



دانشگاه قم

دانشکده علوم

گروه شیمی

دستور کار آزمایشگاه شیمی عمومی ۱

تهیه کننده:

آمنه سادات رضایی

مریم ساجدی

۱۳۹۹

فصل اول

آشنایی با محیط آزمایشگاهی

مقدمه: در هنگام ورود به آزمایشگاه شیمی وقبل از انجام هرگونه آزمایشی، لازم است که ابتدا نکات ایمنی و کاری مربوط به آزمایشگاه را مطالعه کرده و سپس با وسایل و دستگاه‌های موجود و کاربرد هر یک از آنها آشنا شویم. بدین ترتیب اولاً با یادگیری و اجرای کامل نکات و توصیه‌های ایمنی می‌توانیم سلامتی خود و دیگران را در محیط آزمایشگاه حفظ نموده و از وارد آمدن خسارت‌های احتمالی به آزمایشگاه جلوگیری کنیم، ثانیاً با شناخت کافی و تسلط لازم در استفاده از امکانات آزمایشگاهی می‌توانیم آزمایش‌های مربوطه را به درستی و با دقت لازم انجام دهیم. بنابراین در این فصل ابتدا با نکات ایمنی و کاری در آزمایشگاه‌های شیمی آشنا می‌شویم و سپس در بخش دوم به معرفی هر یک از وسایل و دستگاه‌های آزمایشگاهی می‌پردازیم.

بخش اول) آشنایی با نکات ایمنی و کاری در آزمایشگاه‌های شیمی

در این بخش با نکات ایمنی و کاری آزمایشگاه‌های شیمی که شامل نکات و توصیه‌های ایمنی، معرفی علائم هشداردهنده، نکات و توصیه‌های عمومی انجام آزمایش‌ها و چگونگی تهیه گزارش کار می‌باشد، آشنا می‌شویم.

الف- نکات و توصیه‌های ایمنی:

در آزمایشگاه شیمی برای حفظ سلامتی خود و دیگران باید نکات ایمنی زیادی را رعایت کنید، مهمترین آنها عبارتند از:

- ۱- همیشه هنگام کار در آزمایشگاه باید نظم و انضباط را رعایت کنید زیرا آزمایشگاه محل کارهای جدی و خطرناک است و نیز در تمامی مراحل کار باید روپوش آزمایشگاهی پوشیده باشید.
- ۲- هرگز بدون اجازه مسئول آزمایشگاه و یا بدون داشتن اطلاعات کافی از فعل و انفعالات مواد شیمیایی، آزمایشی را انجام ندهید.

- ۳- هرگونه حادثه ای را هر قدر هم که کوچک باشد باید به مسئول آزمایشگاه اطلاع دهید و در صورت نداشتن اطلاعات کافی در مورد مهار حادثه باید از انجام کارهای خودسرانه برای کنترل آن خودداری کنید.
- ۴- قبل از به کار بردن مواد شیمیایی همیشه باید از صحت نوشته روی برچسب ظروف آن اطمینان حاصل کنید.
- ۵- هرگز حجم و مقادیر لازم گفته شده در آزمایش را افزایش ندهید زیرا اگر واکنش میان مواد شیمیایی شدید باشد در این صورت انفجاری شدید رخ خواهد داد.
- ۶- ظروف موادی که می توانند با یکدیگر به شدت واکنش دهند را، کنار هم و یا در یک قفسه نگهداری نکنید.
- ۷- ظروف مایعاتی که فرار بوده و یا بخاراتی سمی تولید می کنند نظیر الکل، اتر بنزن، اسیدهای غلیظ و ... را همواره باید زیر هود نگهداری کنید و حتی برداشتن از آنها هم باید در زیر هود انجام شود.
- ۸- هرگز شعله ای را به ظرفی که محتوی مواد فرار و آتشگیر نظیر الکل، اتر، بنزن، سولفید کربن و ... می باشد نزدیک نکنید، بلکه همواره باید اینگونه مواد را از کنار هرگونه شعله، جرقه الکتریکی و حتی آتش سیگار دور نگه دارید.
- ۹- هنگامی که می خواهید بوی مایعی را استشمام کنید هرگز صورت خود را مستقیماً در برابر دهانه ظرف آن نگه ندارید به خصوص اگر مایع داخل آن قبلاً گرم شده باشد.
- ۱۰- هرگز مواد داخل آزمایشگاه شیمی را مزه نکنید زیرا حتی اگر مواد موجود سمی هم نباشند احتمال آلوده بودن آنها به مواد سمی وجود دارد.
- ۱۱- دقت کنید تا زمانی که در آزمایشگاه حضور دارید باید تهویه‌های هوا روشن بوده و کارایی لازم را هم داشته باشند.

۱۲- قبل از ترک آزمایشگاه حتما باید از بسته شدن ت مامی شیرهای اصلی آب و گاز و نیز خاموش بودن همه وسایل برقی و چراغ‌های روشنایی اطمینان حاصل کنید.

۱۳- باید از دست زدن به وسایل شیشه ای و یا چینی که به تازگی داغ شده اند خودداری کنید زیرا شیشه و چینی به کندی سرد می شوند و در حالی که سرد به نظر می رسند هنوز تا مدتی داغ می مانند.

۱۴- هنگامی که ماده ای را داخل ظروف آزمایشگاهی و مخصوصا در لوله آزمایش حرارت می دهید، حتی اگر ماده داخل آن جامد باشد دهانه اش را به طرف خود و یا دیگران نگیرید زیرا ممکن است که گازهای تولید شده ای که بر اثر حرارت به وجود می آید سمی باشند.

۱۵- هنگامی که ماده ای را در ظروف آزمایشگاهی حرارت می دهید هرگز دهانه آن را با دست یا درپوش مسدود نکنید زیرا که احتمال انفجار ظرف و یا جهش مواد داغ از کناره درپوش بسیار زیاد است.

۱۶- برای مخلوط کردن، تکان دادن و به هم زدن مواد داخل ظروف آزمایشگاهی هرگز دهانه آن را با دست یا درپوش مسدود نکنید مخصوصا اگر ظرف محتوی مایعاتی از قبیل اسید یا باز باشد.

۱۷- برای رقیق کردن اسیدهای غلیظ و به خصوص اسید سولفوریک باید با احتیاط و به تدریج اسید را به آب اضافه کنید و سریعاً محلول را به هم بزنید و مراقب باشید تا هیچگاه برخلاف آن عمل نکرده و آب را به اسید اضافه نکنید زیرا مخلوط شدن اسید و آب همواره گرمای زیادی تولید می کند و در صورتی که آب به اسید اضافه شود به دلیل خروج سریع حباب‌های حاصل از گرمای واکنش قطرات اسید به اطراف پاشیده می شود.

۱۸- مخلوط کردن محلول‌های غلیظ و قوی اسیدی و بازی مانند اضافه کردن محلول غلیظ آمونیاک به اسید کلریدریک غلیظ و بلعکس، که به شدت با یکدیگر واکنش می دهند را باید به تدریج و با احتیاط کامل انجام دهید.

۱۹- در آزمایش‌هایی که احتمال جهش و یا فوران مواد واکنش دهنده داخل ظرف وجود داشته باشد باید از عینک ایمنی استفاده کنید و در صورتی که احتمال انفجار مواد واکنش دهنده وجود داشته باشد علاوه بر عینک باید بین خود و ظروف آزمایش یک صفحه محافظ قرار دهید.

۲۰- هنگام کار با حجم تقریباً زیادی از محلول‌های غلیظ اسیدی و یا بازی حتماً باید از عینک ایمنی و دستکش لاستیکی استفاده کنید.

ب- معرفی علائم هشدار دهنده:

در صورتی که اطلاعات کافی در مورد خصوصیات مواد شیمیایی داخل یک ظرف و یا خطرات احتمالی یک دستگاه نداشته باشید، وجود علائم هشدار دهنده بر روی آنها موجب می‌شود تا در هنگام استفاده از آنها احتیاط‌های اولیه و لازم را بکنیم مهمترین و رایج ترین علائم هشدار دهنده بر روی برچسب ظروف مواد شیمیایی و دستگاه‌های موجود در آزمایشگاه عبارتند از:



Oxidizing
اکسید کننده



Corrosive
خورنده



Highly
Flammable
قابلیت اشتعال زیاد



Extremely
Flammable
بشدت قابل اشتعال



Explosive
قابل انفجار



Dangerous For
The Environment
خطرناک برای
محیط زیست



Irritant
تحریک کننده



Harmful
مضر



Very Toxic
خیلی سمی



Toxic
سمی

- ۱- علامت ماده سمی: یعنی ماده شیمیایی داخل ظرف به شدت سمی می باشد.
- ۲- علامت ماده منفجره: یعنی ماده شیمیایی داخل ظرف قابل انفجار می باشد.
- ۳- علامت ماده آتش زا: یعنی ماده شیمیایی داخل ظرف آتشگیر بوده و باید از کنار هرگونه آتشی دور نگه داشته شود.

- ۴- علامت ماده خورنده: یعنی ماده شیمیایی داخل ظرف خاصیت خوردگی زیادی دارد.
- ۵- علامت ماده محرک مخاط: یعنی ماده شیمیایی داخل ظرف فرار بوده و شدیداً به مخاط بینی و گلو آسیب می رساند.

- ۶- علامت ماده رادیواکتیو: یعنی ماده شیمیایی داخل ظرف خاصیت پرتوزایی داشته و سرطان زا می باشد.



- ۷- علامت خطر برق گرفتگی: یعنی در دستگاه، ولتاژ بالایی از برق وجود دارد و می تواند موجب برق گرفتگی شود.

ج- نکات و توصیه‌های عمومی انجام آزمایش‌ها:

برای آنکه بخواهید در انجام آزمایش‌ها مشکلی پیش نیاید و با هزینه‌های احتمالی ناشی از خرابی مواد شیمیایی و یا از بین رفتن وسایل و دستگاه‌ها مواجه نشوید باید به نکات و توصیه‌های زیادی توجه کنید که مهمترین آنها عبارتند:

- ۱- بعد از انجام آزمایش‌ها ظروف استفاده شده را ابتدا با آب معمولی کاملاً شسته و سپس یکبار با آب مقطر آب بکشید تا بدین ترتیب کلیه رسوبات باقیمانده از روی جداره ظروف پاک شود.

۲- هرگز مواد شیمیایی استفاده شده و یا آلوده شده به مواد شیمیایی دیگر را به ظرف اصلی نگهداری آن بر نگردانید، چون حتی وجود مقادیر کمی از آلودگی در مواد شیمیایی موجود در آزمایشگاه می تواند موجب اشتباه و خطا در نتیجه کار آزمایش شود.

۳- همیشه درب ظروف مواد شیمیایی را پس از برداشتن مواد کاملا ببندید چون در غیر این صورت هوا وارد ظرف شده و اکسیژن و رطوبت موجود در آن می تواند موجب تغییر ماهیت مواد شیمیایی داخل ظرف شود.

۴- از نگهداری مواد شیمیایی در محیط‌های مرطوب خودداری کنید چون ممکن است که در مواقع باز کردن درب ظروف آنها و استفاده از مواد شیمیایی حجم زیادی از رطوبت موجود در چنین محیطی وارد ظروف آنها شده و موجب تغییر ماهیت مواد شیمیایی داخل ظرف شود.

