Article No.A0036

Recycling waste chemicals in general chemistry laboratory of ferdowsi university of mashhad (Part 3: the rate of chemical reactions, electrolysis of sulfuric acid and thermo gravimetric analysis of copper (II) oxide experiments)

Seyed Hasan Kazemi
Department of Chemistry, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

The learning of principles in the context of introductory chemistry laboratory experiments in the general chemistry laboratory course syllabus is expressed [1]. The variety of qualitative and quantitative audience (students in many science and engineering courses, most medical and paramedical courses, veterinary Medicine, etc.) and consequently the high workflow of this laboratory teaching, the environment infects by chemical waste dangerous [2, 3]. This research provides after a decade of teaching the lesson and recent paper [4] by the author, in order to be properly scientific-practical manage chemical wastes in general chemistry laboratories, also addition of this important issue to purposes of this lesson[5]. The practical results of this research, while reducing waste and recycling of valuable substances. Furthermore elementary students faced with this issue in an objective and context modeling to provide their work in the future.
The rate of chemical reactions, electrolysis of sulfuric acid and thermo gravimetric analysis of copper (II) oxide experiments - the seventh, eighth and ninth practical experiences of chemistry students, respectively - for the final step was selected. Retrieval methods, safety considerations, properties and price of eight chemical residues that contains: H_2, $MgCl_2.6H_2O$, S_2, $Na_2SO_4.10H_2O$, H_2SO_4, $ZnSO_4.7H_2O$, Cu and Zn were clearly expressed.

References:
[1] Kazemi Riabi, S.H. (2012). First Acquaintance with Practicable General Chemistry and Qualitative Analysis of Inorganic Cations & Anions. One chapter (pp.1-50). Tehran : Rahpouyan kherad Publications. Available from http://www.fanouse.net
[2] Ghani, M., Golbabaie, F., Akbarzadeh Baghban, A.R., Aslani, H., & Moharamnejad, N. (2012). Evaluation of Solid Waste Management in the Chemistry Laboratories of Tehran Universities. Iranian Journal of Health and Environment, 4(3), 351-362. Retrieved from http://ijhe.tums.ac.ir/browse.php?mag_id=6&slc_lang=fa&sid=1
[3] Mosavi Eshkevari, M., Qaasedi, A., & Arvand, M. (2010). Waste Management in general Chemistry Laboratory. 13th National Congress on Environmental Health. Retrieved from http://www.civilica.com/Paper-NCEH13-NCEH13_164.html
[4] Kazemi, S.H., & Asoodeh, A. (2012). Recycling waste chemicals in general chemistry laboratory of ferdowsi university of mashhad (Part 1: The Law of Conservation of Mass Experiment). 3th National Congress on Safety and Chemical Waste Management. Available from http://profdoc.um.ac.ir/paper-abstract-1030420.html

بازیافت پسماندهای شیمیایی در آزمایشگاه شیمی عمومی دانشگاه فردوسی مشهد (قسمت۳: آزمایشهای بررسی سرعت واکنشهای شیمیایی، الکترولیز سولفوریک اسید و تجزیه وزنی مس (II) اکسید)

