

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

آزمایشگاه شیمی عمومی

رشته صنایع شیمیایی

زمینه صنعت

شاخه آموزش فنی و حرفه‌ای

شماره درس ۲۴۰۵

۵۴۲	آزمایشگاه شیمی عمومی / مؤلفان: منصور عابدینی... [و دیگران]. - [ویرایش دوم] /
۴۹۱ آ	بازسازی توسط کمیسیون تخصصی رشته صنایع شیمیایی. - تهران: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های
۱۳۹۴	درسی ایران، ۱۳۹۴.
۹۵ ص.	منصور. - (آموزش فنی و حرفه‌ای؛ شماره درس ۲۴۰۵)
۱.	شیمی - آزمایش‌ها. الف. عابدینی، منصور. ب. ایران. وزارت آموزش و پرورش.
	کمیسیون تخصصی رشته صنایع شیمیایی. ج. عنوان. د. فروست.

همکاران محترم و دانش آموزان عزیز :

پیشنهادات و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی تهران -
صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و
کاردانش، ارسال فرمایند.

info@tvoccd.sch.ir

پیام‌نگار (ایمیل)

www.tvoccd.sch.ir

وب‌گاه (وب‌سایت)

این کتاب در سال ۱۳۸۵، بر اساس نظرها و پیشنهادهای هنرآموزان سراسر کشور پس از تأیید در
کمیسیون تخصصی رشته صنایع شیمیایی بازرنگری و اصلاح شده است.

وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

نام کتاب : آزمایشگاه شیمی عمومی - ۳۵۹/۹۸

مؤلفان : منصور عابدینی، علی سیداصفهان‌نی، حسین آقائی، مرتضی خلخالی، عباس غلامی،

هانی تعصبی و مرضیه گرد

بازسازی : کمیسیون تخصصی رشته صنایع شیمیایی

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

تهران : خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن : ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار : ۰۹۲۶۶-۸۸۳، کد پستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹.

وب‌سایت : www.chap.sch.ir

عکاس : نسرین اصغری

صفحه‌آرا : مریم نصرتی

طراح جلد : طاهره حسن‌زاده

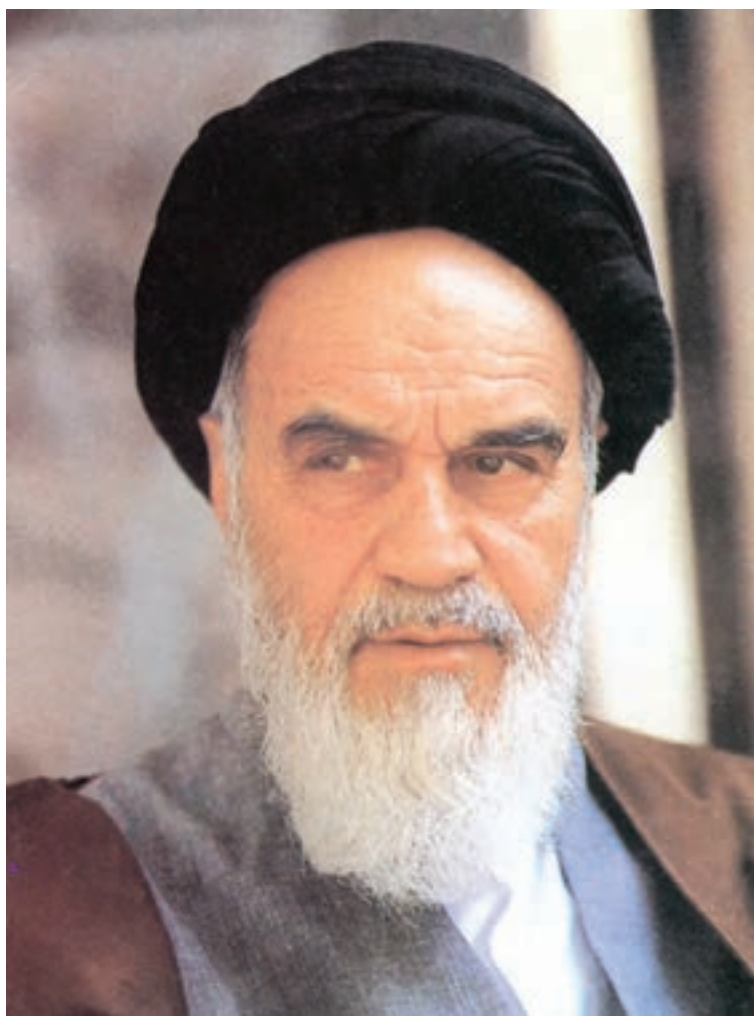
ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران - تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش)

تلفن : ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۰۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹-۳۷۵۱۵

چاپخانه : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

سال انتشار : ۱۳۹۴

حق چاپ محفوظ است.



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتکای به اجانب بپرهیزید.

امام خمینی «قدس سرّه الشریف»

فهرست مطالب

۱	مقدمه
۳	فصل اول : آشنایی با کار در آزمایشگاه
۱۲	فصل دوم : ابزارهای آزمایشگاهی
۳۰	فصل سوم : عملیات ساده شیشه‌گری
۳۴	فصل چهارم : آزمایش محلول‌سازی
۴۱	فصل پنجم : شناساگرهای رنگی اسید و باز
۴۴	فصل ششم : بررسی خواص شیمیایی برخی عنصرهای دوره سوم
۴۶	فصل هفتم : استوکیومتری
۵۰	فصل هشتم : تعیین آب تبلور
۵۲	فصل نهم : تعیین چگالی
۵۷	فصل دهم : گرانروی
۶۰	فصل یازدهم : اثر غلظت، دما و کاتالیزگر بر سرعت واکنش
۶۶	فصل دوازدهم : تعیین گرمای واکنش
۶۹	فصل سیزدهم : تعیین گرمای احتراق
۷۰	فصل چهاردهم : تعیین گرمای انحلال و آب پوشی (هیدراتاسیون)
۷۳	فصل پانزدهم : تعیین وزن مولکولی جسم از روی نزول دمای انجماد محلول آن
۷۸	فصل شانزدهم : تعیین درصد اکسیژن در هوا
۸۰	فصل هفدهم : تعیین وزن اتمی منیزیم
۸۳	فصل هجدهم : آشنایی با مفهوم عدد آوگادرو و چگونگی به دست آوردن آن
۸۶	فصل نوزدهم : بررسی قانون بقای ماده
۹۰	فصل بیستم : تعادل شیمیایی
۹۳	فصل بیست و یکم : آزمایش تعیین نقطه ریزش
۹۵	منابع

مقدمه

این کتاب آزمایشگاهی برای همراهی با آموزش کتاب «شیمی عمومی» فراهم آمده است. مطالب کتاب یک دوره‌ی آموزش شیمی عملی است که برای کسب فنون و مهارت‌های اولیه و ضروری، نیز برای کار در اغلب آزمایشگاه‌های شیمی – وابسته به صنعت و تکنولوژی – تدوین شده است.

گذراندن این دوره‌ی آموزش عملی، مستلزم انجام آگاهانه‌ی فعالیت‌ها برحسب دستورالعمل‌ها بوده و از این طریق باید سعی شود ارتباط میان مفاهیم شیمی نظری با فنون شیمی عملی برقرار گردد. گاه مشاهده می‌شود که عده‌ای از هنرجویان فقط دستور کارها را می‌خوانند و آن‌ها را بدون تأمل اجرا می‌کنند و هنگام کار، سؤالاتی را مطرح نمی‌سازند یا به مشاهده‌ی علمی ارزنده‌ای اهتمام نمی‌ورزند که البته بهره‌ی چندانی از علم شیمی و مبانی تجربی آن نمی‌برند. اما برای هنرجویان کوشا، برقراری تناسب میان شیمی نظری و شیمی عملی تلاش برانگیزاننده و هیجان‌آوری به‌شمار می‌رود. این تلاش عملاً راهی است برای تفکر منطقی، در انجام اعمال مسئولانه، در کسب مهارت‌های عملی، در گردآوری مشاهده‌های علمی و ثبت داده‌های به‌دست آمده، و سرانجام، در فعالیت‌های گروهی و عادت به همکاری برای رسیدن به نتیجه‌گیری‌های مشترک؛ هم‌چنین امتیاز دیگر برای این‌گونه آموزش مطلوب، آن است که کاردان و مسئول فنی فردا، توانایی تحلیل موقعیت‌ها و انطباق یافتن با تحولات سریع روش‌ها، ابزار و دستگاه‌ها را کسب می‌کند. هنرجویان باید متوجه این نکته باشند که مریدان براساس چارچوب خاص آموخته‌های عملی آنان را ارزیابی خواهند کرد که از آن جمله است:

۱. داشتن آمادگی قبلی و رعایت دقیق دستورالعمل‌ها که به عملکردهای بهتر در محیط سالم منجر می‌شود.
۲. مهارت در کار با مواد، ابزار و نصب صحیح دستگاه‌ها همراه با دقت، سرعت و ظرافت.
۳. انجام مشاهده‌های دقیق علمی و ثبت صحیح یافته‌ها.
۴. تحلیل یافته‌ها، جست‌وجوی روابط علت و معلولی، پاسخ به پرسش‌ها و دست‌یابی به نتیجه‌گیری‌های منطقی.
۵. به‌دست دادن نتایج و گزارش کار.
۶. داشتن ابتکار عمل و توانایی در انجام اقدامات و طراحی‌های هوشمندانه و محتاطانه.
۷. رعایت نکات ایمنی.
۸. رعایت نظم و مقررات آزمایشگاه.
۹. تمیز نمودن میز و وسایل کار، گذاردن وسایل و مواد در جای مناسب، قبل از ترک آزمایشگاه.
۱۰. احساس مسئولیت در گروه و حسن همکاری.

هدف کلی

درک صحیح مفاهیم شیمی و مبانی تجربی آن در قلمرو صنایع شیمیایی و برخی تکنولوژی‌های وابسته و کسب مهارت اولیه‌ی لازم برای کار در آزمایشگاه‌های صنایع شیمیایی.

آشنایی با کار در آزمایشگاه

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این قسمت از فراگیر انتظار می‌رود:

۱. با نوشتن گزارش آزمایشگاهی آشنا شود.
۲. لوله‌ی آزمایش را به روش صحیح گرفته آن را حرارت دهد.
۳. نحوه‌ی جلوگیری از استشمام مایع، بخار و... را بیان کند.
۴. نوع سوختگی ناشی از اسید، قلیا، برم، فسفر و... را تشخیص دهد.
۵. موارد ایمنی در آتش‌سوزی و برق‌گرفتگی را رعایت کند.
۶. علایم و برچسب‌های روی مواد شیمیایی را تشخیص دهد.
۷. محاسبه‌ی خطا را انجام دهد.

۱-۱- آمادگی‌های قبلی

نخستین گام برای انجام موفقیت‌آمیز هر آزمایش، داشتن بینش و آگاهی نسبت به موضوع آن است. پس نخست باید از هدف آزمایش آگاه بود و کسب آگاهی نیز باید به این صورت باشد:

– شرح آزمایش و دستور کار آن را حتماً پیش از ورود به آزمایشگاه بخوانید.
– از خودتان، از دوستانتان و از معلم خود پرسش‌هایی از این قبیل مطرح کنید: «هدف از آموختن این آزمایش‌ها چیست؟»، «مسئله چیست؟»، «آیا نکته‌ی غیرعادی در آن وجود دارد؟».

هرگاه تردیدی دارید آن را با معلم خود در میان بگذارید. پرسش کردن در این موارد، نشانه‌ی ضعف و عدم توانایی نیست، بلکه عکس آن صحیح است. حال که ذهن شما آماده شد و سازمان یافت، مواد و وسایل را قبل از انجام آزمایش، به‌طور کامل آماده سازید.

۱-۲- روش کار

دستور کار را به دقت دنبال کنید. هرگاه احساس می‌کنید که در جایی نمی‌توانید این کار را انجام دهید، بدون تردید از معلم خود بپرسید و کمک بخواهید. نتیجه‌گیری‌ها و مشاهده‌های خود را آن‌گونه که به‌دست می‌آیند، ثبت کنید و امانت را در گزارش دادن رعایت نمایید. بهتر است آزمایش را در حال انجام توصیف کنید. خلاصه‌برداری پایانی ممکن است به تنظیم گزارش مطلوبی نینجامد.

همه‌ی ملاحظات ایمنی را رعایت کنید. هرگونه وضع غیرعادی را فوراً با معلم

خود در میان بگذارید. نتیجه‌گیری‌ها بخش مهم و اساسی کار شماست و از آن طریق درمی‌یابید که مطلب را چه قدر و چگونه درک کرده‌اید. میزان اعتبار نتیجه‌گیری‌ها تا حدود زیادی به دقت مشاهده‌های شما بستگی دارد. توصیف رویدادها امر آسانی است، اما بیان علت‌ها کار مشکلی است که نیاز به مطالعه و تحقیق دارد. پرسش‌های آخر آزمایش، دانش شما را گسترش می‌دهند و بر قدرت تحلیل و ابتکار شما می‌افزایند.

۱-۳- ثبت نتایج

دقت کنید که ثبت نتایج به‌طور مختصر، شمرده و مستقیماً در ارتباط با موضوع مورد تحقیق باشد. بهتر آن است که این نتایج را در دفتر آزمایشگاه بنویسید تا بتوانید آن را به‌موقع در کنار یادداشت‌های درس نظری قرار دهید. بدین ترتیب، رابطه‌ی قوی‌تری میان درس نظری و فعالیت‌های آزمایشگاهی برقرار می‌شود. در کار گروهی، چه فعالیت و چه نتیجه‌گیری، همه‌ی اعضای گروه باید در تنظیم گزارش مشارکت کنند.

۱-۴- ایمنی، قوانین و مقررات در آزمایشگاه

با توجه به این که به هنگام آزمایش، سلامت شما به‌طرز کار و رعایت قوانین آزمایشگاهی بستگی دارد، به برخی نکات مهم در این کتاب اشاره می‌شود. سعی کنید تمامی نکات را به‌خاطر داشته باشید و به‌موقع آن‌ها را به‌کار ببرید.

۱. همواره با کسب آمادگی‌های قبلی به آزمایشگاه وارد شوید و دستور کار آزمایش را قبلاً مطالعه کنید.

۲. در هر آزمایش کاملاً احتیاط نموده و هرگونه حادثه یا وضع غیرعادی پیش‌آمده را به اطلاع معلم خود برسانید.

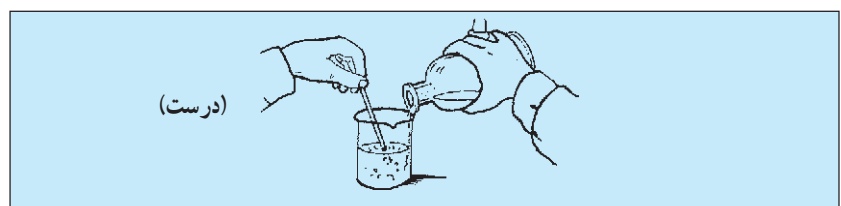
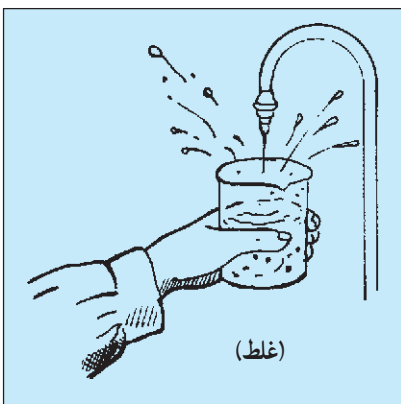
۳. قبل از برداشتن هر ماده، برچسب روی شیشه را به‌دقت بخوانید و قبل از انجام آزمایش نیز یک بار دیگر برچسب را بخوانید.

۴. از چشیدن یا لمس کردن مواد شیمیایی جداً خودداری کنید.

۵. از بویدن مستقیم مواد شیمیایی پرهیز کنید. با تکان دادن دست، اندکی از بخار مواد را - مطابق شکل - با احتیاط به‌سوی بینی خود هدایت کنید.

۶. هنگامی که ماده‌ای را در لوله‌ی آزمایش می‌ریزید و حرارت می‌دهید، دهانه‌ی لوله را به‌طرف هم‌کلاسی خود نگیرید، زیرا ممکن است در اثر جوش آمدن ماده، مایع داخل لوله به‌شدت به‌خارج پاشیده شود و به‌صورت و چشم وی آسیب برساند.

۷. درموقع رقیق کردن اسیدها، همیشه به‌خاطر داشته‌باشید که اسید غلیظ را به آهستگی وارد آب کنید و به‌هم بزنید. هرگز آب را به داخل اسید غلیظ نریزید. گرمای



ایجاد شده باعث پاشیده شدن و پرتاب مخلوط به خارج و حتی شکستن ظرف می‌شود.

۸. هرگاه اسید، باز یا هر ماده‌ی شیمیایی خورنده‌ای، روی میز یا زمین بریزد آن را با مقدار زیادی آب بشوید، در صورتی که لباس شما به اسید آغشته شود، آن را با آمونیاک رقیق خنثی کنید و اگر به باز آغشته شود آن را با استیک اسید رقیق و سپس با آمونیاک خنثی کنید و در پایان، با آب زیاد شست‌و‌شو دهید.

۹. هنگام حرارت دادن مواد و کار کردن با سدیم یا فلزهای قلیایی و دیگر موادی که احتمالاً خطرآفرین هستند، استفاده از عینک محافظ اهمیت بیش‌تری پیدا می‌کند.