۵- موادی که در مقابل نور تجزیه و یا فاسد می شوند را همیشه باید در ظروف تیره نگهداری کنید و از قرار دادن آنها در قفسه‌هایی که نور مستقیم خورشید به آنها می تابد، خودداری کنید.

۶- در انجام آزمایش‌هایی که در آنها به آب مقطر نیاز است حتما باید از آب مقطر استفاده کنید و هرگز به جای آن از آب معمولی استفاده نکنید زیرا در آب معمولی املاح و رسوبات گوناگونی وجود دارد که می تواند موجب خطا در نتیجه آزمایش شود.

۷- در هنگام خواندن حجم مایع داخل لوله وسایلی نظیر پپت، بورت و ... همواره باید دقت کرد که سطح گودی مایع با خط نشانه ظروف مماس باشد زیرا فقط سطح گودی مایع داخل لوله است که به عنوان سطح واقعی می تواند حجم دقیق محلول را تعیین کند.

۸- از ریختن محلول‌های غلیظ و قوی قلیایی به داخل ظروفی مانند کروزه چینی، کپسول چینی و ... که از جنس چینی هستند خودداری کنید زیرا محلول‌های غلیظ و قوی قلیایی موجب خوردگی این ظروف می شوند و در حالی که اینگونه ظروف اغلب در برابر محلول‌های اسیدی مقاوم هستند.

۹- از حرارت دادن ظروف شیشه ای و به خصوص ظروفی مانند ارلن و بشر بر روی شعله مستقیم چراغ بونزن یا چراغ الکلی خودداری کنید، زیرا در این حالت دمای شعله پخش نشده و به طور یکسان به همه جای ظروف نمی‌رسد و در نتیجه این ظروف ترک می‌خورند که برای جلوگیری از این اتفاق باید از توری نسوز استفاده کرد.

۱۰- از حرارت دادن ظروف شیشه ای خالی حتی به طور غیر مستقیم هم خودداری کنید زیرا با وجود اینکه این ظروف از جنس شیشه پیرکس و مقاوم در برابر حرارت هستند اغلب در چنین حالتی ترک می‌خورند.

د- چگونگی تهیه گزارش کار:

برای تهیه گزارش کار آزمایش ابتدا باید روی جلد آن (صفحه اول گزارش کار) مشخصات و موارد زیر ارائه شود:

۱- عنوان آزمایش

۲- نام و نام خانوادگی اعضای گروه

۳- شماره گروه

۴- تاریخ و ساعت انجام آزمایش

۵- استاد مربوطه

سپس برای نوشتن گزارش کار با استفاده از مطالب گفته شده و آزمایشهای انجام شده در آزمایشگاه و نیز منابع و کتابهای مربوطه به ترتیب زیر آن را تنظیم کنیم: ۱- نام آزمایش ۲- هدف آزمایش ۳- تئوری آزمایش ۴- وسایل مورد نیاز ۵- مواد مورد نیاز ۶- شرح کار آزمایش ۷- محاسبات و نتیجه‌گیری ۸- پاسخ به سئوالات مطرح شده. ۹- منبع تئوری

بخش دوم: آشنایی با وسایل و دستگاه‌های آزمایشگاهی

برای آنکه بتوانیم از امکانات آزمایشگاهی به درستی استفاده کنیم و آزمایش‌ها را با دقتی زیاد انجام دهیم آشنایی با وسایل و دستگاه‌های آزمایشگاهی ضروری می باشد که در این بخش با پنجاه نوع از مهمترین و رایج ترین وسایل و دستگاه‌های موجود در آزمایشگاه‌های شیمی آشنا می شویم:

۱- لوله آزمایش: از این وسیله بیشتر برای انجام آزمایش‌های ابتدایی و نیز مواقعی که حجم محلول‌های به کار رفته در آزمایش کم است، استفاده می شود که دارای اندازه‌های مختلفی بوده و هیچگاه نباید هنگام حرارت دادن بیش از یک سوم لوله را از محلول پر کرد.

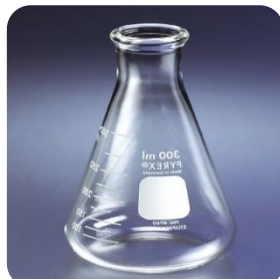
دو نمونه درب دار و ساده:



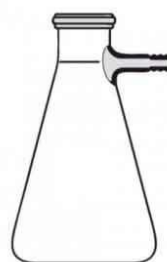
۲- بشر: از این وسیله بیشتر برای حرارت دادن، جوشاندن و یا برداشتن حجمی تقریبی از محلول‌ها استفاده می شود که دارای اندازه‌های مختلفی بوده و برخی از انواع آن تیره رنگ می باشد.



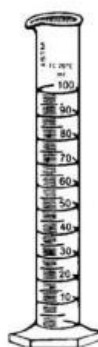
۳- ارلن ساده: از این وسیله بیشتر برای حرارت دادن محلول‌ها و نیز جهت انجام عملیات تیتراسیون و یا صاف نمودن و رسوب‌گیری محلول‌ها استفاده می‌شود که دارای اندازه‌های مختلفی بوده و برخی از انواع آن تیره رنگ می‌باشد.



۴- ارلن تخلیه: از این وسیله بیشتر برای انجام عملیات رسوب‌گیری سریع استفاده می‌شود.



۵- مزور (استوانه مدرج): از این وسیله بیشتر برای برداشتن مایعات و به خصوص محلول‌های خطرناک استفاده می‌شود که دارای اندازه‌های مختلفی بوده و برخی از انواع آن تیره رنگ می‌باشد.



۶- بالن ته گرد: از این نوع بالن بیشتر برای انجام عملیات تقطیر، رفلکس کردن و گرم کردن محلول‌ها استفاده می‌شود که دارای اندازه‌های مختلف و شکل‌هایی با گردنه کوتاه و یا بلند می‌باشد.



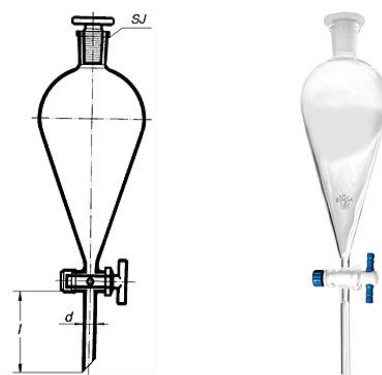
۷- بالن ژوژه: از این نوع بالن بیشتر برای تهیه دقیق محلول‌ها و نگهداری آنها استفاده می‌شود که از نوع بالن‌های ته صاف بوده و دارای درب مخصوص به خود می‌باشد و نیز اندازه‌های مختلفی داشته که محدوده حجم آنها توسط خطی که بر روی گردنه بالن وجود دارد مشخص می‌شود.



۸- بالن سه دهانه: از این نوع بالن بیشتر در آزمایش‌هایی استفاده می‌شود که بخواهیم به طور همزمان دو ماده را وارد کرده و از دهانه سوم آن یک ماده دیگر را خارج کنیم.



۹- دکانتور (قیف جدا کننده): از این وسیله بیشتر برای جدا کردن مایعاتی که در هم مخلوط نشده‌اند و به دلیل داشتن اختلاف



۱۰- پیپت: از این وسیله بیشتر برای برداشتن حجم دقیقی از مایعات استفاده می‌شود که دارای دو نوع مدرج و حباب دار بوده و هر دو نوع اندازه‌های حجمی مختلفی دارند که البته نوع مدرج آن کاربرد بیشتری دارد چون توسط نوع مدرج می‌توان به هر اندازه دلخواه مقداری از محلول‌ها را سنجیده و برداشت ولی توسط نوع حباب دار تنها یک حجم از پیش تعیین شده قابل برداشت می‌باشد که میزان حجم در نوع حباب دار معمولاً بر روی حباب آن نوشته شده است و محدوده آن توسط خطی که بر روی لوله بالای حباب وجود دارد تعیین

می شود و در هنگام استفاده از آن باید به این نکات توجه کرد که باید پیپت را طوری در دست گرفت که بتوان توسط انگشت اشاره دهانه آن را گرفته تا میزان حجم مایع داخل آن قابل کنترل باشد و نیز برای برداشتن محلول های سمی و خطرناک نظیر محلول های اسیدی، محلول های قلیایی و ... باید حتما توسط پیپت پرکن پ، پیپت را رکرده وبه کمک آن میزان محلول داخل پیپت را کنترل کرد.

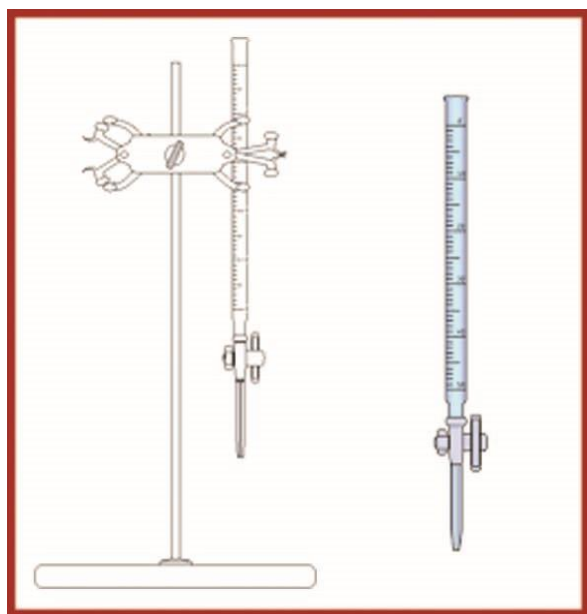
مدرج



حبابدار



۱۱- بورت: از این وسیله بیشتر برای اضافه کردن حجم دقیقی از یک محلول به محلولی دیگر و به خصوص برای انجام عملیات تیتراسیون استفاده می شود که دارای اندازه های مختلفی بوده و البته نوعی دیگر از بورت وجود دارد که به نام بورت اتوماتیک شناخته می شود و در آن توسط یک مکنده محلول از مخزن مایع به داخل بورت کشیده شده و بورت پر می شود و در هنگام کار با بورت باید به این نکات توجه داشت که قبل از استفاده از آن حتما باید سطح محلول با درجه صفر روی بورت مماس باشد و نیز در داخل بورت حباب های بزرگ هوا وجود نداشته باشد.



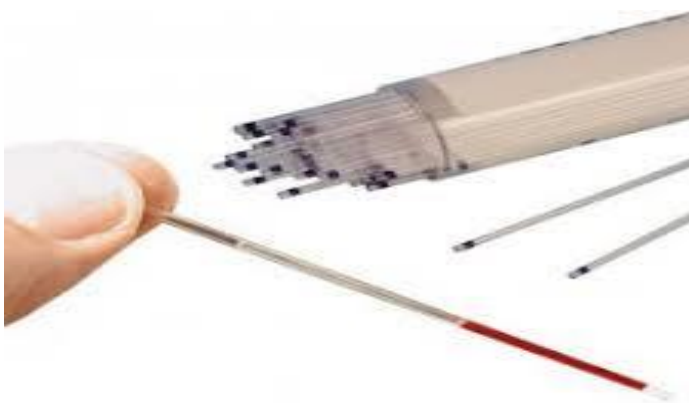
۱۲- قطره چکان: از این وسیله بیشتر برای اضافه نمودن چند قطره از معرف‌های شیمیایی و یا محلول‌های غلیظ به مواد و محلول‌های دیگر استفاده می‌شود که این وسیله از دو قسمت بطری و سر مخصوص تشکیل شده و برخی از انواع آن تیره رنگ می‌باشد و نیز از نظر سر مخصوص هم دارای دو نوع شیشه‌ای و لاستیکی بوده که استفاده از نوع تمام شیشه‌ای آن در آزمایشگاه‌های شیمی رایج‌تر است.