سید حسن کاظمی
گروه شیمی، دانشگاه فردوسی مشهد، صندوق پستی ۱۴۳۶- ۹۱۷۷۹ مشهد، ایران

چکیده

هدف از درس آزمایشگاه شیمی عمومی در سرفصل آن، فراگرفتن اصول کار در این آزمایشگاه و کسب تجربیات مقدماتی می با شد. دانشجویان بسیاری از رشته های تحصیلی علوم پایه و مهندسی، اکثر رشته های تحصیلی پزشکی، پیراپزشکی، دامپزشکی و ... مخاطبین این درس را تشکیل می دهند.گردش کار بالای این آزمایشگاه آموزشی دانشگاهی، تولید اجتناب ناپذیر انبوه پسماندهای شیمیایی خطرناک را به دنبال دارد. در ادامه کار قبلی، پژوهش اخیر نیز به منظور مدیریت صحیح پسماندهای شیمیایی این آزمایشگاه، آن هم با ارائه راهکارهای علمی– عملی جهت بازیافت آنها و همچنین افزودن این مقوله ی مهم به اهداف این درس، انجام شده است. آزمایشهای بررسی سرعت واکنشهای شیمیایی، الکترولیز سولفوریک اسید و تجزیه وزنی مس(II) اکسید که به ترتیب هفتمین، هشتمین و نهمین کارهای عملی شیمی دانشجویان در دانشگاه فردوسی مشهد است به عنوان سومین مرحله بازیافت پسماندهای شیمیایی، انتخاب شد. در این مقاله، شیوه بازیابی، ملاحظات ایمنی، خصوصیات، کاربرد ها و قیمت هشت پسماند شیمیایی آنها شامل: هیدروژن، منیزیم کلرید شش آبه، گوگرد، سدیم سولفات ده آبه، سولفوریک اسید، روی سولفات هفت آبه، مس و روی به وضوح بیان شده است. عملیاتی شدن کامل این پژوهش، ضمن کاهش پسماندها و صرفه جویی اقتصادی ناشی از بازیافت این مواد ارزشمند، دانشجویان را با این مسئله به صورت جدی مواجه و زمینه الگو برداری ازآن را برای آنها فراهم می کند.

مقدمه

با نگرشی به تاریخ علوم تجربی، می‌توان دریافت که بسیاری از مفاهیم نظری در فیزیک، شیمی، زمین‌شناسی، زیست‌شناسی و... ریشه در مشاهده‌ی آزمایشگاهی پدیده‌ها و برهم‌کنش مواد با یکدیگر دارند. اهمیت فراوان آزمایش و تجربه باعث شده‌است که بیشتر وقت دانشمندان و محققین برجسته در آزمایشگاه‌ها، صرف پژوهش گردد. این کار زمانی ارزشمند و لذت بخش خواهد بود که نظافت، نظم، ترتیب، مراعات نکات ایمنی، دقت، حوصله، نتیجه گیری منصفانه و تدوین گزارش کار مناسب، مد نظر باشد [۱]. امروزه علاوه بر موارد فوق، توجه به جنبه های زیست محیطی و کاهش هزینه ها نیز مهم تلقی می شود [۲، ۳]. به دلیل گردش کار بالای آزمایشگاه شیمی عمومی، تولید انبوه پسماندهای شیمیایی خطرناک، اجتناب ناپذیر می باشد. پس از یک دهه تجربه تدریس این درس، پژوهش اخیر – در ادامه کار قبلی [۴]– به منظور مدیریت صحیح پسماندهای شیمیایی با بازیافت آنها و افزودن این مقوله ی مهم به اهداف این درس انجام شده است. هفتمین، هشتمین و نهمین تجربیات عملی شیمی دانشجویان–به ترتیب آزمایشهای بررسی سرعت واکنشهای شیمیایی، الکترولیز سولفوریک اسید و تجزیه وزنی مس (II) اکسید–به عنوان ادامه این پژوهش ادامه دار، انتخاب شده است.

شرح روش

در آزمایش بررسی سرعت واکنشهای شیمیایی، اثر تغییر غلظت بر سرعت واکنش کلریدریک اسید با منیزیم و اثر تغییر دما بر سرعت واکنش سدیم تیوسولفات با سولفوریک اسید بررسی می شود (شکل ۱):

$$Mg + 2HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$$
$$Na_2S_2O_3 + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + SO_2 + S + H_2O$$

هیدروژن، منیزیم کلرید شش آبه، گوگرد و سدیم سولفات ده آبه از پسماندهای این آزمایش بازیافت می شوند.
درآزمایش بعدی سولفوریک اسید رقیق، با الکترودهای مسی الکترولیز می شود (شکل ۲):

$$Cu + H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + H_2$$

هیدروژن، مس و سولفوریک اسید نیز از پسماندهای این آزمایش بازیافت می شوند.
درآزمایش آخر، مس (II) اکسید با کمک هیدروژن تولیدی از واکنش روی و سولفوریک اسید، تجزیه وزنی می شود (شکل ۳):

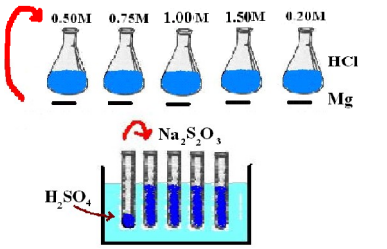
$$Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$$
$$CuO + H_2 \rightarrow Cu + H_2O$$

روی، مس و روی سولفات هفت آبه نیز از پسماندهای این آزمایش بازیافت می شوند.
در ادامه به تفکیک، به بررسی و چگونگی بازیافت پسماند شیمیایی فوق می پردازیم.