۱۰. هنگامی که می‌خواهید لوله‌ی شیشه‌ای را در سوراخ چوب‌پنبه وارد کنید، سر لوله را با اندکی گلیسرین چرب و چوب‌پنبه را تر کنید (در صورتی که استفاده از آب برای آزمایش مجاز نباشد، از تر کردن چوب‌پنبه خودداری کنید). آن‌گاه لوله را با دستمال بگیرید و با احتیاط و با حرکت چرخشی آن را درون سوراخ چوب‌پنبه وارد کنید. برای احتراز از شکسته شدن لوله، به‌جاست که آن بخش از لوله را در دست بگیرید که نزدیک چوب‌پنبه است. به‌همین روش می‌توانید دماسنج، قیف و... را در سوراخ چوب‌پنبه وارد کنید.

۱۱. هنگام روشن کردن چراغ گاز آزمایشگاه دقت کنید که قبل از باز کردن شیر گاز، باید کبریت مشتعل را آماده کرده باشید. بهتر است انجام این کار با اطلاع متصدی آزمایشگاه باشد.

۱۲. در انجام هرگونه آزمایشی، هرگز شتاب نکنید. شتاب در انجام آزمایش، هم ممکن است خطرآفرین باشد و هم شما را از دسترسی به نتیجه و دقت مطلوب بازدارد.

۱۳. از بی‌نظمی در آزمایشگاه جداً پرهیزید و از جابه‌جا کردن مواد و وسایل آزمایشگاهی که جای معینی دارند خودداری کنید.

۱۴. از حرارت دادن وسایلی مانند استوانه‌ی مدرج و بالن پیمانه‌ای خودداری کنید؛ چون به‌آسانی می‌شکنند.

۱۵. جای جعبه‌ی کمک‌های اولیه، کپسول آتش‌نشانی، محل کلید برق اصلی آزمایشگاه و طرز کاربرد آن‌ها را همواره به‌خاطر بسپارید.

۱۶. هرگز باقی‌مانده‌ی مواد شیمیایی را که در آزمایش به‌کار نرفته است، به شیشه‌ی اصلی برنگردانید، چون ممکن است به مواد دیگر آلوده باشند.

۱۷. قبل از ترک آزمایشگاه لوازمی را که با آن‌ها کار کرده‌اید به‌دقت بشوید و در جای خود، به‌طور مناسب قرار دهید.

۱۸. میز کار خود را تمیز کنید و هرگونه آشغال، مانند: چوب‌کبریت سوخته، کاغذ و... را در سطل آشغال بریزید.

۱۹. مشاهده‌ها و نتیجه‌گیری‌های خود را مطابق دستورالعمل ثبت کنید و در پایان آزمایش به معلم خود تحویل دهید.



۱-۵- مراقبت‌های اولیه هنگام آتش‌سوزی و مسمومیت

در موقع بروز حادثه توجه به این نکات ضروری است :

۱. اگر آتش‌سوزی ایجاد شد :

- در صورت امکان جسمی را که در حال اشتعال است از محل حریق دور کنید.

- شیرهای گاز را ببندید.

- دو شاخه‌ی دستگاه‌های برقی را از پریز خارج کنید.

- جسمی را که در حال سوختن است با شن یا پتوی خیس بپوشانید.

- در صورت لزوم از کپسول آتش‌نشانی استفاده کنید.

۲. اگر لباس کسی آتش گرفت :

- در صورت امکان، بدون اتلاف وقت، شخص را روی زمین بخوابانید و او را با

پتوی خیس بپوشانید.

- برای خاموش کردن لباس‌های وی از پاشیدن آب خودداری کنید. به‌خاطر

داشته باشید که بعضی از مواد شیمیایی مانند : CaH_2 ، NaH ، Li ، K و Na با افزودن

آب، بیش‌تر مشتعل می‌شوند.

۳. هرگاه بدن دچار سوختگی شد :

- اگر سوختگی در اثر اسیدها باشد، محل سوختگی را زیر شیر آب، با جریان

قوی قرار دهید؛ سپس آن را با محلول ۳٪ جوش شیرین (سدیم بی‌کربنات) بشویید و

سرانجام با داروهای ضد سوختگی بپوشانید.

- اگر سوختگی مربوط به قلیاها باشد، محل سوختگی را زیر شیر آب، با جریان قوی

قرار دهید؛ سپس آن را با محلول ۱٪ استیک اسید بشویید و با داروهای ضد سوختگی بپوشانید.

- اگر سوختگی در اثر برم باشد، محل آسیب‌دیده را با الکل یا گلیسرین زیاد

شست‌و‌شو دهید و پنبه‌ی آغشته به الکل یا گلیسرین را روی زخم قرار دهید.

- اگر سوختگی در اثر فنل باشد، محل سوختگی را با الکل بشویید؛ سپس از

داروی ضد سوختگی استفاده کنید.

- اگر سوختگی در اثر تماس دست با جسم داغ باشد، نخست، چند دقیقه آن را

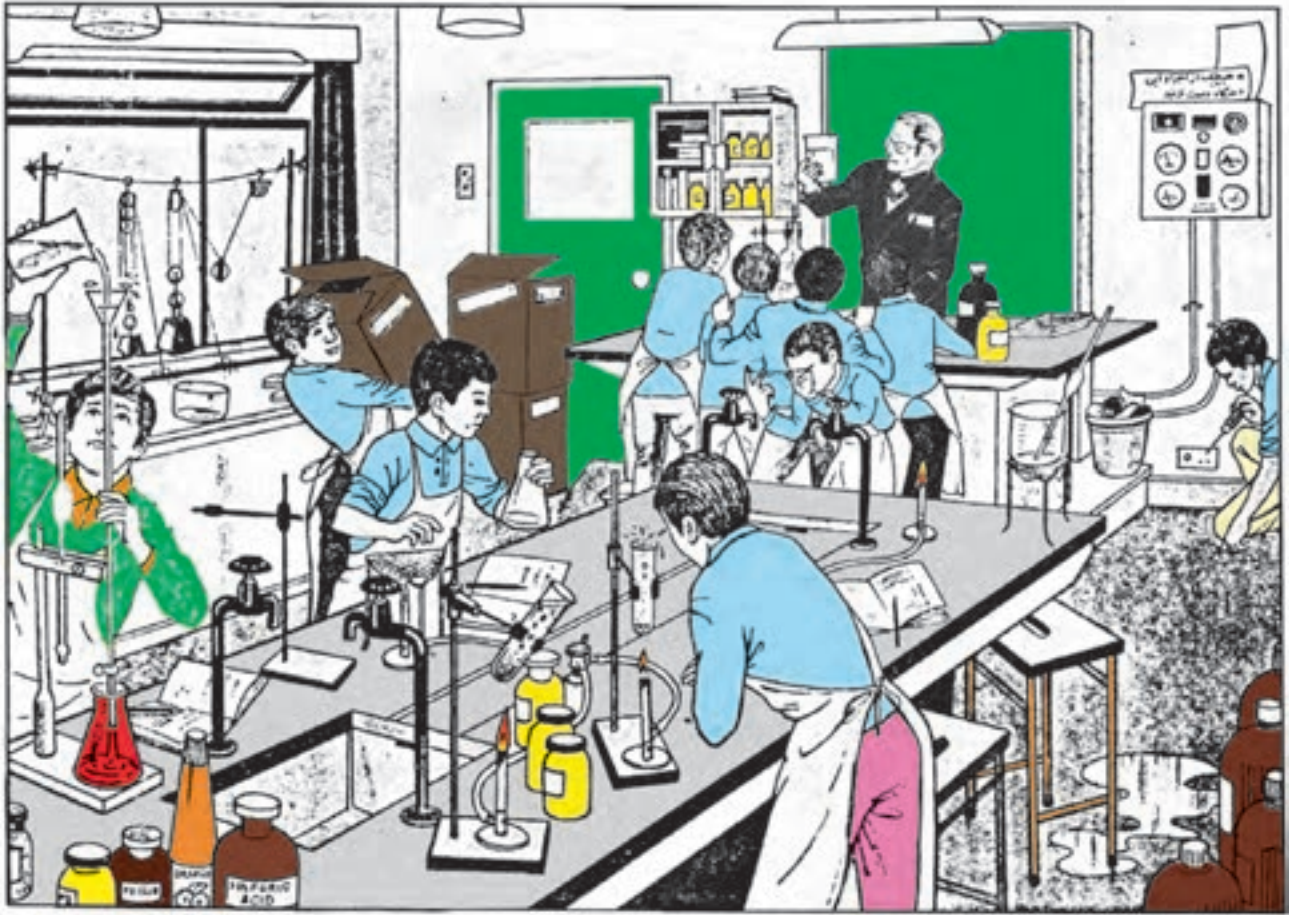
با محلول سدیم بی‌کربنات اشباع در تماس بگذارید و بعد، آن را با اکسید روی یا پماد

مناسب چرب کنید.

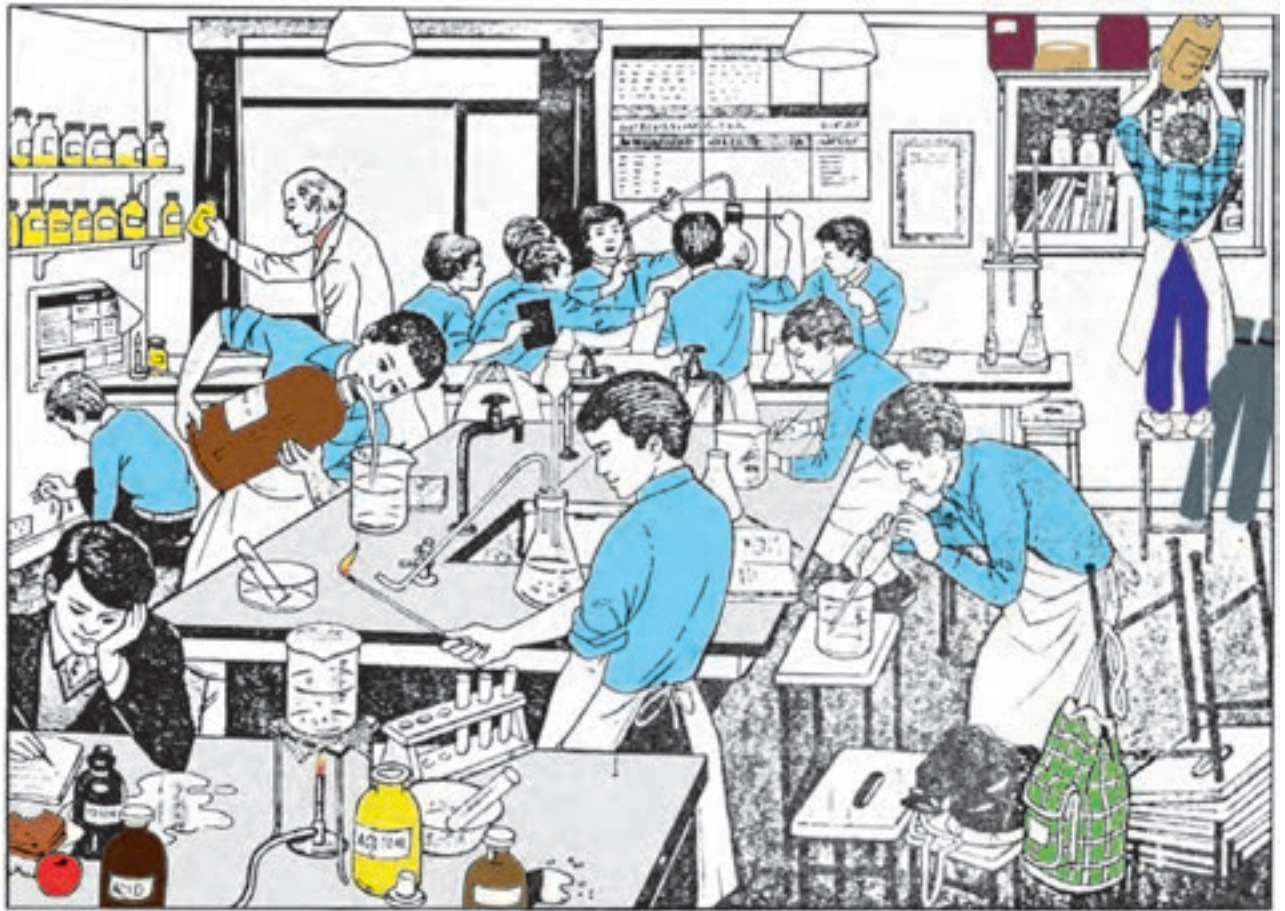
- توجه داشته باشید که هنگام بروز هرگونه سوختگی شدید یا مسمومیت در اثر

تنفس و بلع مواد شیمیایی و بخارات آن‌ها فرد مصدوم را حتماً نزد پزشک ببرید یا به

نزدیک‌ترین درمانگاه، هدایت کنید.



شکل (۱-۱)



شکل (۱-۲)

علامت‌های هشداردهنده

سمی (زهر آگین)			محرک مخاط (سوزش آور و آسیب‌رسان)
منفجر شونده			خورنده
خطر برق‌گرفتگی			تابشی که یونیزه نمی‌کند
اکسیدکننده			به‌شدت آتش‌زا
تابش لیزر			راديو اکتیو

پرسش: به شکل‌های (۱-۱) و (۲-۱) در صفحات ۷ و ۸ توجه کنید:

۱. به نکات ایمنی‌ای که در آزمایشگاه‌های این دو شکل رعایت نشده است اشاره کنید.

۲. فهرست موارد خطرناک و حادثه‌آفرین هر دو شکل را تهیه نمایید.

۱-۶- عدم قطعیت در اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی

در گزارش‌های علمی، عبارت‌هایی مانند: «امروز هوا سرد است.» یا «این جسم سنگین است.» کم‌تر به کار می‌رود. به جای آن‌ها اغلب از عبارت‌هایی چون «دمای هوای آزمایشگاه ۲۵ درجه‌ی سلسیوس است» یا «این ظرف دارای ۲۴/۱۲ گرم نمک طعام است» استفاده می‌شود. دو عبارت اول را که فاقد بیان عددی هستند، «توصیف کیفی» و دو عبارت بعدی را «بیان کمی» می‌نامند. بیان کمی باید نشان‌دهنده‌ی مقدار واقعی کمیت‌ها باشد، اما آیا این کار ممکن است؟ هر بیان علمی در حقیقت، منتقل‌کننده‌ی دانش ما درباره‌ی محیط است. چنان‌چه این بیان چیزی کم‌تر از دانستنی‌های ما باشد دقیق نیست و هم‌چنان اگر چیزی بیش از آن باشد، گمراه‌کننده است. دقیق‌ترین بیان – آن‌چه از واقعیت دانسته شده است – آن است که واضح و حتی‌الامکان از خطا به‌دور باشد.

هنگامی که دانش‌آموزان کلاس در آزمایشگاه، طول یک تکه چوب را با خط‌کش‌های خود اندازه می‌گیرند و نتیجه‌ی اندازه‌گیری خود را گزارش می‌دهند. می‌بینیم که پاسخ‌های آن‌ها یکسان نیست و اندکی با یکدیگر متفاوت است. خط‌کش‌های معمولی تا میلی‌متر درجه‌بندی شده است. آیا اندازه‌گیری طول چوب با این خط‌کش‌ها دارای پاسخ دقیق است؟ چرا؟ اندازه‌گیری به‌وسیله‌ی متر نواری بهتر است یا خط‌کش میلی‌متری؟ آیا مهارت همه‌ی دانش‌آموزان در به‌کار بستن خط‌کش، حتی اگر از یک نوع باشد، یکسان است؟

۱-۷- خطاهای فردی و خطاهای ابزاری در اندازه‌گیری آزمایشگاهی

خطاهای اندازه‌گیری بر دو نوع اند: «خطاهای فردی» و «خطاهای ابزاری».
الف) خطاهای فردی: درباره‌ی خطاهای فردی باید گفت که دقت افراد همگی یکسان نیست. این خطا را «خطای مشاهده‌کننده» می‌نامند. مهارت مشاهده‌کننده و تجربیات گذشته‌ی او در به‌کار بستن مقیاس اندازه‌گیری، هم‌چنین قدرت تشخیص چشم او در اندازه‌گیری، مؤثر است.

در این‌گونه موارد، تکرار اندازه‌گیری تأثیر خطاهای تصادفی را که ناشی از اشتباه مشاهده‌کننده است، کاهش می‌دهد؛ از این رو، هرگاه اندازه‌گیری و آزمایش مربوط را با بردباری، حوصله، روش مناسب و برای چندین بار، تکرار کنیم، به نتیجه‌های معتبر و نزدیک به یکدیگر می‌رسیم. نتیجه‌ی مناسب در این‌جا میانگین نتایج مربوط به آزمایش‌های مورد قبول است. نتایجی که صحیح به‌نظر نمی‌رسند و احتمالاً برحسب تصادف دچار خطا شده، در محاسبه‌ی میانگین به‌کار نمی‌روند.