۱۳- شیشه ساعت: از این وسیله بیشتر برای خشک نمودن سریع نمونه‌های کوچکی از محلول‌ها و توزین مواد شیمیایی پودری شکل و نیز در مواقعی هم به عنوان درب بشر در آزمایش‌های مختلف استفاده می‌شود.



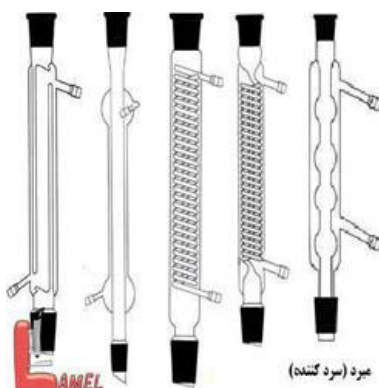
۱۴- لوله موین: از این وسیله بسیار کوچک و نی شکل شیشه ای بیشتر برای انجام آزمایش‌های تعیین نقاط ذوب و جوش نمونه‌ها به روش میکرو استفاده می‌شود.



۱۵- لوله شیشه ای (لوله انتقال): از این وسیله لوله ای شکل درآزمایش‌های مختلف برای انتقال پیوسته مایعات و گازها از یک ظرف به ظرف دیگر استفاده می‌شود که دارای اندازه‌های مختلف و نیز دارای دو نوع شیشه ای ولاستیکی می‌باشد که چون از نوع لاستیکی آن فقط می‌توان در صورتی که مواد منتقل شونده داغ نباشند استفاده کرد بنابراین کاربرد نوع شیشه ای آن رایج تر است.

۱۶- مبرد (خنک کننده): از این وسیله برای انجام انواع عملیات تقطیر و نیز خنک سازی مایعات و

گازها استفاده می شود که



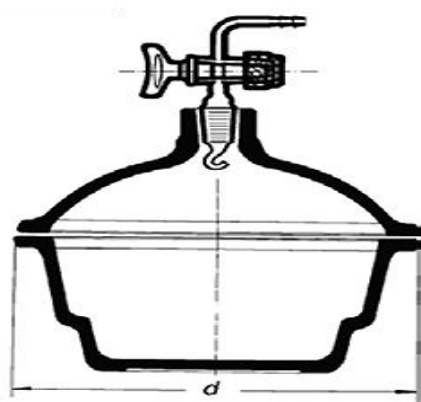
۱۷- دسیکاتور: از این وسیله که شبیه یک قابلمه بزرگ شیشه ای است بیشتر برای گرفتن رطوبت و

خشک کردن مواد استفاده می شود و چون این وسیله رطوبت موجود در مواد را توسط مواد جاذب الرطوبه ای

مانند کلرید کلسیم و یا اسید سولفوریک غلیظی که در ظرف پایین آن قرار دارد جذب می نماید پس نباید درب

آن را به مدت طولانی باز گذاشت زیرا در غیر این صورت رطوبت موجود در محیط آزمایشگاه جذب مواد جاذب

الرطوبه آن شده و موجب کاهش کارایی دستگاه می شود.



۱۸- قیف شیشه‌ای: از این وسیله بیشتر برای انجام عملیات صاف نمودن محلول‌ها و رسوب‌گیری از آنها استفاده می‌شود.



۱۹- قیف بوختر: از این وسیله بیشتر برای انجام عملیات رسوب‌گیری سریع از محلول‌هایی که دیر صاف می‌شوند استفاده می‌شود که اساس کار آن نیز به کمک مکش ایجاد شده توسط فشار آب و یا پمپ تخلیه می‌باشد.



۲۰- کاغذ صافی: بیشترین کاربرد کاغذ صافی برای انجام عملیات صاف کردن و رسوب گیری از محلول‌ها می باشد ولی در مواردی نظیر آزمایش‌های کروماتوگرافی کاغذی و ... هم می توان از آن استفاده کرد که ورق‌های آن عموماً به دو صورت دایره ای و مربعی شکل برش خورده است و از لحاظ اندازه قطر ذراتی که می تواند از محلول



۲۱- کروزه چینی (بوته چینی): از این وسیله بیشتر برای گرم کردن شدید به منظور خشک کردن و یا سوزاندن کامل مواد و نیز جهت ذوب کردن موادی نظیر سرب، پارافین و ... در داخل کوره‌های الکتریکی و یا بر روی شعله چراغ بونزن استفاده می شود که دارای دو نوع چینی و پلاتینی می باشد.



۲۲- کپسول چینی: از این وسیله بیشتر برای تبخیر نمودن سریع محلول‌ها و یا مانند کروزه چینی جهت ذوب کردن مواد جامد استفاده می شود.



۲۳- هاون چینی: از این وسیله بیشتر برای خرد کردن و نرم کردن مواد جامد استفاده می شود



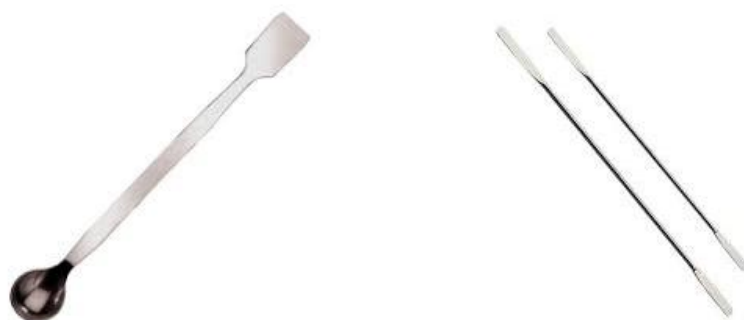
۲۴- پیست (آبفشان): از این وسیله رایج آزمایشگاهی بیشتر برای نگهداری آب مقطر و محلول های رقیق استفاده می شود که با فشار دادن مخزن پلاستیکی قابل انعطاف آن، آب از لوله خمیده خارج می شود.



۲۵- لوله شوی: از این وسیله برای شستن و تمیز کردن جداره داخلی ظروف آزمایشگاهی نظیر لوله آزمایش، ارلن، بالن، بشر و ... استفاده می شود.



۲۶- اسپاتول: از این وسیله برای خرد کردن و برداشتن مواد جامد استفاده می شود که دارای دو نوع چینی و فلزی می باشد.



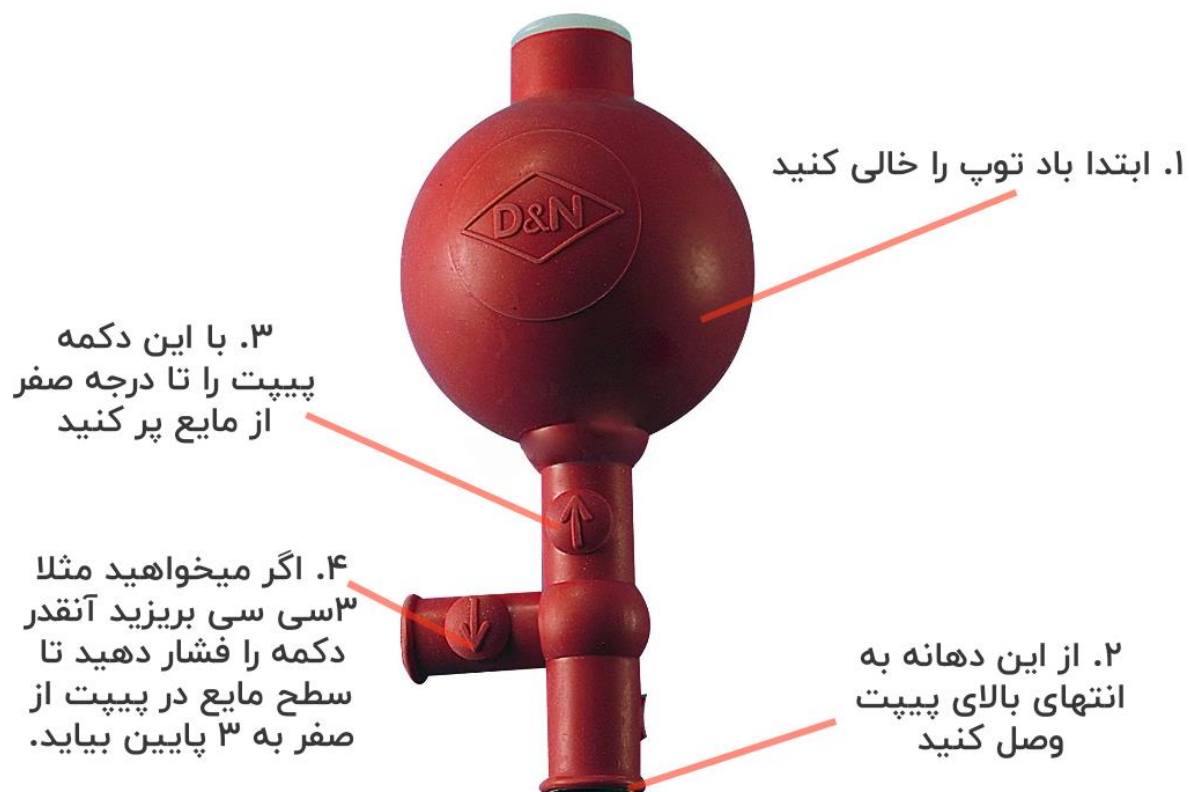
۲۷- درپوش (چوب پنبه): از این وسیله برای بستن دهانه لوله آزمایش، ارلن، بالن و ... استفاده می شود و البته می توان به کمک چوب پنبه سوراخ کن هم وسط آن را جهت عبور لوله های شیشه ای سوراخ کرد که دارای اندازه های مختلفی در دو نوع چوب پنبه ای و لاستیکی می باشد.

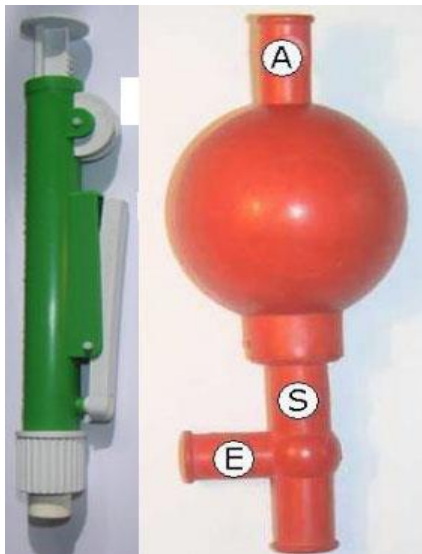


۲۸- چوب پنبه سوراخ کن: از این وسیله برای سوراخ کردن درپوش های لاستیکی و چوب پنبه ای به منظور عبور لوله های شیشه ای استفاده می شود که دارای اندازه های مختلفی جهت سوراخ کردن می باشد.