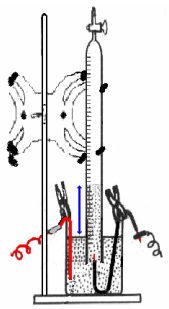
بازیافت مستقیم H_2

هیدروژن با CAS # =1333-74-0 و لوزی NFPA شماره ۱ (شکل ۴)، اولین محصول جانبی قابل بازیافت در مرحله ششم، ترکیبی خطرناک و آلوده کننده ی محیط زیست محسوب می شود.
این ترکیب در نقش احیاکننده، مصرف فراوانی در تجزیه های عمومی و سنتزهای شیمیایی دارد و به طور معمول با استفاده از مکش ونتیلاتور از فضای آزمایشگاه خارج شده و به هوای آزاد راه می یابد!
با رعایت نکات ایمنی موجود در MSDS آن، این گاز با تکنیک COLD TRAP جمع آوری شده و پس از حذف رطوبت با کمک $CaCl_2$anhydrous در سیلندر فلزی قابل نگهداری است.

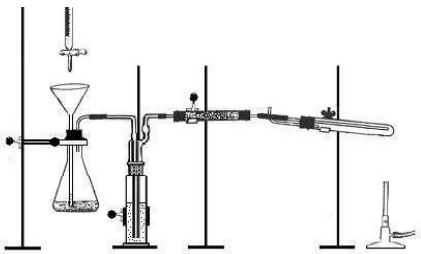
شکل ۱: آزمایش بررسی سرعت واکنشهای شیمیایی



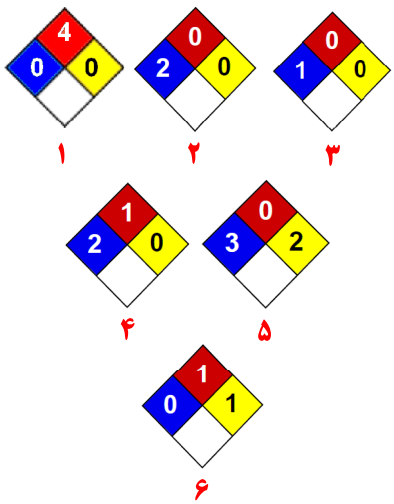
شکل ۲: آزمایش الکترولیز سولفوریک اسید



شکل ۳: آزمایش تجزیه وزنی مس (II) اکسید



شکل ۴: لوزی های NFPA



بازیافت مستقیم $MgCl_2.6H_2O$

منیزیم کلرید شش آبه با CAS # =7791-18-6 و لوزی NFPA شماره۲ و قیمت هر صد گرم $ ۲۰ جزء ترکیبات مضر برای محیط زیست محسوب می شود. این ترکیب که در نقش کنترل کننده گردو غبار، یخ و تولید منیزیم فلزی مصرف دارد، به طور معمول در این آزمایش دور ریخته می شود! پس از جمع آوری آن در ظروف مربوطه و خنثی سازی اسید اضافی با منیزیم هیدروکسید با تکنیک تغلیظ ملایم (رسیدن به حد فوق اشباع ۱۵۷۰ گرم بر لیتر در ۲۰ درجه سانتی گراد) متبلور می شود.

بازیافت غیر مستقیم Na_2SO_4

باریم سولفات با CAS # =7727-43-7 و لوزی NFPAشماره۳و قیمت هر بیست گرم $ ۱۰۹ جزء ترکیبات بدون ضرر است.

بازیافت مستقیم S

گوگرد با CAS # = 7704-34-9 و لوزی NFPAشماره۴و قیمت هر پانصد گرم $ ۶۵ ترکیبی مضر و آلوده کننده ی محیط زیست محسوب می شود. این ترکیب با فیلتراسیون قابل بازیافت است.