هرگاه اندازه‌گیری ظرف شیشه‌ای را در ترازوی نسبتاً دقیق، شش‌بار تکرار کنید این نتایج به‌دست می‌آید:

$$۶۹/۹، ۶۴، ۷۰/۷، ۷۰/۲، ۷۱/۳، ۷۰/۴$$

کدام‌یک از اعداد یاد شده را در محاسبه‌ی میانگین به‌کار نمی‌برید؟
براساس تحقیق، تأثیر خطاهای مربوط به دقت مشاهده‌کننده که معمولاً جنبه‌ی تصادفی دارد، با تکرار آزمایش و میانگین‌گیری، کم‌تر می‌شود، بنابراین، جرم همان ظرف به این صورت محاسبه می‌شود:

$$\frac{۶۹/۹ + ۷۰/۷ + ۷۰/۲ + ۷۱/۳ + ۷۰/۴}{۵} = ۷۰/۵$$

ب) خطاهای ابزاری: خطاهای مربوط به کاربرد ابزارها، برخلاف خطاهای تصادفی که ناشی از فعالیت مشاهده‌کننده هستند، در تمام طول آزمایش وجود دارند و پیوسته تکرار می‌شوند و بر نتیجه‌ی آزمایش تأثیر می‌گذارند. به این دلیل، نتیجه‌ای که از یک وسیله‌ی اندازه‌گیری به‌دست می‌آید با نتیجه‌ای که با وسیله‌ی دیگر حاصل می‌شود، تفاوت نسبتاً آشکار دارد. به‌طور مثال، برای اندازه‌گیری حجم اندکی مایع، می‌توان از دو نوع استوانه‌ی مدرج ۱۰ میلی‌لیتری و ۱۰۰ میلی‌لیتری استفاده کرد. بدیهی است که دقت حاصل از اندازه‌گیری حجم مایع در استوانه‌ی باریک‌تر بیش از استوانه‌ی قطور است. دلیل درستی این گفته آن است که اگر چند قطره‌ی دیگر از همان مایع را به هر دو استوانه اضافه کنیم، تغییر حجم نسبتاً محسوس در استوانه‌ی باریک مشاهده می‌شود، در صورتی که این چند قطره آب در پهنای سطح استوانه قطور ناپدید می‌شود. نتیجه آن که دقت و درستی یا مناسب بودن همه‌ی ابزارهای مربوط به یک روش اندازه‌گیری،

یکسان نیست. به کار بستن ابزارهای گوناگون برای اندازه‌گیری، دارای نتایج نسبتاً متفاوتی است. در شکل (۳-۱) چند ابزار شیشه‌ای، برای اندازه‌گیری حجم‌های کم و زیاد مایع‌ها نشان داده می‌شود. سعی کنید نام و کاربرد هر یک را به خاطر بسپارید. کدام یک میزان خطای ابزاری کم‌تری دارد؟ کدام یک دقت کم‌تر و کاربرد آسان‌تری دارد؟ مثال دیگر را در اندازه‌گیری دما پی می‌گیریم. هرگاه همه‌ی دماسنج‌هایی را که در آزمایشگاه وجود دارند، در ظرف آب‌جوش قرار دهیم، آیا دمای جوش یکسانی را نشان



شکل (۳-۱)

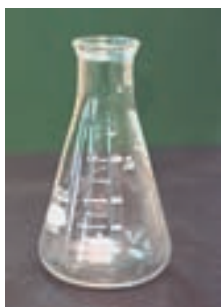
می‌دهند؟ دماسنج‌ها نیز خطای ابزاری و به اصطلاح عدم قطعیت دارند. دقت تشخیص دما به عوامل زیادی بستگی دارد که در رأس آن‌ها نوع و ساختمان دماسنج است. دماسنجی که به کار می‌رود تا چه حد دقیق ساخته شده است؟ آیا قطر لوله‌ی موئین آن در سرتاسر دماسنج یکی است؟ آیا درجه‌بندی آن به دقت انجام گرفته و فاصله‌ی میان یک درجه با درجه‌ی بعدی واقعاً یکسان است؟ کوچک‌ترین درجه‌ی این دماسنج چه قدر است؟ آیا میزان دقت قرائت این دماسنج تا $1/10^\circ$ یا $1/100^\circ$ درجه‌ی سلسیوس است؟

ابزارهای آزمایشگاهی

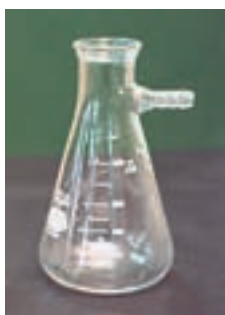
هدف رفتاری: پس از پایان این قسمت از فراگیر انتظار می‌رود:
 - در کار با انواع وسایل آزمایشگاهی مهارت کسب کند.

۱-۲- آشنایی با برخی ابزارهای آزمایشگاهی

در این فصل شما با نام و مشخصات برخی از ابزارهای ساده‌ی آزمایشگاهی که برای انجام دادن آزمایش‌ها به کار می‌روند آشنا می‌شوید. متداول‌ترین این ابزارها و کاربرد آن‌ها عبارت‌اند از:



ارلن^۱: برای گرم کردن محلول‌ها و مایع‌ها یا برای نگهداری آن‌ها و هم‌چنین در سنجش‌های حجمی به کار می‌رود (حجم معینی از محلول مورد سنجش را در آن قرار می‌دهند). از نوع مدرج آن به جای بشر مدرج می‌توان استفاده کرد.



ارلن تخلیه: برای ایجاد خلأ، به وسیله‌ی خرطوم آبی، در آزمایشگاه به منظور سرعت بخشیدن به عمل صاف کردن و نیز برای تهیه‌ی مواد گازی شکل کاربرد دارد.



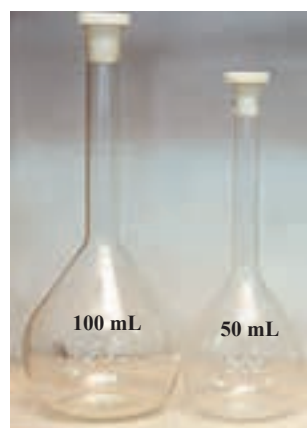
استوانه‌ی مدرج: برای برداشتن حجم معین یا تعیین حجم مایع‌ها و محلول‌ها، نیز در تعیین حجم مواد جامد و یا چگالی آن‌ها (به وسیله‌ی ترازو) به کار می‌رود. میزان دقت آن از گیللاس مدرج، ارلن و بشر مدرج بیش‌تر اما از بورت و پی‌پت مدرج کم‌تر است.

۱- Erlen

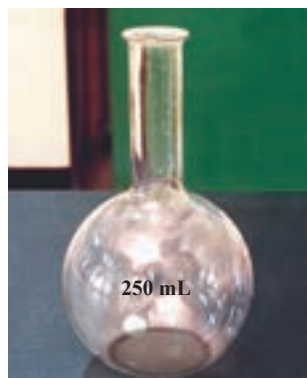
بالن با لوله‌ی جانبی: وسیله‌ای مخصوص تقطیر است (می‌توان به‌جای ارلن تخلیه از آن استفاده کرد؛ البته شکننده‌تر از ارلن تخلیه است).



بالن پیمانه‌ای: کاربرد ویژه‌ی آن در تهیه‌ی محلول‌های سنجیده، با غلظت معین است.



بالن ته‌پهن: برای نگه‌داشتن محلول‌ها، نیز برای درست کردن آبفشان از آن استفاده می‌شود. (نباید از آن برای گرم کردن استفاده کرد، زیرا جنس آن از شیشه‌ی پیرکس نیست. شیشه‌های پیرکس در اثر گرما نمی‌شکنند.)



بالن ته‌گرد: برای گرم کردن محلول‌ها یا مایع‌ها، به‌ویژه در عمل تقطیر، از آن استفاده می‌شود.





برس لوله (لوله شوی): برای شستن و تمیز کردن جدار داخلی لوله‌ی آزمایش و مشابه آن کاربرد دارد.



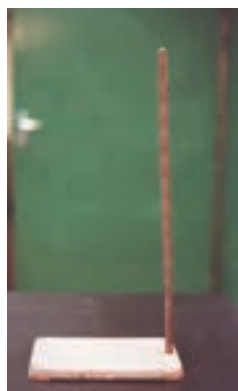
بشیر: برای گرم کردن محلول‌ها و مایع‌ها، در سنجش‌های حجمی (مثلاً سنجش اسید و باز) به کار می‌رود. از نوع مدرج آن می‌توان برای برداشتن حجم معین و یا تعیین حجم محلول‌ها یا مایع‌ها، البته به‌طور تقریبی، استفاده کرد.



بوته‌ی چینی: وسیله‌ای چینی است که برای گرما دادن شدید و تجزیه کردن مواد جامد در دمای چراغ گاز یا کوره‌ی الکتریکی در آزمایشگاه به کار می‌رود.



بورت مدرج: کاربرد ویژه‌ی آن در سنجش‌های حجمی است. معمولاً محلولی را که غلظت آن مشخص است در آن می‌ریزند.



میله و پایه‌ی فلزی: برای نگاه داشتن وسایلی مانند بورت، بالن و به‌طور کلی نصب دستگاه‌های مختلف، به‌وسیله‌ی گیره‌ها، به کار می‌رود.

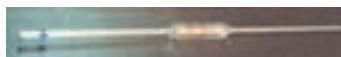
میله و پایه با گیره‌های حلقه‌ای: برای نگاه داشتن قیف در عمل صاف کردن به کار می‌رود.



پنس بوته: نوعی پنس فلزی است که برای گذاشتن و برداشتن بوته‌ی چینی روی چراغ گاز یا در داخل کوره‌ی الکتریکی از آن استفاده می‌شود.
پنس فلزی: در آزمایشگاه برای برداشتن و گذاشتن وزنه‌های ترازو به کار می‌رود.



پی‌پت حباب‌دار: برای برداشتن یا ریختن مقدار مشخص از مایع‌ها یا محلول‌ها، به‌ویژه در سنجش‌های حجمی، به کار می‌رود.



پی‌پت مدرج: برای برداشتن یا ریختن مقدار معین دل‌خواه از مایع‌ها یا محلول‌ها، در مقیاس نسبتاً کم به‌ویژه در سنجش حجمی، کاربرد دارد.



آبفشان پلاستیکی: برای نگاه داشتن آب مقطر یا محلول‌ها و مایع‌های دیگر و ریختن مقدار کم آن‌ها به کار می‌رود.





توری نسوز: نوعی توری فلزی است که در قسمت وسط آن پوششی از ماده‌ی نسوز قرار داده شده که برای جلوگیری از تأثیر مستقیم شعله بر آن چه باید به وسیله‌ی شعله گرم شود، به کار می‌رود.



جالوله: وسیله‌ای است چوبی یا فلزی که برای قرار دادن و نگهداری لوله‌های آزمایش به کار می‌رود.



چراغ گاز آزمایشگاه: وسیله‌ی فلزی گازسوزی است که برای گرم کردن به مواد و نظایر آن در آزمایشگاه کاربرد دارد.



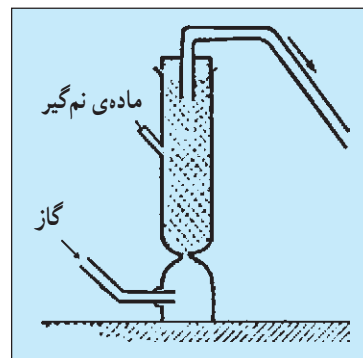
چوب‌پنبه سوراخ‌کن: مجموعه‌ای از لوله‌های فلزی توخالی در اندازه‌های متفاوت که لبه‌ی تیز دارند و برای سوراخ کردن چوب‌پنبه یا درپوش‌های لاستیکی به کار می‌رود.



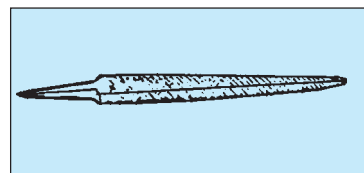
دستگاه خشک‌کننده (دسیکاتور): وسیله‌ای شیشه‌ای که در قسمت پایین آن ماده‌ی نم‌گیری مانند سولفوریک اسید غلیظ می‌ریزند و در بالای آن روی یک صفحه‌ی مشبک چینی، ماده‌ی خشک‌شدنی مایع یا جامد را قرار می‌دهند.

ماده‌ی نم‌گیر

دستگاه خشک‌کننده‌ی گازها: وسیله‌ای شیشه‌ای است که با عبور گازهای مربوط از خلال یک ماده‌ی نم‌گیر مناسب (مانند CaCl_2 بی‌آب) در آن، رطوبت گاز را می‌گیرند.



سوهان سه‌گوش: نوعی سوهان است که برای بریدن لوله‌های شیشه‌ای از آن استفاده می‌شود. نوع گرد آن که به سوهان «دم موشی» معروف است، برای سوراخ کردن چوب‌پنبه یا بزرگ کردن سوراخ آن به کار می‌رود.



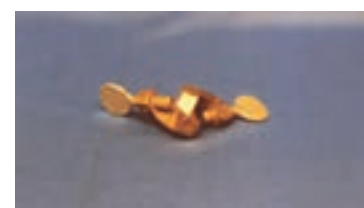
سه پایه‌ی فلزی: وسیله‌ای است فلزی که برای نگاه داشتن وسایل و گرم کردن آنها در بالای شعله‌ی چراغ گاز آزمایشگاه کاربرد دارد.

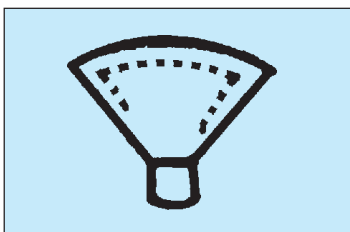


مثلث نسوز: وسیله‌ای است فلزی که روکشی از چینی نسوز دارد و معمولاً آن را روی سه پایه قرار می‌دهند و برای نگهداری بوتله‌ی آزمایشگاهی و نظایر آن، به کار می‌رود.



شاخک‌گیره: وسیله‌ای فلزی است که به وسیله‌ی دو پیچ، گیره‌ی بالن را به پایه وصل می‌سازد.





شعله پخش کن: برای پخش شعله‌ی چراغ گاز آزمایشگاه، به منظور نرم کردن و خم کردن لوله‌های شیشه به کار می‌رود.



شیشه‌ی ساعت: وسیله‌ای شیشه‌ای است که معمولاً برای تبخیر محلول‌ها به منظور ایجاد بلور در گرمای ملایم (مثلاً بالای بخار آب جوش) به کار می‌رود.



قاشقک: وسیله‌ای است که برای نرم کردن پودر و برداشتن آن به کار می‌رود.



قطره چکان: برای برداشتن یا ریختن مایع‌های سمی کاربرد دارد. از نوع مدرج آن به جای پی‌پت مدرج، برای برداشتن حجم معینی از مایع‌ها یا محلول‌های سمی استفاده می‌شود.



قیف ساده: برای صاف کردن و نیز انتقال مایع‌ها از ظرفی به ظرف دیگر به کار می‌رود.



قیف جداکننده: برای جدا کردن دو مایع که با یکدیگر آمیخته نشده باشند، به کار می‌رود (مانند آب و روغن).

خرطوم آبی: وسیله‌ای است که با جاری شدن آب از داخل آن حالت مکش به وجود می‌آید که در صورت متصل بودن به ارلن تخلیه این مکش سبب ایجاد خلأ در داخل ظرف می‌شود. از آن برای سریع صاف کردن در خلأ استفاده می‌شود.



کپسول چینی: ظرفی از جنس چینی است که برای گرم و خشک کردن مواد یا گرفتن آب تبلور مواد بلوری به کار می‌رود.



گیره‌ی بالن: گیره‌ی فلزی است که برای نگه‌داشتن بالن، ارلن و... به وسیله‌ی شاخک و پایه، کاربرد دارد.



گیره‌ی بورت: گیره‌ای فلزی است که مستقیماً به میله‌ی پایه‌ی فلزی وصل می‌شود و برای نگه‌داشتن بورت به کار می‌رود.



گیره‌ی چوبی: برای نگه‌داشتن لوله‌ی آزمایش به کار می‌رود.



گیره‌ی فلزی: برای نگه‌داشتن لوله‌ی آزمایش به کار می‌رود.

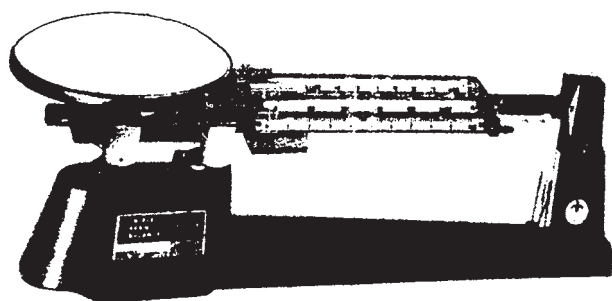




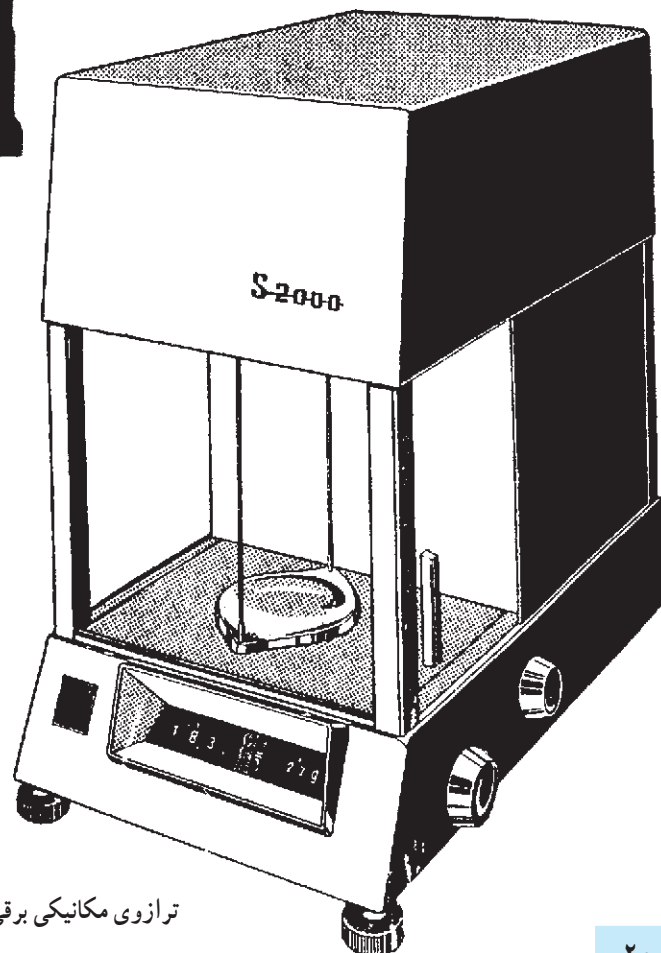
گیلاس مدرج: برای برداشتن حجمی معین یا تعیین حجم مایع‌ها، به‌طور تقریبی، کاربرد دارد. امروزه کاربرد آن در آزمایشگاه‌های شیمی تقریباً منسوخ شده است.