۲۹- پوآر یا پی پت پر کن: از این وسیله برای پر کردن پی پت ها استفاده می شود و انواع مختلفی داشته و طریقه استفاده از رایج ترین نوع آن بدین صورت است که ابتدا هوای قسمت بادکنکی پی پت پرکن را خالی می کنند، سپس دهانه پیپت را داخل لوله پایینی پی پت پرکن قرار داده و با فشار دادن دکمه وسط آن که در تصویر دوم با حرف S نشان داده شده است پی پت را پر کرده و برای خالی کردن مایع از داخل پی پت از دکمه ای که در جداره لوله دیگر پی پت پرکن قرار دارد و با حرف E در تصویر دوم نشان داده شده است استفاده می کنند.





۳۰- همزن میله ای: از این وسیله که یک میله بلند توپر می باشد بیشتر برای هم زدن محلول‌ها استفاده می شود و دارای دو نوع شیشه ای و پلاستیکی می باشد.



۳۱- قفسه لوله آزمایش: از این وسیله برای نگهداری و طبقه بندی تعداد زیادی از لوله‌های آزمایش استفاده می شود که دارای اندازه‌های گوناگون هشت تایی، ده تایی و ... و در انواع مختلفی نظیر فلزی، چوبی و ... وجود دارد.



۳۲- توری نسوز: از این وسیله توری شکل که بر روی سه پایه آزمایشگاهی قرار می گیرد بیشتر برای حرارت دادن غیر مستقیم ظروف آزمایشگاهی استفاده می شود که لایه ضخیم کاغذ نسوز وسط آن با پخش کردن حرارت شعله چراغ بونزن موجب می شود تا ظروف آزمایشگاهی و به خصوص ظروف شیشه ای در هنگام حرارت دادن نشکنند.



۳۳- مثلث نسوز: از این وسیله که بر روی سه پایه آزمایشگاهی قرار می گیرد بیشتر برای نگه داشتن ظروف آزمایشگاهی و به خصوص کروزه چینی بر روی شعله مستقیم چراغ بونزن استفاده می شود.



۳۴- سه پایه: از این وسیله بیشتر برای نگه داشتن توری نسوز و مثلث نسوز بر روی شعله چراغ بونزن استفاده می شود که چراغ بونزن هم در زیر آن قرار می گیرد.



۳۵- چراغ بونزن (چراغ شعله): از این وسیله که رایج ترین منبع حرارتی موجود در آزمایشگاه‌های شیمی می باشد بیشتر برای گرم نمودن ظروف آزمایشگاهی حاوی مواد شیمیایی استفاده می شود که سوخت مورد نیاز آن گاز شهری و یا گاز کپسول می باشد.

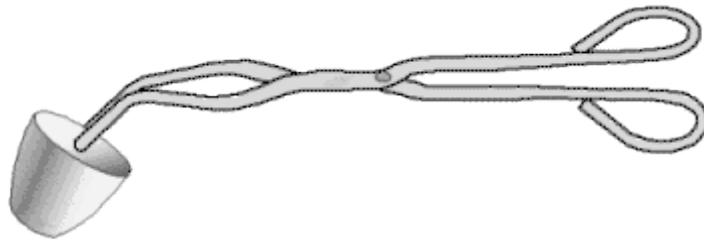


۳۶- گیره لوله آزمایش: از این وسیله برای جابه جایی لوله آزمایش و به خصوص نگه داشتن آن در هنگام گرما دادن استفاده می شود.



۳۷- پنس بوته (گیره کروزه): از این وسیله بیشتر برای جابه جایی و نگه داشتن کروزه و کپسول چینی

استفاده می شود.



۳۸- گیره بورت: از این وسیله بیشتر برای نگه داشتن وسایل مختلفی نظیر بورت، بالن، ارلن، لوله آزمایش،

دماسنج و ... در حالت ثابت استفاده می شود.



۳۹- حلقه قیف (گیره قیف): از این وسیله برای نگه داشتن وسایل مختلفی نظیر قیف شیشه ای، دکانتور،

بشر و ... استفاده میشود.



۴۰- پایه فلزی: از این وسیله برای نگه داشتن و سوار کردن وسایلی نظیر گیره بورت و حلقه قیف استفاده می شود و در هنگام انجام عملیات تیتراسیون باید مراقب بود تا محلول تیتراکننده بر روی صفحه فلزی آن نریزد.



۴۱- دماسنج (ترمومتر): از این وسیله برای سنجش دمای مایعات و گازهای مختلف در هنگام حرارت دادن و یا انجام گرفتن واکنش های شیمیایی میان آنها استفاده می شود و دارای انواع مختلفی نظیر الکلی، جیوه ای، دیجیتالی و ... می باشد که نوع جیوه ای آن در آزمایشگاه های شیمی بیشترین کاربرد را دارد.



۴۲- زمان سنج (تایمر): از این دستگاه برای سنجش سرعت واکنش‌های شیمیایی استفاده می شود که دارای دو نوع دیجیتالی و عقربه ای می باشد.



۴۳- ترازوی آزمایشگاهی: از این دستگاه برای وزن کردن انواع مواد شیمیایی موجود در آزمایشگاه استفاده می شود و حداقل دقت مطلوب آن برای استفاده در آزمایشگاه باید در حدود $1/10$ گرم باشد که دارای انواع مختلفی نظیر ترازوی دیجیتال، ترازوی دوکفه ای، ترازوی سه اهرمی و ... بوده و رایج ترین نوع آنها ترازوی دیجیتال می باشد.



۴۴- دستگاه الکترولیز: از این دستگاه برای جداسازی یون‌ها در محلول‌های قطبی و تجزیه آب به روش الکترولیز جهت تولید گازهایی نظیر هیدروژن، اکسیژن، کلر و ... استفاده می‌شود.



۴۵- منبع تغذیه الکتریکی: از این دستگاه برای تامین نیروی الکتریکی لازم و مورد نیاز دستگاه‌هایی نظیر دستگاه الکترولیز و ... استفاده می‌شود که با تنظیم درجه دستگاه می‌توان ولتاژهای مختلفی را از آن خارج ساخت.



۴۶- دستگاه سانتریفوژ: از این دستگاه که با گردش سریع خود نیروی گریز از مرکز زیادی را تولید می‌کند برای ته نشین کردن سریع رسوبات بسیار ریز موجود در محلول‌ها و نیز جداسازی مخلوطی از دو مایع که اختلاف چگالی کمی داشته و به سختی از هم جدا می‌گردند استفاده می‌شود که دارای دو نوع برقی و دستی بوده و در هنگام کار با آن باید توجه داشت که به منظور جلوگیری از خراب شدن دستگاه همواره باید تعادل دو طرف دستگاه را با قرینه قرار دادن نمونه‌ها در داخل دستگاه حفظ کرده و نیز سرعت چرخش دستگاه را هم در نوع برقی آن باید به تدریج افزایش داد.



۴۷- هیتر (گرمکن الکتریکی): از این دستگاه بیشتر برای گرم کردن یکنواخت به همراه هم زدن خودکار محلول‌های داخل ظروف آزمایشگاهی استفاده می شود و سه نوع پیچ تنظیم بر روی آن وجود دارد که از پیچ ترمو برای تنظیم درجه حرارت تولیدی و از پیچ تایمر برای تنظیم مدت زمان گرم کردن نمونه‌ها و از پیچ سرعت همزن هم برای تنظیم سرعت همزن مغناطیسی استفاده می شود بدین صورت که برای استفاده از همزن مغناطیسی یک قطعه کوچک مغناطیسی مخصوص را داخل ظرف محلول انداخته و بعد از گذاشتن ظرف بر روی صفحه دستگاه، همزن مغناطیسی آن را فعال می کنند و بدین ترتیب با چرخیدن قطعه کوچک داخل ظرف محلول هم زده می شود.



۴۸- کوره الکتریکی: از این دستگاه برای گرم کردن شدید و سوزاندن کامل مواد و نیز ذوب کردن برخی از فلزات استفاده می شود و رایج ترین نوع آن می تواند مواد مختلف را تا حدود 1200°C گرم کند که در هنگام کار با این دستگاه باید توجه داشت تا درب آن زیاد باز نماند زیرا در این حالت حرارت تولید شده داخل آن به سرعت خارج می شود.



۴۹- حمام آبگرم: از این دستگاه که داخل مخزن آن همواره مقدار معینی آبگرم قرار دارد برای گرم کردن ملایم و یکنواخت ظروف حاوی مواد شیمیایی استفاده می شود.



۵۰- آون (اتوکلاو): از این دستگاه بیشتر برای خشک کردن مواد و ظروف آزمایشگاهی توسط گرما و نیز حرارت دادن یکنواخت ظروف حاوی نمونه‌های آزمایشگاهی استفاده می‌شود.



سؤالات مشترک فصل اول:

- ۱- پنج مورد از نکات ایمنی آزمایشگاه که باید رعایت شود را بنویسید؟
- ۲- چرا برای رقیق کردن اسیدهای غلیظ و به خصوص اسید سولفوریک حتماً باید به تدریج اسید را به آب اضافه کرد؟
- ۳- پنج مورد از نکات عمومی انجام آزمایش‌ها که برای جلوگیری از خسارت دیدن وسایل و مواد آزمایشگاهی و نیز بالا بردن دقت آزمایش لازم است را بنویسید؟
- ۴- قبل از استفاده از بورت باید به چه نکاتی توجه کرد؟

فصل دوم

محلول سازی

مقدمه فصل:

غلظت مولار (مولاریته): غلظت مولار رایج‌ترین روش برای بیان غلظت است و مولاریته یک محلول عبارت است از مقدار مول‌های جسم حل شده در یک لیتر از محلول. این غلظت را به صورت میلی مول حل شده در میلی لیتر هم بیان میکنند و یکی از پر کاربردترین مفاهیم غلظت در شیمی تجزیه می‌باشد. این تعریف بر اساس حجم کل محلول استوار است. وقتی غلظت محلول بر حسب مولاریته بیان میشود، محاسبه مقدار ماده حل شده موجود در یک نمونه معین از محلول آسان است. تعداد مول‌های جسم حل شده از تقسیم تعداد مولهای جسم حل شده از تقسیم کردن وزن آن بر حسب گرم به وزن فرمولی آن (وزن ملکولی - وزن اتمی - وزن یونی) بدست می‌آید.

غلظت مولال (m) یا مولالیتیه: محلولی که در آن یک مول ماده حل شونده در یک کیلوگرم حلال حل شده باشد، محلول مولال نامیده می‌شود. غلظت مولال در مطالعه خواص کولیگاتیو محلول‌ها به کار می‌رود.

غلظت نرمال (N): محلول نرمال، محلولی است که یک اکوی والان ماده حل شونده در یک لیتر آن و یا یک میلی اکوی والان در هر میلی لیتر آن حل شده باشد.

$$N = n \times M$$

M: جرم ملکولی n: تعداد ظرفیت برای اسیدها برابر تعداد هیدروژن اسیدی - برای بازها تعداد OH^- ، برای نمکها ظرفیت فلز ضربدر تعداد فلز و برای واکنشهای اکسایش کاهش برابر درجه کاهش یا اکسایش است.

در نتیجه، نرمالیتیه یک محلول بیانگر تعداد اکوی والان‌ها در یک لیتر محلول یا تعداد میلی اکوی والان در هر میلی لیتر محلول است.