بازیافت مستقیم Cu

مس با CAS # = 7440-50-8 و لوزی NFPAشماره ۴و قیمت هر صد گرم $ ۱۴۴ جزء ترکیبات گرانقیمت محسوب می شود. این ترکیب با تغییر الکترود کاتد به تیغه مسی به راحتی بازیافت می شود.

بازیافت مستقیم H_2SO_4

سولفوریک اسید با CAS # = 7664-93-9 و لوزی NFPAشماره ۵و قیمت هر پانصد سی سی $ ۹۰ جزء ترکیبات خطرناک و در عین حال پر کاربرد محسوب می شود. این ترکیب نیز با تغییر الکترود کاتد به تیغه مسی به راحتی بازیافت می شود.

بازیافت مستقیم $ZnSO_4.7H_2O$

روی سولفات هفت آبه با CAS # =7446-20-0 و لوزی NFPA شماره۲و قیمت هر پانصد گرم $ ۱۱۵ جزء ترکیبات پر کاربرد محسوب می شود. این ترکیب در تولید ابریشم مصنوعی، کود و رنگ مصرف دارد که به طور معمول در ا ین آزمایش دور ریخته می شود!
پس از جمع آوری آن در ظروف مربوطه و خنثی سازی اسید اضافی با روی هیدروکسید با تکنیک تغلیظ ملایم (رسیدن به حد فوق اشباع ۹۶۵گرم بر لیتر در ۲۰ درجه سانتی گراد) متبلور می شود.

بازیافت مستقیم Zn

روی با CAS # = 7440-66-6 و لوزی NFPAشماره ۶و قیمت هر پانصد گرم $ ۱۳۱ جزء ترکیبات گرانقیمت محسوب می شود. این ترکیب با فیلتراسیون به راحتی بازیافت می شود.

نتیجه گیری

اجرایی شدن کامل این پژوهش، ضمن کاهش پسماندها و صرفه جویی اقتصادی ناشی از بازیافت این مواد ارزشمند، دانشجویان عمدتا مبتدی را با این مقوله به صورت عینی مواجه کرده و زمینه الگو برداری و استفاده از آن در آینده را برای آنها فراهم میکند. در مجموع، شیوه بازیابی، ملاحظات ایمنی، خصوصیات، کاربرد ها و قیمت هشت پسماند شیمیایی شامل: هیدروژن، منیزیم کلرید شش آبه، گوگرد، باریم سولفات، سولفوریک اسید، روی سولفات هفت آبه، مس و روی به روشنی بیان شده است. امیدوارم این کار، قدم کوچکی برای تحقق آینده ای ایمن و عاری از آلودگیهای شیمیایی به حساب آید.

مراجع

[۱] Kazemi Riabi, S.H. (2012). First Acquaintance with Practicable General Chemistry and Qualitative Analysis of Inorganic Cations & Anions. *One chapter* (pp.1-50). Tehran: Rahpouyan kherad Publications. Available from http://www.fanouse.net
[۲] Ghani, M., Golbabaie, F., Akbarzadeh Baghban, A.R., Aslani, H., & Moharamnejad, N. (2012). Evaluation of Solid Waste Management in the Chemistry Laboratories of Tehran Universities. *Iranian Journal of Health and Environment*, 4(3), 351-362. Retrieved from http://ijhe.tums.ac.ir/browse.php?mag_id=6&slc_lang=fa&sid=1
[۳] Mosavi Eshkevari, M., Qaasedi, A., & Arvand, M. (2010). Waste Management in general Chemistry Laboratory. 13th National Congress on Environmental Health. Retrieved from http://www.civilica.com/Paper-NCEH13-NCEH13_164.html
[۴] Kazemi, S.H., & Asoodeh, A. (2012). Recycling waste chemicals in general chemistry laboratory of ferdowsi university of mashhad (Part 1: The Law of Conservation of Mass Experiment). 3th National Congress on Safety and Chemical Waste Management. Available from http://profdoc.um.ac.ir/paper-abstract-1030420.html
[۵] Waddell, D. (2012, April 10) *Laboratory Waste Management Guide*. Seattle, WA: Local Hazardous Waste Management Program in King County. Retrieved from http://www.lhwmp.org/home/publications/index.asp

E-mail :
kazemi-r@um.ac.ir (Ph.D. student & General Chemistry Laboratory Instructor)