ترازوی دو کفه‌ای

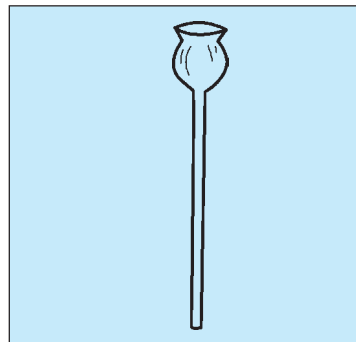


ترازوی یک کفه‌ای



ترازوی مکانیکی برقی

لوله‌ی قیف‌دار: برای انتقال مایع‌ها از ظرفی به ظرف دیگر یا در ریختن مایع‌ها یا محلول‌ها بر روی مواد جامد (مثلاً اضافه کردن اسید بر روی فلزها در تهیه‌ی گازها و...) کاربرد دارد.



هاون چینی: وسیله‌ای است که برای خرد و نرم کردن مواد جامد در آزمایشگاه به کار می‌رود.



عینک پلاستیک (عینک محافظ): برای محافظت چشم از پاشیده شدن اسیدها، بازها و سایر مایع‌های خطرناک به آن، هم‌چنین جلوگیری از پرتاب شدن اشیای فلزی یا تکه‌های شیشه‌ی شکسته به چشم، استفاده می‌شود.



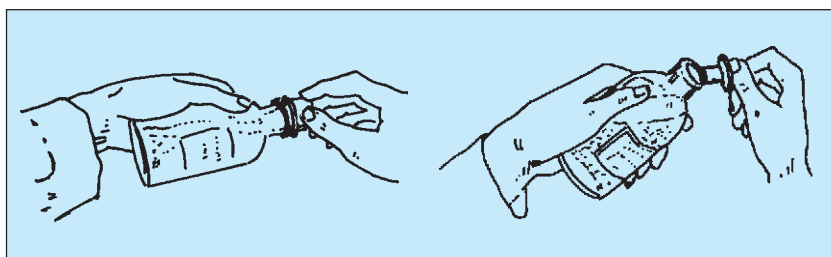
۲-۲- انتقال مواد مایع و جامد

روش صحیح انتقال مایع‌ها و جامد‌ها در شکل‌های زیر نشان داده شده است. دقت کنید که در موقع جابه‌جا کردن محلول‌های شیمیایی به اطرافیان خود آسیبی نرسانید و بیش‌تر از احتیاج خود، محلول برندارید. هیچ‌گاه در شیشه‌های محلول را روی میز نگذارید. قطره‌چکان خود را قبل از شستن و آب کشیدن در محلول‌های عمومی وارد نکنید.

– برچسب را به دقت بخوانید.

– در حالی که در شیشه را کمی از جایش بلند کرده‌اید شیشه را با ملایمت کج کنید تا محلول داخل آن، جدار داخلی گردن شیشه را مرطوب کند. این کار سبب می‌شود تا محلول در موقع خارج شدن از شیشه پخش نشود.

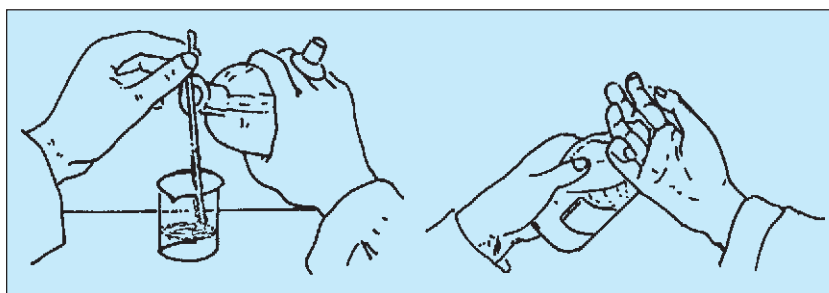




– در شیشه را به جای خود بگذارید و دوباره آن را به وسیله پشت دست باز کنید.

– از محلول به مقدار مورد نیاز بردارید.

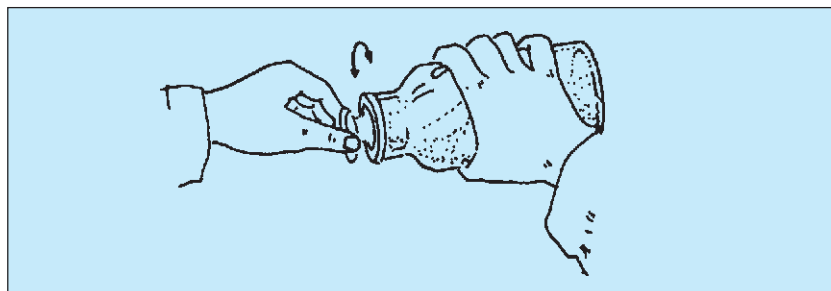
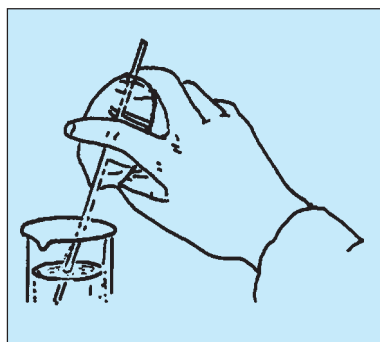
– محلول را از بالا به پایین روی میله شیشه‌ای بریزید.



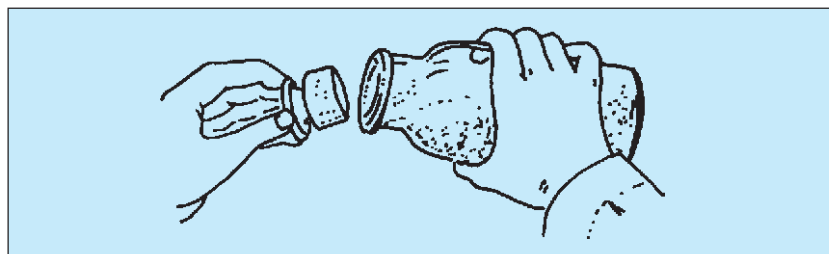
– وقتی می خواهید محلولی را از یک بشر به بشر دیگر انتقال دهید به روشی که در شکل نشان داده شده است عمل کنید.

– برای برداشتن مواد شیمیایی جامد به این روش عمل کنید:

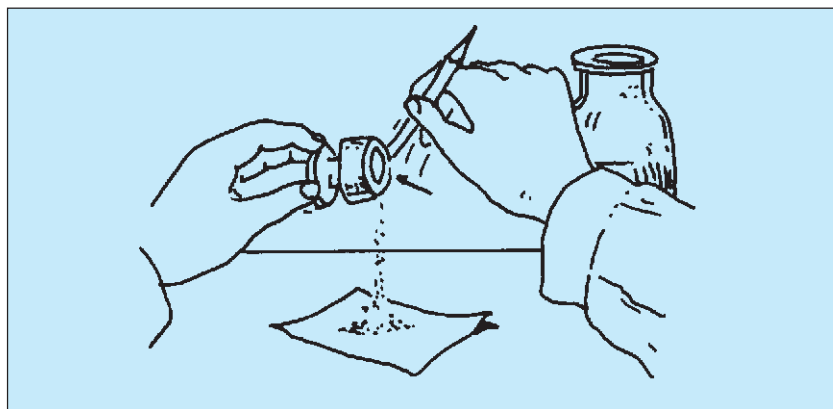
ابتدا شیشه را کج کنید تا این که قسمتی از محتوی آن وارد در شیشه شود.



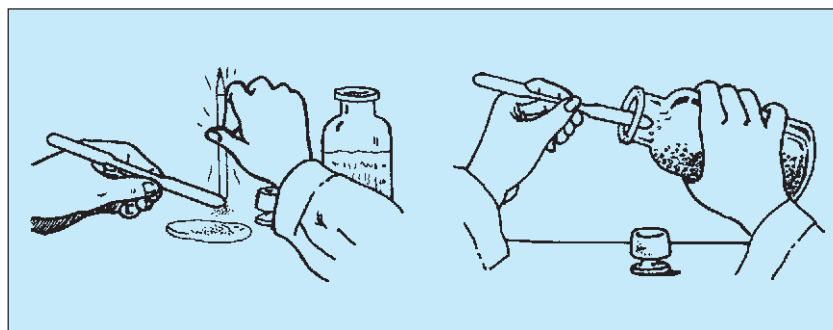
سپس در را طوری بردارید که مقداری از محتوی شیشه در داخل آن باقی بماند.



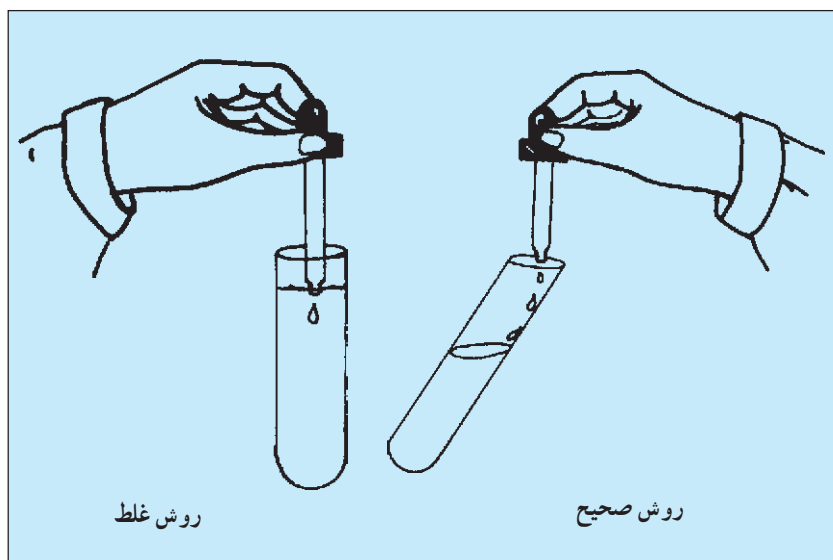
به وسیله‌ی مداد، با ضربه زدن آهسته به در شیشه، به اندازه‌ی دل‌خواه از ماده بردارید.



برای برداشتن مواد جامد می‌توان از قاشقک نیز استفاده کرد. با قاشقک مقدار اندکی ماده بردارید. به قاشقک ضربه بزنید تا به اندازه‌ی کافی ماده از آن بیرون بریزد.



روش صحیح استفاده از قطره‌چکان در شکل زیر نشان داده شده است.



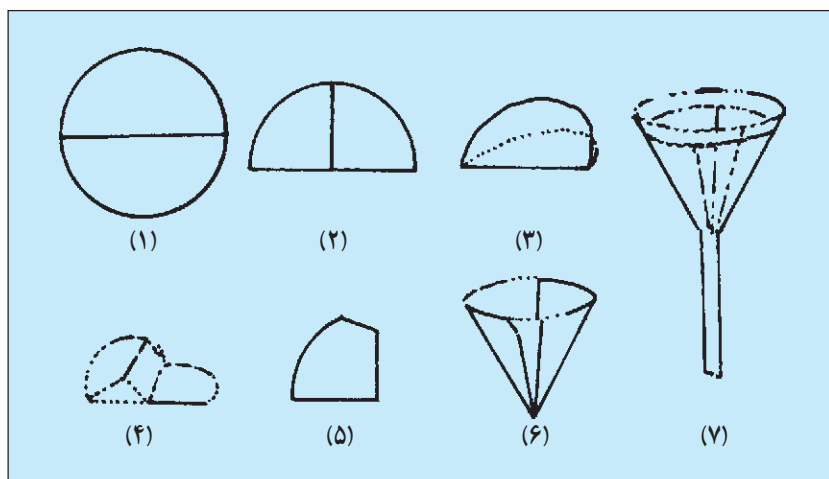
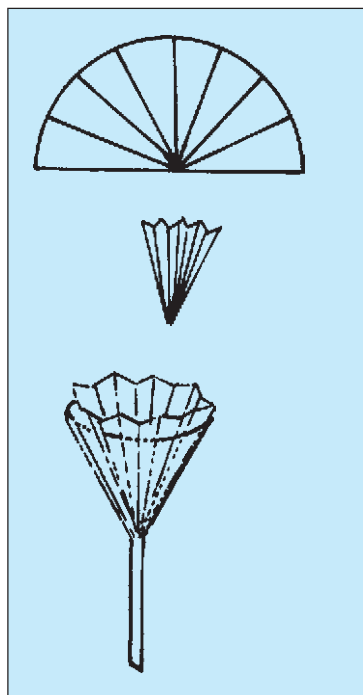
جدا کردن رسوب

در اغلب آزمایش‌هایی که رسوبی تشکیل می‌شود لازم است که رسوب را از محلول جدا کنید. برای جدا کردن رسوب به سه طریق می‌توان عمل کرد:

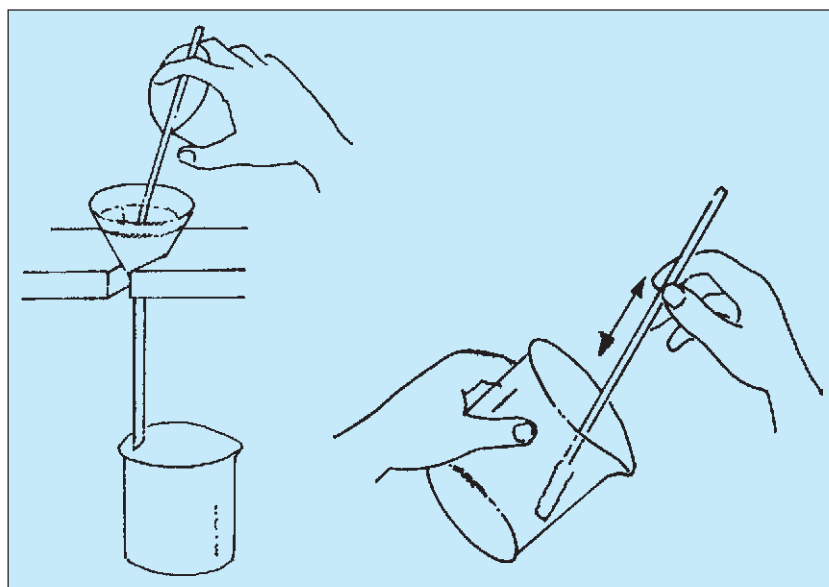
۱. صاف کردن: ساده‌ترین راه جدا کردن رسوب استفاده از قیف و کاغذ صافی است. در صورتی که ذره‌های تشکیل دهنده رسوب بسیار ریز باشند - به طوری که از کاغذ صافی عبور کنند - مدتی صبر کنید تا از به هم چسبیدن ذره‌های ریز، ذرات درشت‌تر تشکیل شود. در برخی از حالت‌ها، ممکن است گرم کردن نیز برای تشکیل ذره‌های درشت‌تر مؤثر باشد.

راه دیگر آن است که از کاغذ صافی مرغوب‌تر استفاده شود.

در شکل زیر روش صاف کردن نشان داده شده است. لازم است رسوب را چندبار و هر بار با کمی آب شست‌وشو دهید.



روش تا کردن کاغذ صافی



۲. روش سرریز کردن: اگر رسوب درون یک محلول به صورت معلق باشد ابتدا آن را مدتی به حال خود بگذارید تا ته‌نشین شود؛ سپس محلول زلال روی رسوب را با دقت خارج کنید. به رسوب، آب اضافه کنید و پس از ته‌نشین شدن آن، دوباره محلول روی رسوب را خارج کنید. بهتر است این عمل چندین بار تکرار شود.

۳. سانتریفوژ کردن: هنگامی که جدا کردن رسوب از محلول با دو روش گفته شده مشکل باشد، از سانتریفوژ استفاده می‌کنند. در صورتی که مقدار رسوب بسیار کم باشد، استفاده از سانتریفوژ مناسب‌تر از سایر روش‌هاست. کاربرد دیگر سانتریفوژ در جداسازی دو مایع مخلوط شدنی (با چگالی متفاوت) است. در این صورت، پس از سانتریفوژ کردن، مایع سنگین‌تر در پایین لوله جمع می‌شود. سانتریفوژ با نیروی گریز از مرکز کار می‌کند و تا ۳۰۰۰ دور در دقیقه سرعت دارد. توجه داشته باشید که استفاده‌ی غلط از سانتریفوژ سبب خرابی دستگاه می‌شود و بسیار خطرناک است.