برای تهیه محلول‌هایی که بر اساس حجم کل محلول تعریف شده اند مانند محلول‌های مولار، نرمال و ... معمولاً از بالن‌های حجم سنجی (بالن ژوژه) استفاده می‌شود. در این صورت برای تهیه محلول، مقدار دقیق ماده حل شونده را در حلال درون بشر حل کرده و سپس در بالن ژوژه بریزید و با دقت در حالی که دائماً محلول را با احتیاط هم می‌زنید آنقدر آب بیفزایید تا سطح محلول به خط نشانه ای که روی گردن

بالن مشخص شده، برسد (انحنای مقعر محلول مماس بر خط نشانه بالن گردد). البته باید توجه کنید که در هنگام تهیه اسیدها باید ابتدا در داخل بالن مقداری آب بریزید سپس مقدار دقیق اسید را به آن افزوده و با افزودن آب، حجم محلول را تا خط نشانه برسانید.

آزمایش اول: تهیه محلول از مواد تجارتي جامد

تئوری آزمایش: قبل از اینکه بخواهیم از مواد جامد محلول تهیه کنیم باید در ابتدا اطلاعات شیمیایی مربوط به ماده حل شونده نظیر نام یا فرمول شیمیایی، جرم مولکولی، درصد خلوص و ... را از روی برچسبی که بر ظرف نگهداری آن زده شده است بدست آورده و سپس با تعیین نوع واحد غلظت برای محلول مورد نظر میزان غلظت، حجم محلول و نیز مقدار گرم ماده حل شونده مورد نیاز را هم مشخص کنیم و البته چون در مسائل مربوط به محلول سازی از سه مورد میزان غلظت، حجم محلول و مقدار گرم ماده حل شونده مورد نیاز همواره یکی از این مقادیر مجهول می باشد

وسایل مورد نیاز: بالن ژوژه ۲۵۰ میلی لیتری، شیشه ساعت، اسپاتول، ترازوی آزمایشگاهی

مواد مورد نیاز: NaCl جامد، آب مقطر

مثال: فرض کنید که می خواهید ۲۵۰ میلی لیتر محلول نمک ۱ مولار تهیه کنید که بدین منظور باید مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید:

۱- ابتدا از روی برچسب ظرف نگهداری نمک جامد مشخصات مربوط به آن را یادداشت کنید و سپس به کمک اطلاعات جمع آوری شده و نیز طبق نکات گفته شده در مقدمه فصل و تئوری آزمایش باید میزان نمک مورد نیاز برای تهیه محلول را محاسبه کنید که مثلاً اگر مشخصات بدست آمده برای سدیم کلرید مورد استفاده به صورت زیر باشد:

$$\text{۹۹\%} = \text{درصد وزنی- وزنی} \quad 58.44 \text{ g/mol} = \text{وزن مولکولی}$$

ابتدا وزن مورد نیاز از نمک سدیم کلرید را با روابط استوکیومتری محاسبه می کنیم:

$$? \text{ g NaCl} = 250 \text{ mL محلول} \times \frac{1 \text{ mol NaCl}}{1000 \text{ mL محلول}} \times \frac{58.44 \text{ g NaCl}}{1 \text{ mol NaCl}} \times \frac{100 \text{ g ماده تجارتي جامد}}{98 \text{ g NaCl}} = 14.91 \text{g}$$

بنابراین مقدار نمک جامد مورد نیاز برای تهیه ۲۵۰ میلی لیتر محلول برابر است با ۱۴/۹۱ گرم.

۲- حالا یک بشر را برداشته و پس از اطمینان از تمیز بودن آن ابتدا با کمی آب مقطر شست شو دهید و سپس مقداری آب مقطر داخل آن ریخته و مقدار نمک مورد نیاز را هم بعد از توزین کردن به آن اضافه کنید.

۳- با هم زن محلول را هم می‌زنیم تا کل نمک جامد در آب حل شود و بعد از حل شدن کامل نمک در آب، محلول را به بالن ژوژه ۲۵۰ میلی لیتری منتقل کرده و با افزودن آب و هم زدن مداوم محلول را به حجم می‌رسانیم.

نتایج حاصله را به همراه پاسخ سئوالات مطرح شده در گزارش کار خود بیاورید.

آزمایش دوم: تهیه محلول‌های مورد نیاز از مواد تجارتي مایع

تئوری آزمایش: برای تهیه محلول از مواد مایع تجارتي، اطلاعات موجود در روی برچسب ظرف این مواد را استخراج می‌کنیم و با استفاده از این اطلاعات، حجم مورد نیاز از محلول تجارتي برای تهیه محلول مورد نظر را محاسبه می‌کنیم. سپس این حجم را به طور دقیق با کمک پی‌پت برداشته و در بالن ژوژه با افزودن حلال به حجم می‌رسانیم.

وسایل مورد نیاز: بالن ژوژه ۲۵۰ میلی لیتری، پی‌پت، پوآر

مواد مورد نیاز: محلول استیک اسید تجارتي، آب مقطر

مثال: برای تهیه ۲۵۰ سی سی محلول ۱ مولار استیک اسید، چه حجمی از استیک اسید ۹۹٪ وزنی - وزنی باید بکار برد؟

$$\text{g/mol} \quad 60.05 \quad \text{وزن مولکولی} \quad \text{g/mL} \quad 1.05 = \text{جرم حجمی}$$

جواب:

$$\text{mL} \quad ? = 250 \text{ mL محلول} \times \frac{1 \text{ mol CH}_3\text{COOH}}{1000 \text{ mL محلول}} \times \frac{60.05 \text{ g CH}_3\text{COOH}}{1 \text{ mol CH}_3\text{COOH}}$$

$$\frac{100 \text{ g محلول تجارتي}}{99 \text{ g CH}_3\text{COOH}} \times \frac{1 \text{ mL محلول تجارتي}}{1.05 \text{ g محلول تجارتي}} = 14.4 \text{ mL}$$

۱۴/۴ میلی لیتر از محلول تجارتي استیک اسید را به کمک پی‌پت داخل بالن ژوژه ۲۵۰ میلی لیتری ریخته و با افزودن آب مقطر محلول را به حجم می‌رسانیم.

البته می‌توان مولاریته محلول استیک تجارتي را محاسبه کرده و سپس حجم مورد نیاز از این محلول با مولاریته معلوم را برای تهیه محلول مورد نظر محاسبه نمود.

$$\text{محلول تجارتي 1000 mL} = \text{محلول تجارتي 1 mL} \times \frac{1.05 \text{ g}}{1 \text{ mL}} \times \frac{99 \text{ g CH}_3\text{COOH}}{100 \text{ g}} \times \text{? mol}$$

$$\frac{1 \text{ mol CH}_3\text{COOH}}{60.05 \text{ g CH}_3\text{COOH}} = 17.31 \text{ mol/L}$$

محلول تجارتي استیک اسید ۱۷/۳۱ مولار است. حال با استفاده از فرمول رقیق کردن، حجم مورد نیاز از این محلول را برای تهیه ۲۵۰ میلی لیتر محلول ۱ مولار محاسبه می کنیم.

$$M_1V_1=M_2V_2$$

$$17.31(\text{mol/L}) \times V_1 (\text{mL}) = 1 (\text{mol/L}) \times 250(\text{mL}) \quad V_1 = 14.4 \text{ mL}$$

یادآوری:

با کمک فرمول رقیق کردن می توان از هر محلول غلیظی، محلول رقیق تر تهیه کرد. به عنوان مثال از محلول محلول سود ۶ مولار می توان ۱۰۰ میلی لیتر محلول سود ۲ مولار تهیه کرد.

$$M_1V_1=M_2V_2$$

$$6 (\text{mol/L}) \times V_1 (\text{mL}) = 2 (\text{mol/L}) \times 100 (\text{mL}) \quad V_1 = 33.3 \text{ mL}$$

۳۳/۳ میلی لیتر از محلول سود ۶ مولار را در بالن ژوژه ۱۰۰ میلی لیتری ریخته و با آب مقطر به حجم می رسانیم بدین ترتیب محلول سود ۲ مولار تهیه می شود.

روش کار:

تهیه محلول با غلظتهای مشخص که توسط استاد مشخص می شود.

فصل سوم

آشنایی با روش‌های سنجش حجمی

مقدمه فصل:

یکی از مهمترین و ساده ترین روش های سنجش غلظت محلول ها و درصد خلوص مواد شیمیایی که در اکثر آزمایشگاه های صنایع مختلف هم کاربرد وسیعی دارد استفاده از روش های تیتراسیون (سنجش حجمی) می باشد که با انتخاب مناسب مواد آزمایش کننده در آن می توان آزمایش های مختلفی از تیتراسیون را جهت اندازه گیری غلظت مواد شیمیایی انجام داد که با این وجود اساس کار در همه آنها به یک صورت می باشد به طوری که تمامی آزمایش های تیتراسیون از سه بخش اصلی تشکیل شده اند که عبارتند از:

محلول مورد آزمایش (محلول تیترا شونده)، محلول استاندارد (محلول تیترا کننده)، معرف های شیمیایی رنگین

۱- **محلول مورد آزمایش (محلول تیترا شونده):** به محلول مورد نظری که بخواهیم غلظت و یا درصد

خلوص ماده موجود در آن را با استفاده از روش تیتراسیون مشخص کنیم محلول مورد آزمایش یا محلول تیترا شونده گفته می شود.

۲- **محلول استاندارد (تیترا کننده):** به محلول هایی که دارای غلظت و فرمول شیمیایی مشخص و

استانداردی بوده و از آنها برای سنجیدن غلظت و یا درصد خلوص محلول های مورد آزمایش استفاده

می شود محلول استاندارد یا محلول تیترا کننده گفته می شود که برخی از آنها را پس از تهیه می توان

به مدت طولانی نگهداری نمود ولی برخی دیگر را فقط باید در زمان استفاده تهیه کنیم زیرا که این

دسته از محلول ها پس از تهیه شدن به مرور زمان خاصیت تیترا کنندگی خود را از دست داده و به

عبارتی فاسد می شوند و در نتیجه آزمایش تیتراسیون را به درستی انجام نمی دهند.

۱- **معرف های شیمیایی رنگین (شناساگر):** از کلیه موادی که پایان عمل تیتراسیون را به سرعت با تغییر

رنگ خود اعلام می کنند می توان به عنوان معرف یاد کرد:

✓ تورنسل (لیتموس): این معرف در محیط اسیدی (pH کمتر از ۵/۵ قرمز رنگ)، در محیط تقریباً خنثی

(pH بین ۵/۵ تا ۸) بنفش رنگ، در محیط قلیایی (pH بین ۸ تا ۱۴) آبی رنگ می باشد.

✓ متیل اورانژ (هلیانتین): این معرف در محیط اسیدی (pH کمتر از ۴/۵) قرمز رنگ، در محیط تقریباً خنثی (۴/۵ تا ۸) نارنجی رنگ و در محیط قلیایی (pH بین ۸ تا ۱۴) زرد رنگ می‌باشد.

✓ فنل فتالئین: این معرف در محیط اسیدی و محیط تقریباً خنثی (به طور کل pH=۸/۳) بی رنگ و در محیط قلیایی (pH بین ۸/۳ تا ۱۴) ارغوانی رنگ می‌باشد و البته باید در نظر داشت که این معرف در محیط قلیایی غلیظ بی رنگ است.

