chapters of textbooks in which it is more appropriate to present the tests. Also, descriptions of laboratory activities are provided separately. In conclusion, the use of designed experiments will be more useful for school students and more fruitful for college students. There are also some practical recommendations at the end of the research.

Keywords: Chemistry education, laboratory activities, learning, chemistry experiment design, Chemistry laboratory.

*Corresponding Author: (✉ Alireza.khodaei.cfu@gmail.com)