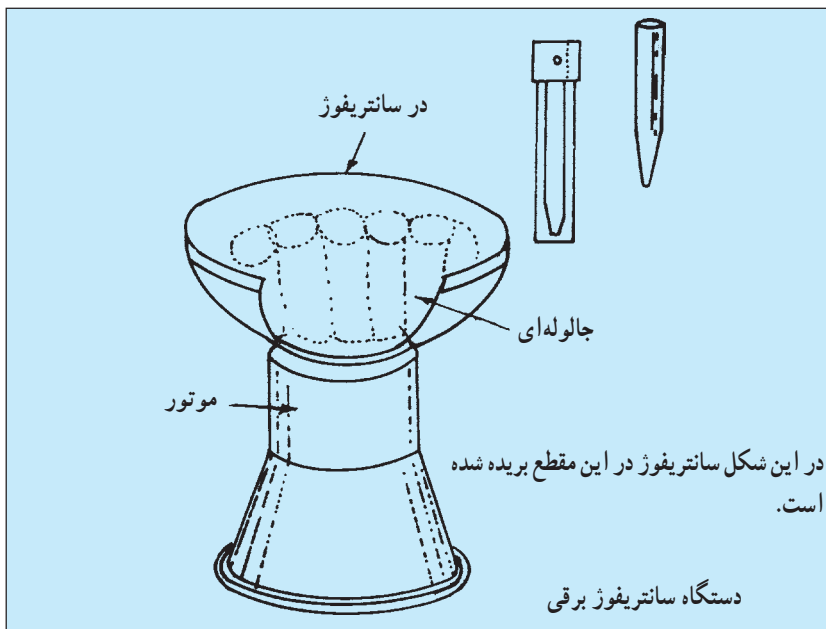
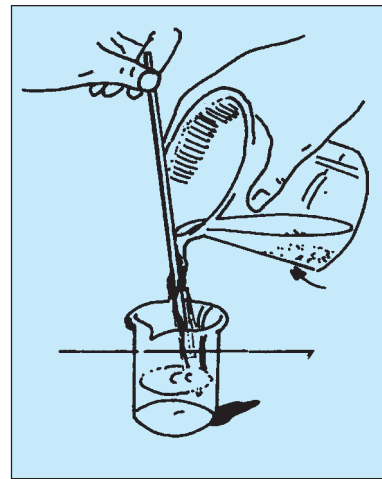
توصیه می‌شود که هنگام کار با سانتریفوژ به این نکات توجه شود:

۱. دستگاه را قبل از روشن کردن متعادل کنید. بدین منظور، لوله‌ی آزمایشی را هم‌اندازه با لوله‌ی آزمایشی که می‌خواهید سانتریفوژ کنید $\frac{2}{3}$ حجم آن را از آب پر کنید و در مقابل آن قرار دهید.

۲. لوله‌ی آزمایش را هرگز بیش از $\frac{2}{3}$ حجم آن پر نکنید.

۳. قبل از روشن کردن دستگاه سانتریفوژ حتماً در آن را ببندید.

۴. دستگاه را با سرعت کم روشن کنید؛ سپس سرعت را به تدریج بالا ببرید. برای خاموش کردن دستگاه نیز به تدریج از سرعت آن بکاهید.



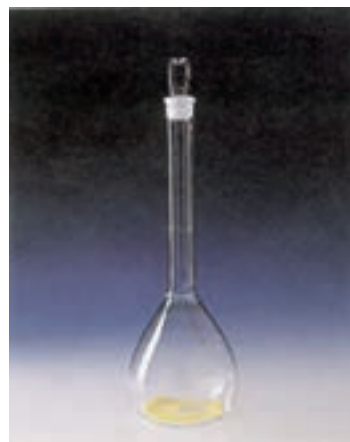
۲-۳- لوازم اندازه‌گیری حجمی

از لوازم حجم‌سنجی شیشه‌ای برای تعیین حجم محلول‌ها یا مایعات استفاده می‌شود. برخی از لوازم شیشه‌ای در کارخانه مدرج شده‌اند. گاهی روی این ظرف‌ها مانند پی‌پت یا بورت علامت TD^۱ دیده می‌شود. این علامت نشانگر آن است که با این ظرف‌ها حجم مایع خارج شده از ظرف اندازه‌گیری می‌شود، نه مایع موجود در ظرف، گاه نیز علامت TC^۲ روی ظرف‌های آزمایشگاهی دیده می‌شود که نشان می‌دهد با این ظرف‌ها حجم محلول موجود در ظرف برابر با مقدار نوشته شده است.

روی ظرف‌های مدرج علاوه بر این علامت‌ها و گنجایش کل، معمولاً نوشته‌ی ۲۰ C نیز دیده می‌شود. این دما نشانگر آن است که ظرف مورد استفاده در ۲۰ C درجه‌بندی شده است. گنجایش تمام ظرف‌های شیشه‌ای، با تغییر دما، اندکی تغییر می‌کند؛ بنابراین، حجمی که در روی شیشه نوشته شده فقط در دمای ۲۰ C درست است. مقدار تغییر گنجایش ظرف در اثر تغییر دما، به اندازه‌ی ظرف و جنس شیشه بستگی دارد. برای نمونه یک بالن ۱۰۰CC از جنس سیلیس در اثر بالا رفتن دما از ۲۰ C تا ۲۷/۵ C تنها ۰/۰۲ حجم آن اضافه می‌شود. شیشه‌هایی از جنس بور و سیلیکات، در اثر حرارت، ضریب انبساط بسیار کمی دارند.

— استفاده از بالن پیمانه‌ای برای تهیه‌ی محلول‌های استاندارد: برای تهیه‌ی یک محلول استاندارد ابتدا باید وزن معینی از جسم را با دقت توزین کرد. بدین منظور، نخست، شیشه‌ی ساعت را تمیز، خشک و وزن کنید؛ سپس جسم موردنظر را در شیشه‌ی ساعت بریزید و آن را مجدداً وزن کنید. تفاوت این دو توزین، بیانگر وزن جسم موردنظر است. اگر جسم موردنظر، در حلال زود حل شود برای تهیه‌ی محلول استاندارد، قیف کوچکی را روی دهانه‌ی بالن پیمانه‌ای بگذارید. جسم جامد را به وسیله‌ی قیف به دقت به بالن منتقل کنید. شیشه‌ی ساعت و سپس جدار قیف را با حلال بشویید. دقت کنید که حلال به تمامی در بالن بریزد. اکنون قیف را با حلال بشویید و آن را از روی بالن بردارید. تا دوسوم گنجایش، بالن را با حلال پر کرده به هم بزنید تا محلول یک‌نواخت شود. در صورتی که جسم مورد نظر به سختی در حلال حل شود برای انتقال آن بهتر است که ابتدا در یک بشر کوچک جسم موردنظر را با مقدار کمی از حلال با کمک هم‌زن حل کنید. هنگامی که جسم حل شد محتویات بشر را به وسیله‌ی قیف به بالن منتقل کنید. بشر، هم‌زن و قیف را با حلال بشویید و تا دوسوم گنجایش، بالن را با حلال پر کنید و سپس به هم بزنید تا محلول یک‌نواخت شود. در هر دو حالت، سرانجام آن قدر حلال اضافه کنید تا قوس پایینی حلال از خط نشانه حدود ۲ سانتی‌متر فاصله داشته باشد. در بالن را ببندید و آن را چندین بار سر و ته کنید تا محلول یک‌نواخت شود؛ سپس در بالن را بردارید و کمی صبر کنید تا حباب‌های داخل محلول خارج شود. اندکی بعد حلال را

قطره قطره به بالن اضافه کنید تا قوس پایین محلول، به خط نشانه‌ی بالن مماس شود. بار دیگر در بالن را ببندید و آن را سر و ته کنید تا محلول یک‌نواخت شود. با این روش، بدون هدر رفتن محلول و بروز خطا، محلول یک‌نواخت و استاندارد تهیه می‌شود.



۱



۲



۳



۴

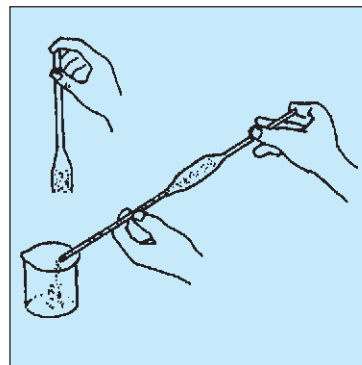


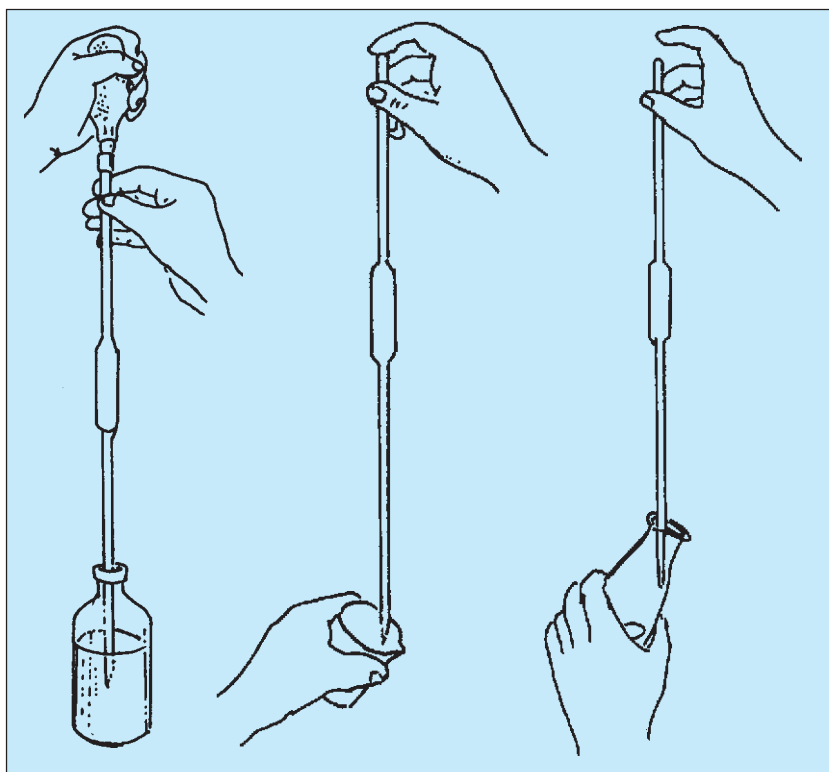
۵

روش تهیه‌ی محلول استاندارد

— روش کار با پی‌پت: پی‌پت تمیز و خشک را با کمی از محلول موردنظر پر

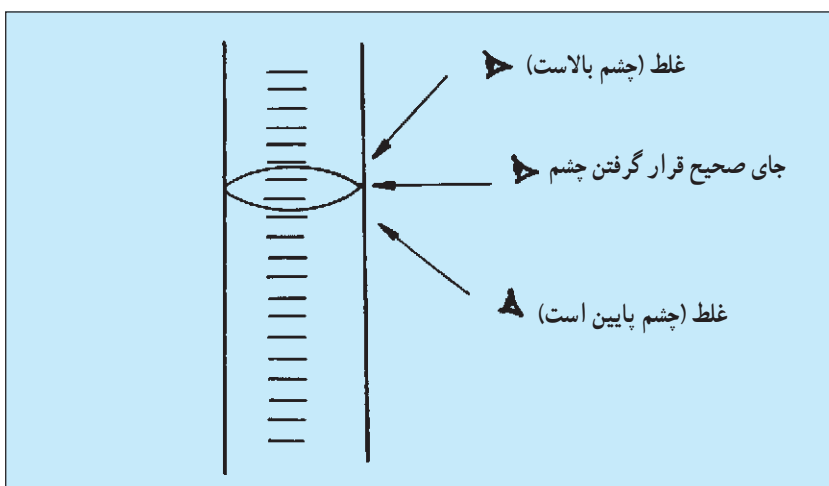
کنید. پی‌پت را کج (مورب) بگیرید تا همه جای پی‌پت با محلول شسته شود؛ سپس آن محلول را دور بریزید. برای نگهداری و کنترل محلول در پی‌پت از انگشت سبابه استفاده کنید. برای کسب مهارت، لازم است چند بار تمرین کنید. اگر از پی‌پت پرکن استفاده می‌کنید، بلافاصله پی‌پت پرکن را در آورید و انگشت سبابه‌ی خود را به جای آن بگذارید. پی‌پت را تا بالاتر از خط نشانه پر کنید و سپس با تکان دادن انگشت سبابه قوس پایین محلول را بر خط نشانه (خط صفر) مماس کنید. پی‌پت را به جدار ارلن یا ظرف موردنظر بچسبانید و صبر کنید تا تمام محلول خارج شود. در شکل صفحه‌ی بعد روش پرکردن و خالی کردن محلول به وسیله‌ی پی‌پت نشان داده شده است.

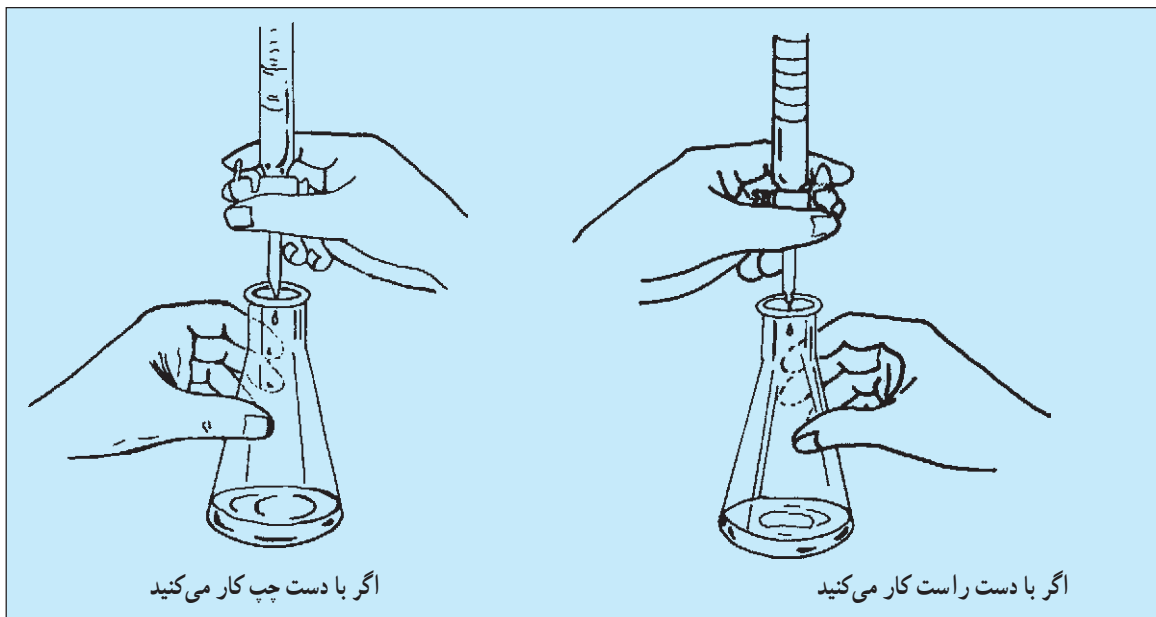




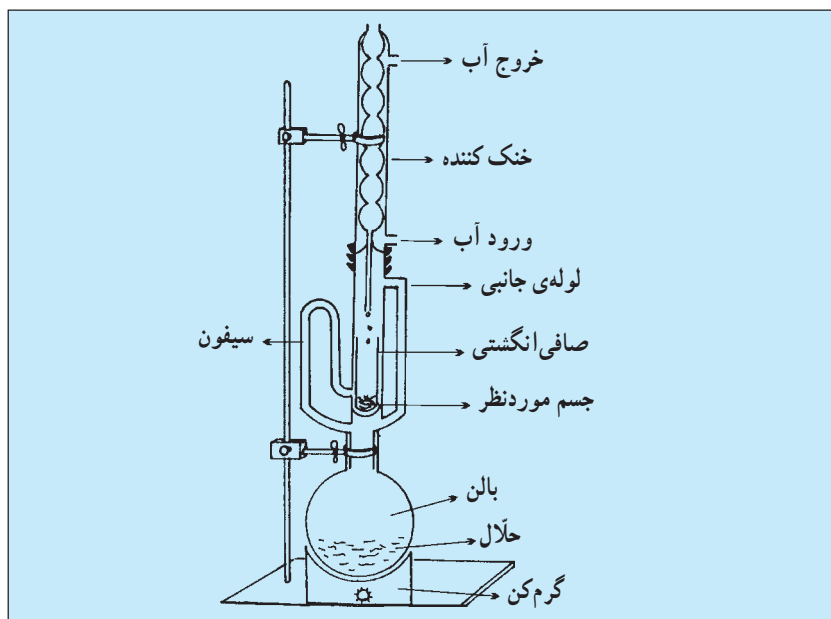
روش کار با بی پت

— روش کار با بورت: پس از اطمینان حاصل کردن از تمیز بودن بورت، بورت را تا بالای خط صفر (خط نشانه) پر کنید؛ سپس با باز کردن شیر بورت قوس پایینی محلول را بر خط صفر مماس کنید. در موقع کار با بورت سعی کنید در هر ثانیه یک قطره محلول از بورت خارج شود و اندکی بعد بورت را بخوانید. روش کار با بورت این است که با دست چپ شیر بورت را بگیرید و به سمت پایین بچرخانید و با دست راست ارلن را زیر بورت بگیرید و هم بزنید (بچرخانید). روش کار با بورت در شکل صفحه‌ی بعد نشان داده شده است:





— دستگاه سوکسله: این دستگاه از سه قسمت اصلی تشکیل شده است که عبارت‌اند از: «بالن»، «قسمت استوانه‌ای» و «خنک‌کننده» که هنگام استخراج جامد از مخلوط آن به وسیله‌ی حلال مناسب، به کار می‌رود. (حلال مناسب را در قسمت بالن دستگاه می‌ریزند و بالن را داخل گرم‌کن قرار می‌دهند). هنگامی که حلال گرم می‌شود، بخار آن به سوی قسمت استوانه‌ای می‌رود. قسمت استوانه‌ای شامل سیفون، لوله‌ی جانبی و صافی انگشتی است. جسم موردنظر را در داخل صافی انگشتی قرار می‌دهند. خنک‌کننده‌ی (مبرد) دستگاه به‌طور عمودی روی قسمت استوانه‌ای قرار می‌گیرد. بخارهای حلال درون قسمت استوانه‌ای خنک و به مایع تبدیل می‌شود و به داخل ظرف استوانه‌ای و صافی انگشتی می‌ریزد.