با وجود اینکه اساس همه آزمایش‌های تیتراسیون از سه بخش اصلی تشکیل شده است ولی می‌توان با تغییرات کمی که در مراحل کار انجام می‌دهیم آزمایش‌های تیتراسیون را به دو نوع کلی تقسیم بندی کرد که عبارتند از:

۱- تیتراسیون نوع مستقیم ۲- تیتراسیون نوع برگشتی (معکوس)

که می‌توان از هر یک از این دو نوع روش برای سنجش غلظت محلول‌ها و درصد خلوص مواد شیمیایی استفاده کرد که البته کاربرد تیتراسیون نوع مستقیم به دلیل صرفه جویی در میزان مواد مصرفی و راحتی کار با آن عمومی‌تر بوده است.

آزمایش اول: تیتراسیون اسید و باز

تئوری آزمایش: برای آشنایی با روش تیتراسیون نوع مستقیم یک آزمایش تیتراسیون سنجش غلظت اسید و باز را در نظر می‌گیریم که در آن یک محلول اسیدی با نرمالیت نامعلوم نظیر هیدروکلریک اسید را به عنوان محلول مورد آزمایش و یک محلول قلیایی رقیق مناسب با نرمالیت مشخص نظیر محلول سدیم هیدروکسید را که می‌تواند با محلول اسیدی مورد نظر به طور کامل واکنش دهد را هم به عنوان محلول استاندارد (محلول تیتروکننده) داریم. با افزودن چند قطره از یک شناساگر مناسب به محلول مورد آزمایش با توجه به نوع معرف استفاده شده رنگ محلول عوض خواهد شد که اگر در این حالت معرف استفاده شده قلیایی با افزودن تدریجی محلول استاندارد بازی به محلول مورد آزمایش اسیدی با توجه به رابطه شیمیایی $\text{OH}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ که در آن OH^- از محلول مورد آزمایش تأمین می‌شود، محلول بازی با محلول اسیدی واکنش داده و با ادامه عمل تیتراسیون استاندارد به تدریج از غلظت H^+ موجود در محلول مورد آزمایش کاسته شده و درجه pH محلول به سمت محیط خنثی پیش می‌رود و در نهایت زمانی که غلظت H^+ موجود بسیار کم شد و درجه pH محلول به محدوده محیط خنثی و بعد از آن به محدوده محیط قلیایی رسید با توجه به نوع معرف مورد استفاده و درجه pH لازم برای تغییر رنگ آن‌ها، محلول شروع به تغییر رنگ دادن خواهد کرد که در این لحظه باید افزودن محلول استاندارد به محلول مورد آزمایش را قطع کرده و به عبارتی به عمل تیتراسیون خاتمه داد که چون در تیتراسیون همواره تعداد اکی‌والان‌های مصرف شده محلول استاندارد یا تعداد اکی‌والان‌های واکنش داده از محلول مورد آزمایش برابر می‌باشد پس می‌توان با توجه به حجم مصرف شده محلول استاندارد و استفاده از رابطه $N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$ غلظت نرمالیت محلول مورد آزمایش را محاسبه نمود.

V_1 : حجم مصرفی محلول استاندارد

N_1 : نرمالیت محلول استاندارد

V_2 : حجم محلول مورد آزمایش

N_2 : نرمالیت مجهول محلول مورد آزمایش

یکی از نکاتی که در تیتراسیون باید به آن توجه داشت این است موارد تا جایی که ممکن است و به نتیجه آزمایش لطمه ای وارد نمی کند باید از معرف‌هایی استفاده شود که تشخیص تغییر رنگ در آنها بسیار ساده و سریع می‌باشد.

هدف آزمایش: تعیین غلظت محلول هیدروکلریک اسید با محلول سدیم هیدروکسید ۰/۱ نرمال

وسایل مورد نیاز: بشر، ارلن، بورت، گیره بورت، پایه فلزی، بالن ژوژه، شیشه ساعت، هم‌زن، اسپاتول

مواد مورد نیاز: محلول ۰/۱ نرمال هیدروکسید سدیم (محلول استاندارد)، محلول اسید کلریدریک با نرمالیه

نا معلوم (محلول مورد آزمایش)، معرف فنول فتالین

شرح کار آزمایش: برای انجام آزمایش مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید:

- ۱- ابتدا ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۰/۱ نرمال سدیم هیدروکسید تهیه کنید.
- ۲- قبل از انجام آزمایش چند مرتبه با آب نحوه کار با بورت را تمرین کنید و پس از مسلط شدن بورت را با چند میلی‌لیتر از محلول استاندارد محلول هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال شست و شو داده و توسط گیره بورت آن را بر روی پایه فلزی نصب کنید.
- ۳- توسط بشر داخل بورت را تا حجمی معین از محلول استاندارد پر کرده و به منظور خارج کردن هوای داخل نوک بورت ابتدا باید یک ظرف را در زیر بورت بگذارید و سپس شیر بورت را کمی باز کرده تا مقداری محلول از بورت خارج شود، سپس حجم محلول درون بورت را تنظیم کنید.
- ۴- ۱۰ میلی‌لیتر از محلول مورد آزمایش (محلول تیترو شونده) را داخل ارلن ریخته و ۳-۴ قطره معرف فنول فتالین به آن اضافه کنید و سپس ارلن را در زیر بورت گذاشته و به منظور تشخیص سریع تر و راحت تر تغییر رنگ در محلول بهتر است که یک ورق کاغذ سفید هم در زیر ارلن قرار دهید.
- ۵- حالا می‌توانید عملیات تیتراسیون را شروع کنید که بدین منظور شیر بورت را کمی باز کرده تا محلول استاندارد به آرامی داخل ارلن بریزد و دائماً باید محلول را هم زده و زمانی که رنگ صورتی کم‌رنگی که به صورت لحظه ای پدید می‌آید به کندی محو می‌شد باید شیر بورت را کمی ببندید تا حدی که محلول

بسیار کمتر و به صورت قطره قطره از بورت خارج شود و دقیقاً در لحظه‌ای که رنگ صورتی پدید آمده اصلاً محو نشد و ثابت ماند باید شیر بورت را کاملاً بسته و به عمل تیتراسیون خاتمه دهید و با توجه به حجم اولیه محلول استاندارد، حجم مصرف شده آن را بدست آورده و یادداشت کنید.

۶- آزمایش را دو بار دیگر تکرار کنید.

۷- مولاریته محلول هیدروکلریک اسید و همه ا اطلاعات را به همراه پاسخ سئوالات مطرح شده در گزارش کار خود بیاورید.

سئوالات آزمایش:

۱- در هنگام انجام عمل تیتراسیون مستقیم اسید و باز با افزودن تدریجی محلول استاندارد قلیایی به محلول

مورد آزمایش اسیدی چه اتفاقی می افتد؟

۲- چرا در آزمایش تیتراسیون اسید و باز در مواقعی که می توانیم از هر سه معرف تورنسل، متیل اورانژ و

فنول فتالئین استفاده کرد باید سعی شود که از معرف فنول فتالئین استفاده کنیم؟

۳- چرا مقدار حجم مصرفی محلول استاندارد هنگامی که از معرف فنول فتالئین استفاده می کنیم در مقایسه

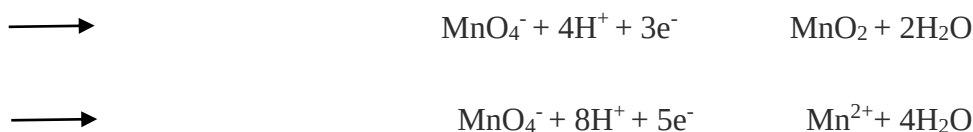
با زمانی که از معرف متیل اورانژ استفاده می کنیم متفاوت است؟

۴- تفاوت نقطه پایانی و نقطه هم ارزی چیست؟

آزمایش دوم: تیتراسیون اکسایش-کاهش

تئوری آزمایش: تیتراسیون‌های اکسایش و کاهش بر اساس اکسایش و کاهش مواد بنا شده‌اند. فرایند اکسایش فرایندی است که در آن یک جسم (احیا کننده) الکترون از دست می‌دهد و عدد اکسایش یک اتم افزایش می‌یابد و در فرایند کاهش عدد اکسایش یک اتم در یک جسم (اکسنده) کاهش می‌یابد.

منگانومتري: کلیه روش‌هایی که در آن‌ها از پتاسیم پرمنگنات به عنوان جسم اکسیدکننده استفاده می‌شود منگانومتري نامیده می‌شوند به طوری که روابط زیر نشان می‌دهد پرمنگنا می‌تواند به صورت‌های مختلف احیا شود و محصولات واکنش تابع pH محیط خواهد بود:



در منگانومتري معمولاً پرمنگنات را در محیط‌های کاملاً اسیدی به کار می‌برند، به عبارت دیگر شرایط لازم برای رابطه ۲ را فراهم می‌کنند.

محلول پتاسیم پرمنگنات رنگ بنفش تندی دارد که بر اثر کاهش بی‌رنگ می‌شود. به همین دلیل در منگانومتري استفاده از معرف‌های نشان دهنده اتمام واکنش نیاز نیست، اتمام واکنش از روی ظاهر و یا محو شدن رنگ پرمنگنات تشخیص داده می‌شود.

پرمنگنات پتاسیم اکسید کننده پر قدرتی است که شاید در بین تمام عوامل اکسید کننده استاندارد، بیشترین کاربرد را در شیمی داشته باشد، دسترسی آسان، قیمت ارزان، قدرت اکسندگی بالا و عدم نیاز به شناساگر در تیتراسیون‌ها عواملی است که استفاده از این واکنشگر را گسترش داده است. این واکنشگر معایبی نیز دارد. از جمله این معایب می‌توان به پایداری محدود محلول‌های استاندارد و وابستگی شدید توان اکسیدکنندگی آن به اسیدیته و محیط اشاره کرد.

هدف آزمایش: تعیین غلظت محلول آمونیوم اگزالات با استفاده از محلول پتاسیم پرمنگنات ۰/۱ نرمال

وسایل مورد نیاز: بورت، گیره بورت، پایه فلزی، ارلن، پی‌پت، شیشه ساعت، بالن ژوژه، بشر، هم زن، چراغ

بونزن، توری نسوز، سه پایه، اسپاتول

مواد مورد نیاز: آمونیوم اگزالات با غلظت مجهول، پتاسیم پرمنگنات، آب مقطر

شرح کار آزمایش: برای انجام آزمایش مراحل زیر را به ترتیب انجام دهید:

- ۱- ابتدا ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۰/۱ نرمال پتاسیم پرمنگنات تهیه کنید.
- ۲- بورت را با آب مقطر شستشو داده‌م و سپس با چند میلی لیتر از محلول پتاسیم پرمنگنات تهیه شده کر دهید و حجم محلول درون بورت را تنظیم کنید.
- ۳- ۱۰ میلی لیتر محلول آمونیوم اگزالات با غلظت نامعلوم را با پی‌پت مدرج برداشته و در ارلن بریزید.
- ۴- ۳ میلی لیتر اسیدسولفوریک به آمونیوم اگزالات درون ارلن اضافه کنید.
- ۵- محلول درون ارلن را تا دمای 80°C - 70°C گرم کنید.
- ۶- محلول پتاسیم پرمنگنات را قطره قطره ضمن تکان دادن ارلن به محلول اضافه کنید. (دقت کنید بعد از اضافه کردن هر قطره پتاسیم پرمنگنات و از بین رفتن رنگ ارغوانی، قطره بعدی اضافه شود).
- ۷- اضافه کردن پتاسیم پرمنگنات را تا زمانی که رنگ محلول صورتی شده و به مدت یک یا چند دقیقه ثابت بماند ادامه دهید.
- ۸- حجم پتاسیم پرمنگنات مصرفی را از روی بورت بخوانید و یادداشت کنید.
- ۸- آزمایش را یک بار دیگر تکرار کنید و از حجم‌های مصرفی میانگین گرفته و مولاریته آمونیوم اگزالات را و همه اطلاعات را به همراه پاسخ سؤالات مطرح شده در گزارش کار خود بیاورید.

سؤالات آزمایش:

- ۱- نیم واکنش‌های اکسایش و کاهش و واکنش موازنه شده کلی را بنویسید.
- ۲- علت استفاده از سولفوریک اسید در منگنومتری چیست؟
- ۳- در منگنومتری چرا نمی‌توان از اسیدهای معدنی دیگر مانند نیتریک اسید یا هیدروکلریک اسید بیه جای سولفوریک اسید استفاده کرد؟

فصل چہارم

تعیین جرم مولیٰ منیزیم

تئوری:

منیزیم عنصری فلزی به رنگ سفید نقره ای است که در گروه ۲ جدول تناوبی قرار دارد. این عنصر در سال ۱۸۰۸ توسط humphrey davy دانشمند انگلیسی کشف گردید. منیزیم از الکترو لیز نمک کلرید منیزیم و همچنین از آب دریا بدست می‌آید. منیزیم و ترکیبات آن مدت زمان مدیدی است که شناخته شده هستند. منیزیم هشتمین عنصر از نظر فراوانی در پوسته زمین به حساب می‌آید. این عنصر در نهشته‌های عظیم در کانی-های مگنیزیت، دولومیت و دیگر کانی‌ها یافت می‌شود. این عنصر از الکترو لیز کلرید منیزیم ناشی از آب‌های نمک‌دار، چاه‌ها و آب دریاها حاصل می‌شود. منیزیم عنصری سبک به رنگ سفید نقره‌ای است. این عنصر به راحتی در درجه حرارت بالا می‌سوزد و شعله سفید رنگ و تابناکی در موقع سوختن نمایان می‌کند. موارد استفاده این عنصر شامل مواد محترقه و منفجره شامل بمب‌های آتش‌زا می‌باشد. حدود یک سوم ترکیبات الو مینیومی و آلیاژهای ضروری برای هواپیماها و موشک‌ها از این عنصر استفاده می‌شود.

این عنصر دارای خاصیت جوش خوردگی بهتر از آلومینیوم می‌باشد که برای عناصر آلیاژی مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین برای تولید گرافیت‌های حلقه‌ای چدنی کاربرد دارد. همچنین این عنصر یک عامل کاهنده در تولید اورانیوم خالص و نمک‌های فلزی است. هیدروکسید، کلرید، سولفات و سترات منیزیم در دندانپزشکی استفاده می‌شود. به علت اشتعال پذیری بالای این عنصر برای سوخت کوره‌های کارخانه‌ها استفاده می‌شود. ترکیبات آلی منیزیم نقش حیاتی در زندگی گیاهی و جانوری دارند. کلرفیل گیاهان دارای منیزیم است. به علت اشتعال پذیری بالای منیزیم موقع استفاده از این عنصر باید دقت لازم را به عمل بیاوریم.

هدف آزمایش: اندازه‌گیری جرم مولی منیزیم

وسایل مورد نیاز: ارلن خلأ، استوانه مدرج، درپوش پلاستیکی، ترازو، سمباده

مواد مورد نیاز: هیدروکلریک اسید ۶ مولار، نوار منیزیم، آب مقطر

شرح کار آزمایش:

۱- تشتی را تا نیمه آن آب بریزید. سپس استوانه مدرج را پر از آب کرده طوری درون تشت به طور واژگون قرار دهید که هیچ حباب هوای درون آن نباشد.

۲- درون استوانه مدرج ۱۰-۶ میلی لیتر هیدروکلریک اسید ۶ مولار ریخته و تا حجم ۳۰ میلی لیتر آب بریزید. سپس محلول را به ارلن خلأ منتقل کنید.

۳- لوله خروجی گاز ارلن خلأ را زیر استوانه مدرج درون تشت قرار دهید. (تمام اتصالات را کنترل کرده که از نشت گاز جلوگیری شود).

۴- نوار منیزیم را با کاغذ سمباده تمیز نموده و مقدار معینی از آن را وزن کنید. سپس آن را درون ارلن انداخته و بلافاصله با درپوش پلاستیکی درب ارلن را کاملاً بپوشانید و ارلن را خوب تکان دهید. مشاهده می شود که گاز H_2 تولید شده و داخل ارلن توسط لوله خروجی گاز به درون استوانه مدرج هدایت می شود و مقداری از آب داخل استوانه را به درون تشت تخلیه می کند. هم زدن را تا زمانی ادامه دهید که خارج شدن حباب های گاز هیدروژن متوقف شود.

۵- مقدار آب تخلیه شده یا گاز هیدروژن جمع آوری شده، سطح آب موجود در استوانه تا سطح آب موجود در تشت و دمای آب داخل تشت را اندازه گیری کنید.

۶- با استفاده از داده های آزمایش و فرمول های زیر جرم مولی منیزیم را به دست آورده و گزارش دهید.

$$P_{\text{محیط}} = P_{H_2} + P_{H_2O(l)} + P_{H_2O(v)}$$

$$PV = P_0 V_0 (1 + \alpha t)$$

فصل پنجم

کالری متری یا گرماسنجی

تئوری:

تغییرات فیزیکی و شیمیایی همیشه باعث تغییر در انرژی سیستم می‌شوند، این تغییرات انرژی معمولاً به صورت انرژی گرمایی و در نهایت به صورت افزایش و یا کاهش در دمای سیستم قابل مشاهده است. اندازه گیری این انرژی گرمایی در دستگاهی به نام کالری‌متر انجام می‌شود. یک کالری‌متر مناسب دارای دیواره‌هایی است که نسبت به تعادل گرما با محیط اطرافش عایق است یعنی نه انرژی گرمایی از آن خارج می‌شود و نه به آن وارد می‌شود. البته این عایق بودن نسبت به گرما به طور کامل انجام نمی‌شود یعنی هیچ وقت نمی‌توانیم نفوذ به داخل یا خارج شدن گرما را به صفر برسانیم که اگر از ورود یا خروج گرما به گرماسنج صرف نظر کنیم می‌توان فرض بر این گذاشت که تغییر دمای کالری‌متر در اثر انجام یک واکنش شیمیایی در داخل آن، ناشی از گرمای واکنش انجام شده در داخل گرماسنج خواهد بود.

گرماسنجی در شیمی اساس آزمایش‌هایی را تشکیل می‌دهد که در آن‌ها هدف، اندازه گیری تغییرات آنتالپی یک واکنش شیمیایی و یا یک فرآیند شیمیایی است. بعضی از این آزمایش‌ها یا فرآیندها گرماگیر و بعضی دیگر گرماده هستند. در واکنش‌های گرماگیر سطح انرژی مواد اولیه پایین تر از محصولات است و در واکنش‌های گرماده سطح انرژی مواد اولیه از محصولات بالاتر است.

در این آزمایش تنها تغییر آنتالپی ناشی از فرآیندهای انحلال برر سی خواهد شد. انحلال هر نمکی در آب یا گرماده است یا گرماگیر. اگر عمل انحلال گرماگیر باشد گرمای انحلال عبارتست از گرمای لازم برای جدا کردن کاتیون‌ها و آنیون‌هایی که در شبکه بلورین قرار دارند. اگر عمل انحلال گرماده باشد گرمای انحلال عبارتست از گرمای به دست آمده از آبپوشی یون‌ها. در بیشتر موارد انرژی شبکه بلورین کمتر از کل گرمای آبپوشی است بنابراین کل تغییرات گرماده خواهد بود.

هدف آزمایش: اندازه‌گیری گرمای انحلال پتاسیم نیترات و سدیم هیدروکسید در آب

وسایل مورد نیاز: کالری متر، دماسنج، استوانه مدرج، ترازو

مواد مورد نیاز: پتاسیم نیترات، سدیم هیدروکسید، آب مقطر

روش کار:

این آزمایش شامل دو قسمت است که فرایندهای گرماگیر و گرماده را بررسی خواهید کرد.

قسمت اول: فرایندهای گرماگیر

اندازه‌گیری گرمای انحلال پتاسیم نیترات: به وسیله استوانه مدرج ، ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر در

کالری‌متر بریزید و آن را به دور از هر منبع گرمایی قرار دهید و صبر کنید تا تعادل دمایی برقرار شود. پس از برقراری تعادل دمایی، دما را یادداشت کنید (دمای اولیه). سپس ۵ گرم پتاسیم نیترات را داخل کالری-متر بریزید و گاهی به هم بزنید و هر ۲۰ ثانیه یک بار دما را بخوانید تا وقتی که دما ثابت شود، این دما را یادداشت کنید (دمای ثانویه).

قسمت دوم: فرایند گرماده

این آزمایش همانند قسمت اول است. این بار از سدیم هیدروکسید استفاده کنید. مقدار ۱۰۰ میلی-لیتر آب مقطر را در کالری‌متر بریزید و پس از برقراری تعادل دمایی و یادداشت دمای اولیه، ۵ گرم سدیم هیدروکسید را در کالری‌متر بریزید و به هم بزنید و هر ۲۰ ثانیه یک بار دما را بخوانید تا وقتی که دما ثابت شود، این دما را یادداشت کنید (دمای ثانویه).

نتایج:

دمای اولیه و ثانویه در انحلال پتاسیم نیترات:

دمای اولیه و ثانویه در انحلال سدیم هیدروکسید:

محاسبات:

گرمای جذب شده برای این انحلال از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$Q = (m_1c_1 + m_2c_2 + A)\Delta t$$

$A =$ ظرفیت گرمایی کالری متر

$Q =$ گرمای جذب شده توسط سیستم برای انحلال

$m_1 =$ جرم حلال

$\Delta t =$ اختلاف دمای اولیه و ثانویه

$c_2 =$ گرمای ویژه حل شونده

$m_2 =$ جرم حل شونده

$c_1 =$ گرمای ویژه حلال

گرمای ویژه حلال = گرمای ویژه آب خالص = $1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

گرمای ویژه پتاسیم نیترات = $0.21 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

گرمای ویژه سدیم هیدروکسید = $0.48 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

گرمای به دست آمده از رابطه بالا، گرمای انحلال ۵ گرم پتاسیم نیترات در ۱۰۰ گرم آب است (با توجه به اینکه وزن مولکولی پتاسیم نیترات ۱۰۱ گرم بر مول است) مقدار گرمای انحلال ۱ مول پتاسیم نیترات و مقدار گرمای انحلال ۱ گرم پتاسیم نیترات را بر حسب کیلو کالری محاسبه کنید.

محاسبات قسمت دوم نیز همانند قسمت اول خواهد بود فقط علامت با قسمت پیش متفاوت است. گرمای انحلال مولی سدیم هیدروکسید و گرمای انحلال یک گرم سدیم هیدروکسید بر حسب کیلوکالری را محاسبه کنید.