عملیات ساده‌ی شیشه‌گری

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این قسمت از فراگیر انتظار می‌رود:

۱. جنس و انواع شیشه را بشناسد و طریقه‌ی بریدن، خم کردن، کشیدن، خم ۴۵ درجه، و خم ۱۰ درجه را انجام دهد.
۲. درست کردن لوله‌ی موینه، قطره‌چکان و سایر عملیات شیشه‌گری را انجام دهد.

شیشه در آزمایشگاه شیمی کاربرد زیادی دارد؛ زیرا بسیاری از وسایل متداول آزمایشگاهی از جنس شیشه است. شیشه انواع مختلفی دارد که در این جا با برخی از انواع آن آشنا می‌شوید.

۱. شیشه‌ی معمولی^۱: این نوع شیشه نرم‌شونده است و به‌آسانی به‌کار می‌رود، اما مقاومت آن در مقابل تأثیر مواد شیمیایی نسبتاً کم است. این شیشه، ضریب انبساط نسبتاً زیادی دارد (تقریباً پانزده بار بزرگ‌تر از شیشه‌ی کوارتز است) و به‌علت مقاومت نسبتاً کم آن در مقابل تغییر دما، این نوع شیشه برای ساخت دستگاه‌های حرارتی، مانند بالن خنک‌کننده و نظایر آن کم‌تر استفاده می‌شود.

۲. شیشه نیای ۲۰^۲: این شیشه از جنس بور و سیلیکات بوده و مزیت این نوع شیشه نسبت به سایر شیشه‌ها به‌دلیل مقاومت آن در مقابل بازها و اسیدها و به‌علت کم بودن نسبی ضریب انبساط آن است. (این ضریب هشت‌بار بزرگ‌تر از شیشه‌ی کوارتز است) هم‌چنین مقاومت آن در مقابل تغییر دما (تا C ۱۹۰ مقاوم است) مشخص می‌شود. به‌همین سبب این نوع شیشه برای ساخت دستگاه‌های حرارتی (مانند بالن تقطیر، خنک‌کننده‌ها، ستون تقطیر و...) ماده‌ی بسیار مناسبی است. این نوع شیشه، گران اما بادوام است.

۳. شیشه نیای رازو ترم^۳: این نوع شیشه تکامل یافته‌ی شیشه نیای ۲۰ است. علاوه‌بر خواص بهتر شیمیایی، دارای ضریب انبساط کوچک‌تری است؛ به‌طوری‌که می‌توان از این نوع شیشه دستگاه‌هایی با ضخامت زیاد ساخت که دارای سختی مکانیکی زیادتری باشند. این نوع شیشه، در مقابل تغییر دما تا C ۲۵۰ مقاوم است.

۱- Thüringer Glass, SODA GLASS

۲- Jenaer Gerat glass 20

۳- Jenaer Rasotherm Glass

۴. شیشه‌ی پیرکس^۱: خواص این شیشه مانند شیشه‌ی رازوترم است.

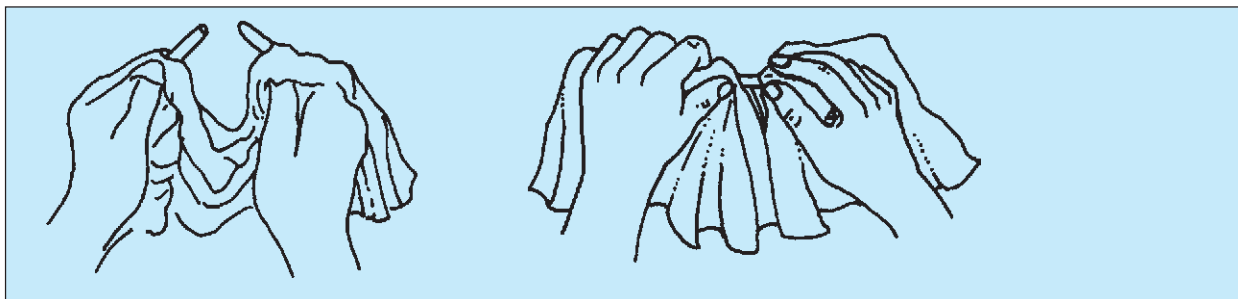
۵. شیشه‌ی سوپرماکس^۲: منحصراً برای وسایل ویژه‌ی حرارتی مانند لوله‌های پیزومتر^۳ به کار می‌رود و تا 680°C قابل استفاده است. این نوع شیشه نسبتاً شکننده است.

۶. شیشه‌ی دوروباکس^۴: این نوع شیشه نیز برای ساختن وسایل ویژه‌ی حرارتی به کار می‌رود و از شیشه‌ی سوپرماکس در مقابل فشار مقاوم‌تر است.

۷. شیشه‌ی کوارتز و کوارتزگوت: این شیشه‌ها دارای بیش‌ترین مقاومت در مقابل دما هستند. شیشه‌ی کوارتز، در بالاترین دما (درجه‌ی نرم شوندگی بالای 1400°C) به علت ضریب انبساط بسیار کوچک آن^۵ مقاومت بسیار زیادی در مقابل تغییر دما دارد. شکل دادن شیشه‌های کوارتز بسیار مشکل است؛ بنابراین، وسایلی که از این نوع شیشه ساخته می‌شوند، گران هستند. این شیشه، در مقابل عبور نور فرابنفش معمولاً نفوذناپذیر است. شیشه کوارتزگوت در واقع، شیشه‌ی کوارتز، کدر شیری رنگی است که از شیشه‌ی کوارتز ارزان‌تر است. انواع مختلف شیشه‌ها، از تفاوت رنگ محل شکستگی یا محل جوش آن‌ها شناخته می‌شوند. معمولاً نام نوع شیشه روی وسیله‌ی حکاکی (مانند بالن تقطیر)، یا به وسیله‌ی نوار رنگی روی شیشه مشخص می‌شود.

۳-۱- بریدن و خم کردن لوله‌های شیشه‌ای

لوله و شیشه‌های نرم را می‌توان به راحتی برید. برای این منظور، لوله را روی میز بگذارید و با سوهان سه‌بر یا شیشه‌بر، خراش کوچکی روی شیشه ایجاد کنید. مطابق شکل، لوله را با یک پارچه طوری بگیرید که طرف خراش‌دار لوله به سمت پایین و دو انگشت سبابه بالای خراش باشد؛ آن‌گاه با احتیاط فشار دهید تا بخش پایینی لوله از محل خراشیدگی جدا شود. لوله‌های شیشه‌ای از محل جدا شده، حالت برندگی دارند. برای صاف کردن آن، نخست به آرامی نوک لوله را به سوهان و یا توری سیمی بکشید؛ سپس مدت چند دقیقه روی شعله بگیرید و آن قدر حرکت دهید و بچرخانید تا لبه‌های لوله کاملاً گرد شود.



فشار دهید تا از هم جدا شوند.

انگشت سبابه‌ی خود را بالای خراش بگذارید.

۱- pyrex Glass

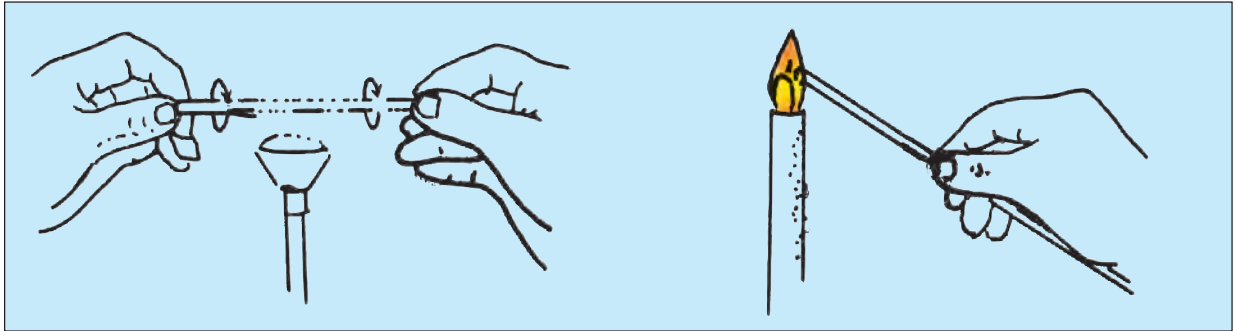
۲- Supermax Glass

۳- Piezometer

۴- Durobox Glass

۵- $5/8 \times 10^{-7} \text{ cm} \cdot \text{K}^{-1}$

برای خم کردن لوله باید نخست حدود ۳ الی ۴ سانتی متر از شیشه را به طور یک نواخت روی شعله، حرارت داد و هنگام حرارت دادن لوله را روی شعله چرخاند تا لوله به اندازه‌ی کافی گرم شود. لوله را آن قدر روی چراغ بچرخانید تا نرم شود؛ سپس آن را از شعله دور کنید و برای چند لحظه صبر کنید تا دمای آن کاملاً یک نواخت شود. لوله را به ملایمت به شکل دل خواه خم کنید و بگذارید سرد شود.



لوله را آن قدر روی چراغ بچرخانید تا نرم شود.

گرد کردن لوله

برای خم کردن از شیشه‌هایی استفاده می‌شود که در اثر حرارت به سادگی نرم می‌شوند (تا حدودی ذوب می‌شوند). شیشه‌های جنس بور و سیلیکات را مانند پیرکس که دارای دمای ذوب بالایی هستند، نمی‌توان با شعله‌ی چراغ گاز خم کرد.



لوله را به شکل دلخواه خم کنید.

از روی چراغ بردارید و چند لحظه صبر کنید.

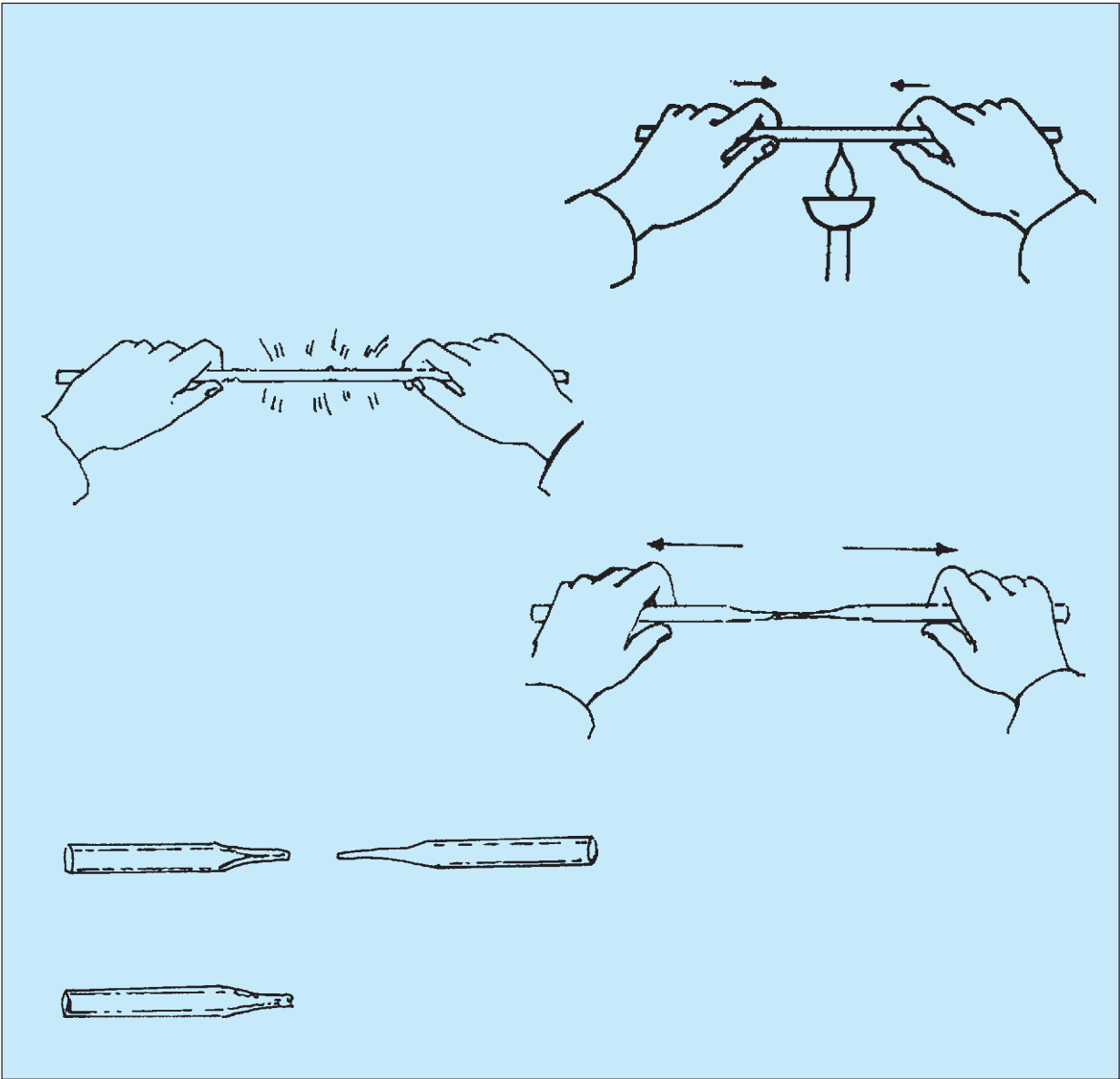
۳-۲- طرز ساخت قطره چکان

لوله‌ی شیشه‌ای را روی شعله‌ی چراغ بچرخانید تا نرم شود. مطابق شکل صفحه‌ی بعد لوله را کمی فشار دهید تا طول لوله کوتاه‌تر شود و ضخامت جدار لوله تقریباً دو برابر ضخامت اولیه‌ی آن شود؛ سپس لوله را از شعله دور کنید و آهسته آهسته آن قدر بکشید تا قسمت نرم شده به اندازه‌ی دل خواه نازک شود.

می‌توانید از لوله‌ی داده شده به اندازه‌ی دلخواه ببرید و قطره چکان مورد نظر را بسازید.

برای کسب مهارت بیش‌تر، تعدادی لوله‌ی آزمایش با خم‌های مختلف و چند

قطره چکان بسازید.



آزمایش محلول سازی

هدف رفتاری: پس از پایان این آزمایش از فراگیر انتظار می‌رود:
 - محلول‌ها را تهیه کند و غلظت مولال، نرمال و اکی والان محلول را محاسبه کند.

هدف: تهیه‌ی محلول‌های با غلظت مشخص

- واژه‌هایی نظیر «غلظت» و «رقیق» را تنها برای بیان کیفی غلظت محلول‌ها به کار می‌بریم. این واژه‌ها مفهوم نسبی دارند، برای مثال، سولفوریک اسید غلیظ ۹۸٪ وزنی از این اسید دارد؛ حال آن‌که هیدروکلریک اسید غلیظ تنها ۳۷٪ وزنی HCl دارد. برای ساختن هر محلول مقادیر حلال و جسم حل شده را برحسب وزن، حجم یا تعداد مول‌ها در نظر می‌گیرند، از این رو، روش‌های مختلفی برای بیان کمی غلظت به کار می‌رود.

الف) درصد وزنی یا حجمی: یکی از ساده‌ترین روش‌ها برای بیان غلظت یک محلول بر مبنای ترکیب درصد جسم حل شده در محلول است. به کار بردن درصد ممکن است برحسب (W) یا حجم (V) باشد. صورت‌های مختلف آن شامل درصد است که

آن‌ها را با درصد $\frac{W}{W}$ ، درصد $\frac{W}{V}$ و یا درصد $\frac{V}{V}$ نمایش می‌دهیم.

$$۱۰۰ \frac{W}{W} \# = \frac{\text{وزن ماده‌ی حل شده}}{\text{وزن محلول}} \quad \text{درصد وزنی}$$

$$۱۰۰ \frac{V}{V} \# = \frac{\text{حجم ماده‌ی حل شده}}{\text{حجم محلول}} \quad \text{درصد حجمی}$$

$$۱۰۰ \frac{W}{V} \# = \frac{\text{وزن ماده‌ی حل شده}}{\text{حجم محلول}} \quad \text{درصد وزنی - حجمی}$$

برای مثال ۱۰۰ گرم از محلول $\frac{W}{W}$: ۱۰٪ دارای ۱۰ گرم شکر و ۹۰ گرم آب

است. غلظت محلول‌های الکلی اغلب برحسب درصد $\frac{W}{V}$ بیان می‌شود.