هدف آزمایش: اندازه گیری گرمای واکنش اسید و باز

وسایل مورد نیاز: بشر کوچک، دو عدد استوانه مدرج، دماسنج، کالریمتر

مواد مورد نیاز: هیدروکلریک اسید ۲ مولار، سود ۲ مولار

۱- ۲۰ سی سی سدیم هیدروکسید و ۲۰ سی سی هیدروکلریک اسید را با استوانه مدرج برداشته و دمای

هر دو آن‌ها را اندازه بگیرید (دمای اولیه).

۲- همزمان هر دو را داخل کالریمتر ریخته و در آن را می‌بندیم و به آرامی تکان دهید. بعد از ثابت شدن دما،

دمای مشاهده شده را یادداشت کنید (دمای ثانویه).

۳- با استفاده از رابطه $Q = (m_1C_1 + m_2C_2)\Delta t$ ، گرمای حاصل از واکنش را محاسبه کنید.

$Q =$ گرمای واکنش یا آنتالپی واکنش $\Delta t =$ اختلاف دمای اولیه و ثانویه

$m_1 =$ جرم اسید $C_1 =$ گرمای ویژه اسید $m_2 =$ جرم باز $C_2 =$ گرمای ویژه باز

فصل ششم

قانون بقای جرم

تئوری:

در سال ۱۷۸۰ آنتوان لاوازیه، ضمن آزمایش‌های گوناگون دریافت که در یک واکنش شیمیایی جرم کل مواد واکنش دهنده با جرم کل محصولات برابر است. این نتیجه منجر به کشف یکی از مهمترین قوانین شیمیایی یعنی قانون بقا جرم شد. در طی یک واکنش شیمیایی اتم‌ها نه به وجود می‌آیند و نه از بین می‌روند بلکه از شکلی و ترکیبی به شکل و ترکیب دیگر تبدیل می‌شوند. بنابراین جرم مواد در طی یک واکنش شیمیایی ثابت می‌ماند که به قانون بقا جرم معروف است. قانون بقا جرم را امروزه تعمیم داده و آن را به صورت قانون بقاء جرم و انرژی بیان می‌کنند زیرا قانون بقاء جرم تنها در واکنش‌های شیمیایی معمولی صادق است و در مورد تبدیلات هسته‌ای به کار گرفته نمی‌شود. در تبدیلات هسته‌ای به دلیل تبدیل مقدار جرم به انرژی و یا انرژی به جرم، صورت کلی قانون بقاء را باید به کار گرفت. تغییرات انرژی در واکنش‌های معمولی نیز ممکن است در اثر تغییر جرم باشد ولی این‌گونه تغییرات جرم بسیار کمتر از آن است که بتوان از طریق آزمایش اندازه گرفت. در یک واکنش شیمیایی هرگز ماده خود بخود ایجاد نمی‌شود و از بین نمی‌رود، به عبارت دیگر در یک واکنش شیمیایی جرم محصولات نهایی معادل جرم مواد اولیه می‌باشد. آزمایش زیر صحت این موضوع را نشان می‌دهد. مقدار معینی مس را به نیترات مس و بعد کربنات مس و سپس به کلرید مس، هیدروکسید مس، اکسید مس، سولفات مس و سرانجام به مس تبدیل می‌کنیم. مقدار مس بدست آمده باید معادل مقدار مس مصرف شده باشد.

هدف آزمایش: اثبات قانون بقاء جرم مس در طول یک رشته واکنش شیمیایی

وسایل مورد نیاز: بشر، ارلن، پی‌پت، شیشه ساعت، کاغذ صافی، قیف شیشه‌ای، اسپاتول، همزن شیشه‌ای،

دسیکاتور، پوآر، ترازو، چراغ بونزن

مواد مورد نیاز: پودر مس، نیتریک اسید ۶ مولار، نیتریک اسید رقیق، سدیم کربنات اشباع، سدیم هیدروکسید

۶ مولار، سدیم هیدروکسید رقیق، هیدروکلریک اسید رقیق، هیدروکلریک اسید ۰/۵ مولار، سولفوریک اسید ۳

مولار، سولفوریک اسید رقیق، پودر روی

شرح کار آزمایش:

۱- تهیه مس نیترات از مس: پودر مسی که مسئول آزمایشگاه در اختیار شما گذاشته در یک بشر ۲۵۰

میلی لیتر بریزید. سپس در زیر هود ۵ میلی لیتر نیتریک اسید ۶ مولار به آن بیفزایید و به وسیله شیشه ساعت دهانه آن را بپوشانید. از تنفس گازهای آزاد شده به دلیل سمیت زیاد آن‌ها بپرهیزید.

۲- تبدیل مس نیترات به مس کربنات: محلول مس نیترات تهیه شده مقداری نیتریک اسید اضافی دارد

چون کربنات‌ها به وسیله اسید تجزیه می‌شوند. بنابراین لازم است که اسید اضافی را پیش از اضافه کردن سدیم کربنات خنثی کنید. برای این منظور به محلول سرد شده مس نیترات، قطره قطره محلول رقیق سدیم هیدروکسید اضافه کنید. چنانچه رسوبی تشکیل شد محلول را هم بزنید اگر رسوب حل شد، اضافه کردن سدیم هیدروکسید را آنقدر ادامه دهید تا رسوب بسیار کمی تشکیل شده و ثابت بماند. سپس به آن قطره قطره نیتریک اسید رقیق اضافه کنید تا رسوب دوباره حل شود. توجه کنید اسید زیادی نریزید. محلول سیر شده سدیم کربنات را قطره قطره با هم زدن مداوم محلول بالا اضافه کنید. اضافه کردن سدیم کربنات را ادامه دهید تا رسوب آبی رنگ تشکیل شده دیگر حل نشود (حدود ۱۵ میلی لیتر).

سپس آنقدر آب اضافه کنید تا بشر نیمه پر شود. محتوی بشر را به هم بزنید و بگذارید رسوب ته‌نشین شود. آنگاه بدون به هم زدن و تکان دادن محلول یک تا دو قطره سدیم کربنات از دیواره بشر اضافه کنید. اگر در پای قطره رسوبی تشکیل نشد و یا محلول بالای رسوب کدر نگردید، واکنش کامل است و عملیات بعدی را می‌توانید ادامه دهید. ولی اگر محلول بالای رسوب کدر شد، ۲ میلی لیتر دیگر سدیم کربنات به آن اضافه کنید و به هم بزنید و صبر کنید تا رسوب ته‌نشین شود و سپس دوباره دو قطره سدیم کربنات اضافه کنید تا از کامل شدن واکنش مطمئن شوید.

پس از کامل شدن واکنش وسایل صاف کردن را آماده کنید. آنگه مخلوط مس کربنات را با استفاده از کاغذ صافی، صاف کنید (هیچ‌گاه کاغذ صافی را پر نکنید زیرا مقداری از رسوب به هدر می‌رود)، سپس

رسوب را با مقادیر کم آب مقطر چندبار بشویید تا مطمئن شوید که رسوب کاملاً عاری از مواد دیگر است. رسوب را برای جلسه بعد نگه دارید و محلول زیر صافی را می‌توانید دور بریزید.

۳- تبدیل مس کربنات به مس کلرید: همان‌طور که گفته شد، کربنات‌ها توسط اسید تجزیه می‌شوند،

بنابراین می‌توانید مس کربنات را توسط هیدروکلریک اسید به مس کلرید تبدیل کنید. رسوب مس کربنات تهیه شده در جلسه قبل را به وسیله اسپاتول از روی کاغذ صافی خارج کنید و با احتیاط به داخل ارلن انتقال دهید. پس از این‌که تا حد امکان رسوب را به وسیله اسپاتول به داخل ارلن منتقل کردید، کاغذ صافی محتوی رسوب را داخل قیف و سپس روی ارلن قرار دهید. سپس با اضافه کردن قطره قطره هیدروکلریک اسید ۰/۵ مولار، تمام رسوب را حل کنید آن‌گاه با انتهای میله شیشه‌ای کاغذ صافی را سوراخ کنید و با کمی آب، کاغذ صافی را شستشو دهید تا تمام ذرات مس کربنات به داخل ارلن منتقل شود. قیف را بردارید و ارلن را به ملایمت تکان دهید و کمی نیز آن را حرارت دهید تا تمام مس کربنات حل شود و دیگر گازی خارج نشود. رنگ محلول را در این حالت یادداشت کنید.

انتهای میله هم‌زن را وارد محلول کنید و قطره‌ای را که به آن می‌چسبد روی شیشه ساعت قرار دهید و به ملایمت حرارت دهید تا خشک شود. پس از تبخیر حلال، رنگ جامد باقی مانده را که مس کلرید است یادداشت کنید.

۴- تهیه مس هیدروکسید و مس اکسید: اگر ارلن محتوی محلول مس کلرید، گرم است با آب لوله‌کشی

سرد کنید. سپس قطره قطره محلول سدیم هیدروکسید ۶ مولار اضافه کنید تا رسوب آبی تیره تشکیل شود سپس آنقدر آب بریزید تا ارلن نیمه پر شود. محتوی ارلن را به هم بزنید و صبر کنید تا رسوب ته‌نشین شود. برای اطمینان از کامل شدن واکنش، ۱ قطره سدیم هیدروکسید اضافه کنید، در صورتی که رسوبی تشکیل نشد واکنش کامل شده است. پس از کامل شدن رسوب، محلول را سه دقیقه بجوشانید و تغییرات رنگ رسوب را یادداشت کنید و سپس بگذارید رسوب ته‌نشین شود. محلول روی رسوب را با

احتیاط خالی کنید. این محلول باید بی‌رنگ باشد، چنان‌چه محلول بی‌رنگ نباشد کمی آب مقطر به آن افزوده و به هم بزنید و پس از ته‌نشین شدن رسوب، محلول روی رسوب را خالی کنید.

۵- تهیه مس سولفات و بازیابی مس اولیه: به ارلن محتوی مس اکسید، ۵ میلی‌لیتر محلول ۳ مولار

سولفوریک اسید به صورت قطره قطره افزوده و خوب هم می‌زنیم. در صورت حل نشدن رسوب، آنقدر آن مشاهدات خود را یادداشت کنید. پودر روی را آرام آرام به محلول اضافه کرده و آن را هم بزنید. سپس یک شیشه ساعت روی ارلن قرار دهید و ارلن را چند دقیقه روی میز بگذارید و گاهی آن را تکان دهید تا رنگ آبی محلول از بین برود. سپس ۵ میلی‌لیتر محلول رقیق سولفوریک اسید اضافه کنید و به آرامی حرارت دهید تا بجوشد و تمام گازهای آن خارج شود. در این مرحله یک عدد کاغذ صافی را وزن کنید و مس فلزی را که به دست آورده‌اید به وسیله کاغذ صافی صاف کنید. بعد آن را در آون گذاشته و پس از خشک شدن کاغذ صافی، وزن کنید. اختلاف این وزن از وزن کاغذ صافی، وزن مس را برای شما مشخص می‌کند.

سوالات آزمایش:

- ۱- رنگ محلول‌ها، رسوب‌ها، واکنش‌های موازنه شده هر مرحله از آزمایش و وزن مس به دست آمده را در گزارش کار خود ارائه دهید.