ب) مولاریته: مولاریته‌ی یک محلول عبارت است از تعداد مول‌ها یا تعداد مولکول گرم‌های جسم حل شده در یک لیتر از محلول، مولاریته با M مشخص می‌شود. بدین ترتیب، محلول $6M$ سولفوریک اسید از انحلال 6 مول H_2SO_4 (گرم $588 = 98 \times 6$) در آب و رساندن حجم کل محلول به یک لیتر تهیه می‌شود. وقتی که محلول مایعی را تهیه می‌کنیم حجم کل محلول تابع دما بوده است. در نتیجه، با تغییر دما، حجم تغییر می‌کند. برای رفع این اشکال محلول را باید در همان دمایی که تهیه شده است مصرف کرد. به همین دلیل، محلول‌های با مولاریته‌ی معین را در ظرف‌های مدرج نظیر بالن حجمی تهیه می‌کنند.

پرسش ۱- برای تهیه‌ی 250 میلی لیتر محلول $2M$ نیتریک اسید چه وزنی از

نیتریک اسید 70% درصد وزنی $\frac{W}{W}$ باید به کار برد.

جواب: وزن مولکولی نیتریک اسید برابر با 63 است؛ از این رو $126 = 2 \times 63$ گرم نیتریک اسید باید در 1000 میلی لیتر محلول $2M$ موجود باشد. درصد گرم محلول نیتریک اسید غلیظ، 70% گرم نیتریک اسید خالص موجود است. پس، مقدار نیتریک اسید لازم:

$$\# \frac{100 \text{ گرم نیتریک اسید غلیظ}}{100 \text{ گرم نیتریک اسید}} \cdot \# \frac{126 \text{ گرم نیتریک اسید}}{1000 \text{ میلی لیتر محلول}} \cdot \text{محلول } 250 \text{ میلی لیتر} \\ = \text{نیتریک اسید غلیظ} \text{ } 45 \text{ گرم}$$

در صورتی که چگالی نیتریک اسید غلیظ $1/42 \text{ g/mL}$ باشد، حجم اسید مورد نیاز برابر است با:

میلی لیتر نیتریک اسید غلیظ $31/7 = 1/42 \text{ g/mL} \cdot 45$ گرم نیتریک اسید غلیظ

پرسش ۲- هرگاه چگالی محلول سولفوریک اسید 20% $\frac{W}{W}$ برابر $1/14$ گرم

بر میلی لیتر باشد، مولاریته‌ی آن چه قدر است؟

جواب:

$$1000 \text{ mL} = \text{وزن } 1 \text{ لیتر از این اسید} \cdot \frac{1/14 \text{ g}}{1 \text{ mL}}$$

$$1140 = \frac{2}{100} = 248 \text{ g}$$

$$\text{مولاریته‌ی اسید خالص} = \frac{248 \text{ g/L}}{98 \text{ mol/L}} = 2/32 \text{ mol/L}$$

از این رو محلول سولفوریک اسید دارای غلظت $2/32M$ است.

تذکر: برای ترکیبات یونی به جای مولکول گرم بهتر است که از اصطلاح فرمول

گرم استفاده شود.

ج) مولالیت: مولالیت‌های یک محلول، برابر با تعداد مول‌های حل شده‌ی یک جسم در ۱۰۰۰ گرم حلال است و آن را با m نشان می‌دهند. بدین ترتیب، محلول یک مولال (۱m) سولفوریک اسید را از اضافه کردن یک مولکول گرم H_2SO_4 (۹۸/۰۸ گرم) به ۱۰۰۰ گرم آب تهیه می‌کنند؛ البته باید توجه داشت که حجم محلول‌های یک مولال از اجسام مختلف با یک‌دیگر متفاوت خواهد بود. مولالیت‌های یک محلول با تغییر دما تغییر نمی‌کند. در ضمن مولالیت‌های یک محلول خیلی رقیق آبی تقریباً برابر مولالیت‌های همان محلول است؛ زیرا ۱۰۰۰ گرم آب، حجمی تقریباً برابر ۱۰۰۰ میلی‌لیتر دارد.

د) نرمالیت: نرمالیت‌های یک محلول، عبارت است از تعداد اکی‌والان گرم‌های جسم حل شده در یک لیتر محلول که با N نشان داده می‌شود. یک اکی‌والان گرم از جسم حل شده، برابر با آن مقداری از جسم است که در واکنش مورد نظر به تعداد عدد آووگادرو الکترونی که از دست می‌دهد، به دست می‌آورد یا به اشتراک می‌گذارد. اکی‌والان گرم یک جسم در واکنش‌های مختلف ممکن است متفاوت باشد:

$$\text{تعداد هیدروژن‌های اسیدی به کار رفته در واکنش} = \frac{\text{مولکول گرم اسید}}{\text{اکی‌والان گرم اسید}}$$

$$\text{تعداد OH‌های به کار رفته در واکنش} = \frac{\text{مولکول گرم باز}}{\text{اکی‌والان گرم باز}}$$

$$\text{مجموع ظرفیت‌های فلزی در نمک} = \frac{\text{مولکول گرم نمک}}{\text{اکی‌والان گرم نمک}}$$

$$\frac{\text{مولکول گرم}}{\text{عدد اکسایش کل آنیون‌ها}} = \frac{\text{مولکول گرم}}{\text{عدد اکسایش کل کاتیون‌ها}} = \text{اکی‌والان گرم}$$

برای مثال اکی‌والان گرم سولفوریک اسید در واکنش‌های خنثی کردن، برابر با نصف مولکول گرم آن است؛ بنابراین می‌توان گفت که یک مول سولفوریک اسید برابر دو اکی‌والان گرم سولفوریک اسید است و در نتیجه محلول ۱M سولفوریک اسید یک محلول دو نرمال (۲N) است. هم‌چنین، نرمالیت‌های یک محلول NaOH که برای واکنش‌های خنثی کردن به کار می‌رود با مولالیت‌های آن یکسان است، زیرا اکی‌والان گرم NaOH با مولکول گرم آن برابر است. نرمالیت‌های یک محلول، همواره مضرب ساده و صحیحی (عدد یک نیز می‌تواند باشد) از مولالیت‌های آن محلول است. با توجه به این که نرمالیت‌های یک محلول بر پایه‌ی حجم کلی آن محلول است، روش تهیه‌ی محلول‌های نرمال نیز مشابه روش تهیه‌ی

محلول‌های مولار است و همانند آن‌ها، نرمالیتی محلول با تغییر دما، اندکی تغییر می‌کند. تهیه‌ی محلول با غلظت مشخص با استفاده از اسید غلیظ آزمایشگاه: برای تهیه‌ی محلولی با غلظت مشخص (مانند محلول نرمال) از یک اسید غلیظ (مانند هیدروکلریک اسید) لازم است که چگالی (d) و درصد وزنی آن اسید را که روی برچسب شیشه‌ی اسید نوشته شده است در اختیار داشته باشیم. (برای هیدروکلریک اسید تجارتي: $d = 1.19 \text{ g/mL}$ است و ۳۷٪ وزنی HCl دارد.) در یک میلی‌لیتر محلول اسید (درصد وزنی) $a \text{ (g/mL)}$ گرم اسید خالص وجود دارد؛ بنابراین، یک لیتر از محلول اسید شامل $d \cdot a$ گرم اسید خالص است. با توجه به رابطه‌ی غلظت، $C = E \cdot N$ ، که در آن N نرمالیت و E اکی‌والان گرم است، نرمالیتی محلول اسید از این رابطه به دست می‌آید:

$$N = \frac{1000 \cdot d \cdot a}{E} = \frac{1000 \cdot d \cdot a \cdot n}{M}$$

در مورد هیدروکلریک اسید تجارتي با مشخصات بالا، نرمالیتی آن به این صورت محاسبه می‌شود.

$$N = \frac{1000 \cdot 1.19 \cdot 37}{36.5} = 12.06 \text{ (درصد وزنی)}$$

حال اگر خواسته باشیم ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول نرمال هیدروکلریک اسید تهیه کنیم با استفاده از این رابطه مقدار اسید لازم را محاسبه می‌کنیم:

$$N_1 V_1 = N_2 V_2$$

$$12.06 \cdot V_1 = 1 \cdot 250$$

$$V_1 = 20.73 \text{ mL}$$

این حجم اسید را به وسیله‌ی پی‌پت در یک بالن حجمی ۲۵۰ میلی‌لیتری می‌ریزیم که حاوی مقدار کمی آب مقطر است؛ سپس با آب مقطر تا خط نشانه به حجم می‌رسانیم. ضمن اضافه کردن آب، بالن را پی‌درپی تکان می‌دهیم تا محلول به صورت یک نواخت درآید. بعد از به حجم رساندن محلول، قطره‌های آب موجود در گردن بالن را با کاغذ صافی خشک می‌کنیم. توجه داشته باشید که در سنجش‌های حجمی دقیق، لازم است که نرمالیتی محلول ساخته شده در مقابل یک واکنشگر استاندارد، مانند سدیم کربنات به دقت کنترل شود.

تمرین: برای تهیه‌ی ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول ۱/۰ نرمال هیدروکلریک اسید چه حجمی از محلول نرمال باید انتخاب کنیم؟ با استفاده از حجم به دست آمده ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکلریک اسید ۱/۰ نرمال تهیه کنید.

محلول سود نرمال: ۱۳ گرم سود جامد را با سرعت روی یک شیشه‌ی ساعت تمیز وزن و آن را به یک بشر تمیز که کمی آب مقطر در خود دارد منتقل کنید. ۵۰ میلی‌لیتر

آب به آن اضافه کنید و محلول را تکان دهید تا سود کاملاً حل شود. پس از خنک شدن محلول، یک استوانه‌ی مدرج ۱۰ میلی‌لیتری وزن شده را از محلول سودی که تهیه کرده‌اید پر کنید و آن را دوباره وزن نمایید. از اختلاف این دو وزن، وزن محلول سود را به‌دست آورید و چگالی محلول سود را محاسبه کنید. از روی چگالی محاسبه شده، درصد NaOH را از روی جدول (۱-۴) پیدا کنید. با استفاده از رابطه‌ی نرمالیت در آزمایش قبل، حجم محلول سود لازم را برای تهیه‌ی ۲۵۰ میلی‌لیتر سود نرمال محاسبه و با رعایت نکات لازم، محلول سود نرمال را تهیه کنید.

تهیه‌ی محلول سود ۱/۰ نرمال: با استفاده از دستور روش کار ۳، محلول سود

۱/۰ نرمال بسازید.

جدول (۱-۴) چگالی و درصد سود

چگالی	درصد سود	چگالی	درصد سود
۱/۰۷	۰/۵۹	۱/۲۲۰	۱۹/۶۵
۱/۰۱۴	۱/۲۰	۱/۲۴۱	۲۱/۵۵
۱/۰۲۹	۲/۵۰	۱/۲۶۳	۲۳/۵۰
۱/۰۴۵	۲/۷۹	۱/۲۸۵	۲۵/۵۰
۱/۰۶۰	۵/۲۰	۱/۳۰۳	۲۷/۶۵
۱/۰۷۵	۶/۵۸	۱/۳۳۱	۲۰/۰
۱/۰۹۱	۸/۰۷	۱/۳۵۷	۳۲/۵
۱/۱۰۸	۹/۵۰	۱/۳۸۳	۳۵/۵
۱/۱۲۵	۱۱/۰۶	۱/۴۱۰	۳۷/۶۵
۱/۱۴۲	۱۲/۳۵	۱/۴۲۸	۴۰/۲۷
۱/۱۶۲	۱۴/۳۵	۱/۴۶۸	۴۳/۵۵۵
۱/۱۸۰	۱۶/۰۰	۱/۴۹۸	۴۶/۷۳
۱/۲۰۰	۱۷/۸۱	۱/۵۳۰	۵۰/۱۰

تهیه‌ی محلول‌های نرمال اسیدها، بازها و نمک‌ها

وسایل لازم: بشر، بالن حجمی، قیف، بی‌پت ۲۵mL، شیشه‌ی ساعت

مواد لازم: هیدروکلریک اسید غلیظ، سدیم هیدروکسید، سدیم کربنات.

۱- طرز تهیه‌ی محلول حدود ۱/۰ نرمال هیدروکلریک اسید

ابتدا لازم است محاسبه کنیم که چه مقدار هیدروکلریک اسید غلیظ برای تهیه‌ی یک لیتر محلول اسید ۱/۰ نرمال لازم است. برای این منظور از داده‌های چاپ شده روی برچسب شیشه‌ی هیدروکلریک اسید غلیظ تجارتي، یعنی درصد وزنی و چگالی اسید، استفاده می‌شود. چگالی هیدروکلریک اسید غلیظ ۳۷٪ برابر ۱/۱۹ گرم بر میلی‌لیتر

است؛ یعنی، هر میلی‌لیتر آن ۱/۱۹ گرم وزن دارد. حال برای تعیین حجم هیدروکلریک اسید غلیظ لازم برای تهیه‌ی یک لیتر محلول هیدروکلریک اسید ۰/۱ نرمال که شامل ۰/۱ اکی‌والان اسید خالص باشد، به این ترتیب عمل می‌کنیم:

یک لیتر محلول هیدروکلریک اسید یک نرمال، حاوی ۳۶/۵ گرم یا یک اکی‌والان گرم HCl است و چون یک میلی‌لیتر هیدروکلریک اسید ۳۷٪ با چگالی ۱/۱۹ g/mL دارای ۰/۴۴ = ۰/۳۷ × ۱/۱۹ گرم HCl است، بنابراین حجم هیدروکلریک اسید غلیظ لازم که شامل ۳۶/۵ گرم HCl باشد، برابر $\frac{۳۶/۵}{۰/۴۴} = ۸۳\text{mL}$ است؛ از این رو، برای تهیه‌ی محلول ۰/۱ نرمال هیدروکلریک اسید باید ۸/۳ mL از اسید غلیظ برداشت.

۸/۳ mL هیدروکلریک اسید غلیظ را با یک استوانه‌ی مدرج اندازه بگیرید و داخل یک بالن حجمی یک لیتری که تا $\frac{۱}{۳}$ حجم آن آب مقطر است، بریزید و به هم بزنید و بقیه‌ی حجم آن را تا خط نشانه از آب مقطر پر کنید، سپس بالن حجمی را خوب تکان دهید تا محلول کاملاً یک‌نواخت شود. بدین ترتیب، محلول هیدروکلریک اسید تقریباً ۰/۱ نرمال تهیه می‌شود، اما چون این نرمالیتیه تقریبی است، باید به وسیله‌ی محلول یک باز با نرمالیتیه معلوم، نرمالیتیه دقیق آن را به دست آورید. در آزمایش‌های بعدی روش کار گفته خواهد شد.

۲- طرز تهیه‌ی محلول حدود ۰/۱ نرمال سدیم هیدروکسید

یک لیتر محلول سدیم هیدروکسید ۰/۱ نرمال دارای ۴ گرم NaOH است. برای تهیه‌ی محلول ۰/۱ نرمال ۴ گرم سدیم هیدروکسید را در شیشه‌ی ساعت وزن کنید و آن را به وسیله‌ی آب مقطری که قبلاً جوشانده‌اید و گاز کربن دی‌اکسید حل شده در آن را خارج کرده‌اید به بالن حجمی یک لیتری منتقل کنید. حال بالن را تکان دهید تا سدیم هیدروکسید کاملاً حل شود؛ آن‌گاه بالن را تا خط نشانه از آب مقطر جوشیده پر کنید. بعد از تکان دادن مجدد بالن، محلول سدیم هیدروکسید حاصل در حدود ۰/۱ نرمال است که باید به وسیله‌ی یک محلول اسید با عیار معلوم (نرمالیتیه معلوم)، نرمالیتیه دقیق آن تعیین شود.

۳- طرز تهیه‌ی محلول ۰/۰۱ نرمال سدیم کربنات

در آزمایشگاه می‌توان محلول سدیم کربنات دقیقاً ۰/۰۱ نرمال تهیه کرد و آن را برای تعیین نرمالیتیه دقیق اسیدها به کار برد. چون وزن فرمولی سدیم کربنات ۱۰۶ گرم است، اکی‌والان گرم آن $۵۳ = \frac{۱۰۶}{۲}$ گرم است؛ بنابراین، برای تهیه‌ی یک لیتر محلول ۰/۰۱ نرمال سدیم کربنات، ۵۳ گرم سدیم کربنات را در شیشه‌ی ساعت دقیقاً وزن کنید. آن را به وسیله‌ی آب مقطر به بالن حجمی یک لیتری منتقل کنید و تا خط نشانه

آب مقطر بریزید؛ بعد بالن را خوب تکان دهید تا محلول کاملاً یک‌نواخت شود. محلول حاصل، محلول ۱٪ نرمال سدیم کربنات است که می‌توان به وسیله‌ی آن نرمالیتی‌ی دقیق اسیدها را به دست آورد.

اگر نتوانستید دقیقاً ۵۳ گرم سدیم کربنات وزن کنید و به جای آن مثلاً ۵۳۶ گرم سدیم کربنات وزن کردید، برای تعیین نرمالیتی‌ی محلول سدیم کربنات از رابطه‌ی $N = \frac{C}{E}$ استفاده کنید که در آن N نرمالیتی‌ی محلول، C غلظت و E اکی‌والان گرم نمک است.

$$N = \frac{0.536}{53} = 0.01011 \quad \text{بنابراین:}$$

پس نرمالیتی‌ی دقیق محلول سدیم کربنات ۱۰۱۱٪ است. تذکر: در صورت متبلور بودن نمک جامد، تعداد مولکول‌های آب تبلور نیز در محاسبه منظور شود.

جدول (۴-۲) راه‌های مختلف بیان غلظت محلول‌ها

اساس	نشانه‌گذاری	صورت بیان غلظت
(V/V, V/W, W/V, W/W)	-	درصد
تعداد مول‌های جسم حل شده در یک لیتر از محلول	M	مولاریته
تعداد اکی‌والان گرم‌های جسم حل شده در یک لیتر از محلول	N	نرمالیتی
تعداد مول‌های جسم حل شده در ۱۰۰۰ گرم حلال	m	مولالیتی

پرسش‌ها

- تعداد اکی‌والان گرم‌های موجود در یک لیتر محلول چه نام دارد؟
- روی برجسب سولفوریک اسید آزمایشگاه این مشخصات نوشته شده است: $d = 1.84 \text{ g/mL}$ - اسید، ۹۵
تعداد اکی‌والان گرم‌های موجود در ۱۰۰ میلی‌لیتر از این محلول و نرمالیتی‌ی آن را تعیین کنید.
- حجم اسید غلیظ لازم را برای تهیه‌ی این محلول‌ها محاسبه کنید:
الف - ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول نرمال نیتریک اسید $d = 1.18$ $a = -40$
ب - ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول ۲ مولار هیدروکلریک اسید $d = 1.18$ $a = -36$
ج - ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول دسی نرمال هیدروکلریک اسید $d = 1.1$ $a = -30$
- ۲۰ گرم سود در حجم ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول موجود است. مولاریته این محلول را محاسبه کنید. در صورتیکه همین مقدار سود در ۲۵۰ میلی‌لیتر آب حل شود، مولالیتی‌ی محلول را تعیین کنید.

شناساگرهای رنگی اسید و باز

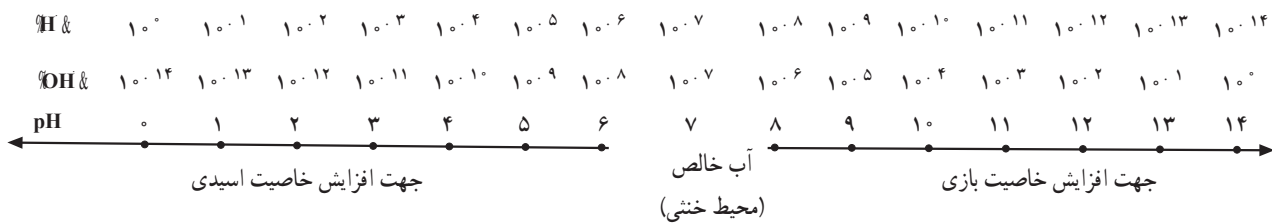
هدف رفتاری: پس از پایان این آزمایش از فراگیر انتظار می‌رود:
- تیتراسیون اسیدها و بازها را به وسیله‌ی شناساگرهای مناسب انجام دهد.

هدف: تعیین نقطه‌ی پایان و اکنش به وسیله‌ی شناساگرها

با توجه به این که اسیدی، خنثی یا بازی بودن هر محلول و میزان اسیدی یا بازی بودن آن را می‌توان از روی غلظت یون H_3O^+ & در آن محلول مشخص کرد و غلظت مولی این یون در محلول‌ها معمولاً عددی کسری و بسیار کوچک بوده کاربرد آن دشوار است؛ از این رو، به جای غلظت یون H_3O^+ & \log را که pH نامیده می‌شود به کار می‌برند: (۱)

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \quad (1)$$

طبق رابطه‌ی (۱) pH & H_3O^+ & نسبت عکس دارد؛ یعنی هرچه غلظت مولی یون H_3O^+ & در محیط افزایش یابد، pH آن کاهش می‌یابد و به عکس. معیار اسیدی، خنثی و بازی بودن محلول در ارتباط با غلظت یون‌های H_3O^+ & OH^- & و pH در شکل (۱-۵) نشان داده شده است.



شکل (۱-۵) معیار اسیدی، خنثی و بازی بودن محیط

شناساگرهای اسید و باز^۱ موادی هستند که رنگ آن‌ها در محیط‌های اسیدی و بازی با هم تفاوت دارد؛ یعنی، در محیط اسیدی یک رنگ مشخص دارند و در محیط بازی به رنگ مشخص دیگر درمی‌آیند؛ از این رو، می‌توان از آن‌ها برای تشخیص اسیدی یا بازی بودن محیط استفاده کرد. با توجه به این که محدوده‌ی کوچکی از pH رنگ آن‌ها به طور مشخصی به تدریج تغییر می‌کند، از آن‌ها در سنجش اسید - باز برای تعیین «نقطه‌ی پایانی»^۲ استفاده می‌شود. در جدول (۱-۵) برخی از شناساگرهای اسید و باز و pH ناحیه‌ی تغییر رنگ آن‌ها آورده شده است.

۱- Indicators

۲- end point

جدول (۱-۵) برخی شناساگرهای اسید و باز

شناساگر	تغییر رنگ	pH ناحیه‌ی تغییر رنگ
بروموکروزول سبز	زرد به آبی	۳/۸ - ۵/۴
بروموتیمول آبی	زرد به آبی	۶ - ۷/۶
متیل اورانژ	قرمز به زرد	۳/۸ - ۴/۴
قرمز متیل	قرمز به زرد	۴/۴ - ۶/۲
فنل فتالتین	بی‌رنگ به قرمز ارغوانی	۸/۲ - ۹/۸

وقتی برای سنجش حجمی معین، شناساگر مناسبی وجود نداشته باشد می‌توان از مخلوط دو یا چند شناساگر استفاده کرد تا دقت تغییر رنگ در نقطه‌ی پایانی حاصل شود؛ برای مثال، از مخلوط کردن قرمز متیل با آبی متیلن، شناساگر مخلوطی حاصل می‌شود که تغییر رنگ در آن $\text{pH} = 5/4$ از بنفش به سبز است. در این حالت، آبی متیلن در طول تیتراسیون آبی‌رنگ باقی می‌ماند. در حالی که قرمز متیل در pH کم‌تر از $5/4$ قرمز و در pH بیش از $5/4$ زرد است. به این ترتیب، در pH قبل از نقطه‌ی هم‌ارزی، مخلوط دارای رنگ قرمز + آبی = بنفش است و بعد از نقطه‌ی هم‌ارزی مخلوط به رنگ زرد + آبی = سبز ظاهر می‌شود. بنابراین، تشخیص تغییر رنگ بنفش به سبز آسان‌تر از تشخیص تغییر رنگ قرمز به زرد است که با شناساگر قرمز متیل به تنهایی دیده می‌شود.

اندازه‌گیری نرمالیت‌هی صحیح محلول هیدروکلریک اسید و محلول

سدیم هیدروکسید

آزمایش (۱):

اندازه‌گیری نرمالیت‌هی محلول هیدروکلریک اسید به وسیله‌ی

سدیم کربنات

وسایل لازم: ارلن مایر 250 mL ، بورت 50 mL ، پی‌پت 25 mL

مواد لازم: محلول هیدروکلریک اسید، محلول سدیم کربنات با عیار معلوم،

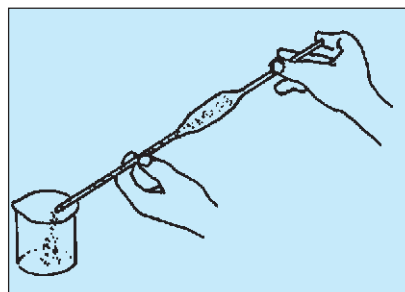
شناساگر متیل اورانژ، شناساگر فنل فتالتین.

۱. اندازه‌گیری نرمالیت‌هی محلول هیدروکلریک اسید به وسیله‌ی محلول

سدیم کربنات با عیار معلوم (نرمالیت‌هی مشخص)

روش کار: 25 mL از محلول سدیم کربنات با عیار معلوم (نرمالیت‌هی مشخص) را

که مربی آزمایشگاه در اختیار شما قرار می‌دهد به وسیله‌ی پی‌پت 25 mL بردارید و آن را مطابق داخل ارلن مایر 250 mL بریزید؛ سپس دو قطره از محلول شناساگر متیل اورانژ



شکل (۲-۵)

به آن بیفزایید. رنگ محلول زرد می‌شود. بورت ۵۰ mL را ابتدا با آب مقطر، سپس با مقدار اندکی از محلول هیدروکلریک اسید شست‌و‌شو داده آن را از اسید پر کنید و روی صفر تنظیم نمایید. از بورت اسید را کم کم به داخل ارلن بریزید و ارلن را تکان دهید تا اسید با سدیم کربنات ترکیب شود. افزایش اسید را تا نزدیک خاتمه‌ی عمل خنثی شدن ادامه دهید. رنگ محلول در نقطه‌ی هم‌ارزی به وسیله‌ی یک قطره اسید از زرد به پوست پیازی تغییر می‌کند. در این موقع، شیر بورت را ببندید و مقدار مصرفی اسید را از روی درجات بورت بخوانید و یادداشت کنید. فاکتور یا نرمالیت‌ی هیدروکلریک اسید را تعیین کنید.

$V = 25 \text{ mL}$ حجم مصرفی سدیم کربنات با عیار معلوم :

$N =$ فاکتور یا نرمالیت‌ی سدیم کربنات با عیار معلوم :

$V' = \text{ mL}$ حجم مصرفی هیدروکلریک اسید :

$$N' = \frac{25 \cdot N}{V'}$$

آزمایش (۲):

۲. اندازه‌گیری نرمالیت‌ی صحیح سدیم هیدروکسید به وسیله‌ی محلول

هیدروکلریک اسید با عیار معلوم (نرمالیت‌ی مشخص)

دقیقاً ۲۵ mL از محلول هیدروکلریک اسید با نرمالیت‌ی معلوم را به وسیله‌ی بی‌بت

بردارید و در ارلن مایر بریزید؛ سپس حدود ۲۰ mL آب و ۳ قطره از محلول شناساگر

فنتل فتالتین به آن بیفزایید. (محلول بی‌رنگ است.) حال، از بورتی که تا نقطه‌ی صفر از

محلول سدیم هیدروکسید پر شده است، کم کم به داخل محلول موجود در ارلن بریزید و

آن را خوب تکان دهید. افزایش سدیم هیدروکسید را ادامه دهید تا این که با یک قطره از

آن، محلول داخل ارلن ارغوانی شود. شیر بورت را ببندید و حجم مصرفی

سدیم هیدروکسید را از روی درجات بورت بخوانید. داده‌های لازم را به ترتیب زیر

بنویسید و نرمالیت‌ی محلول سدیم هیدروکسید را محاسبه کنید.

$V = 25 \text{ mL}$ حجم محلول هیدروکلریک اسید با عیار معلوم :

$N =$ فاکتور یا نرمالیت‌ی هیدروکلریک اسید با عیار معلوم :

$V' = \text{ mL}$ حجم مصرفی محلول سدیم هیدروکسید :

$$N' = \frac{25 \cdot N}{V'}$$

فاکتور یا نرمالیت‌ی محلول سدیم هیدروکسید :

بررسی خواص شیمیایی برخی عنصرهای دوره‌ی سوم

هدف رفتاری: پس از پایان این آزمایش از فراگیر انتظار می‌رود:
- قدرت نسبی برخی اسیدها و بازها را بررسی نماید.

هدف: در این آزمایش، قدرت نسبی برخی از اسیدها و بازها بررسی می‌شود.

مواد و وسایل لازم: سدیم هیدروکسید جامد 0.2 گرم، منیزیم اکسید 0.2 گرم، آلومینیم نیترات یک مولار، آمونیاک 6 مولار، سولفوریک اسید 0.5 مولار، پرکلریک اسید یا هیدروکلریک اسید 0.5 مولار، سود 6 مولار، سیلیسیم دی‌اکسید آبدار 0.3 گرم، فسفریک اسید 1 میلی‌لیتر، لوله‌ی آزمایش، قطره‌چکان، بشر کوچک.
روش کار: ابتدا هر یک از اسیدها و هیدروکسیدهای موردنظر را با غلظت تقریبی 0.5 مولار تهیه کنید.

تهیه‌ی محلول NaOH: در یک لوله‌ی آزمایش 10 mL آب بریزید. 0.2 گرم سدیم هیدروکسید جامد را وزن کنید و آن را به آب درون لوله‌ی آزمایش اضافه کنید.
تهیه‌ی محلول $Mg(OH)_2$: در یک لوله‌ی آزمایش 10 mL آب بریزید. 0.2 گرم منیزیم اکسید را وزن کنید؛ سپس به آب داخل این لوله‌ی آزمایش اضافه نمایید و آن را خوب به هم بزنید.

تهیه‌ی محلول $Al(OH)_3$: 7 mL آلومینیم نیترات 1 M را درون یک بشر کوچک بریزید و قطره‌قطره حدود 3 mL محلول آمونیاک 6 M به آن اضافه کنید. محتویات بشر را گرم کرده و حدود یک دقیقه بجوشانید. مدتی صبر کنید تا رسوب ته‌نشین شود؛ سپس مایع روی آن را خالی کنید. رسوب را با آب مقطر بشویید (روش سرریز کردن). آب حاصل از شست‌وشو را نیز خالی کنید و دور بریزید. به رسوب 10 mL آب مقطر اضافه کنید و مخلوط را هم بزنید تا محلول معلق تشکیل شود.

تهیه‌ی محلول $SiO_2 \cdot nH_2O$: در یک لوله‌ی آزمایش 10 mL آب بریزید. 0.3 گرم سیلیسیم دی‌اکسید آبدار وزن کنید و آن را درون آب لوله‌ی آزمایش بریزید و خوب به هم بزنید.

تهیه‌ی محلول H_3PO_4 : 1 میلی‌لیتر فسفریک اسید را با احتیاط کامل کم‌کم در

۱۰ mL آب حل کنید.

– H_2SO_4 : از ۱۰ mL سولفوریک اسید ۵/۰ مولار استفاده نمایید.

– $HClO_3$ یا $HClO_4$: از ۱۰ mL پرکلریک اسید ۵/۰ مولار یا کلریک اسید

۵/۰ مولار استفاده کنید.

(الف) با استفاده از معرف‌های مناسب، غلظت تقریبی یون هیدروژن را در هر یک از محلول‌ها یا مخلوط‌ها تخمین بزنید. برای این کار از کاغذ pH استفاده کنید.

(ب) هر یک از مخلوط‌های هیدروکسیدهای کم محلول را دو قسمت کنید. به یک قسمت قطره‌قطره ۱-۲ mL، هیدروکلریک اسید ۶ مولار بیفزایید و لوله‌ی آزمایش را گاهی تکان دهید. با اضافه کردن معرف متیل اورانژ، اسیدی شدن محلول را مشخص کنید و تغییری را که روی می‌دهد ملاحظه نمایید. به قسمت دیگر، قطره‌قطره ۱-۲ mL محلول سود ۶ مولار بیفزایید. لوله‌ی آزمایش را گاهی تکان دهید و تغییراتی را که روی می‌دهد ملاحظه کنید.

(ج) به محلول سولفوریک اسید چند قطره محلول فنل فتالین اضافه کنید؛ سپس به آن قطره‌قطره محلول ۶ مولار سود بیفزایید تا این که رنگ ارغوانی در محلول ظاهر شود.

پرسش‌ها

۱. معادله‌ی واکنش‌هایی را که در مراحل «ب» و «ج» انجام می‌شود بنویسید.
۲. از محلول‌های داده شده، کدام اسیدی و کدام بازی است؟
۳. اسیدی و بازی بودن هر یک از محلول‌های داده شده، با موقعیت عنصر مربوط به آن‌ها در دوره‌ی سوم، چه ارتباطی دارد؟
۴. کدام یک از هیدروکسیدهای کم محلول این عناصر آمفوتر است (هم در هیدروکلریک اسید ۶ مولار و هم در سود ۶ مولار حل می‌شود و بنابراین هم خواص بازی و هم خواص اسیدی از خود نشان می‌دهد)؟

استوکیومتری

- هدف‌های رفتاری: پس از پایان این آزمایش از فراگیر انتظار می‌رود:
۱. تعداد اتم‌های اکسیژن را در پتاسیم کلرات تعیین کند.
 ۲. مقدار درصد پتاسیم کلرات را در مخلوط پتاسیم کلرات و پتاسیم کلرید مشخص نماید.

هدف: تعیین تعداد اتم‌های اکسیژن در پتاسیم کلرات و مقدار درصد پتاسیم کلرات در مخلوط پتاسیم کلرات و پتاسیم کلرید

استوکیومتری شامل روابط وزنی در فرمول‌ها و واکنش‌های شیمیایی است. شما در این آزمایش استوکیومتری پتاسیم کلرات را بررسی می‌کنید و از نتایج آن در تجزیه مخلوط پتاسیم کلرات و پتاسیم کلرید استفاده کرده درصد پتاسیم کلرات را در مخلوط این دو نمک تعیین می‌کنید. چنانچه پتاسیم کلرات $KClO_3$ ، را به شدت گرم کنید مطابق معادله‌ی واکنش $KClO_3 \cdot KCl \cdot \frac{3}{4}O_2$ تجزیه می‌شود و تمام اکسیژن آن خارج می‌شود و در نتیجه پتاسیم کلرید باقی می‌ماند؛ بر همین اساس، می‌توان مقدار پتاسیم کلرات را در مخلوط پتاسیم کلرید و پتاسیم کلرات تعیین کرد. برای تسریع عمل تجزیه شدن پتاسیم کلرات باید به آن مقدار کمی منگنز دی‌اکسید، برای کاتالیزگر اضافه کرد.

الف — تعیین تعداد اتم‌های اکسیژن در پتاسیم کلرات

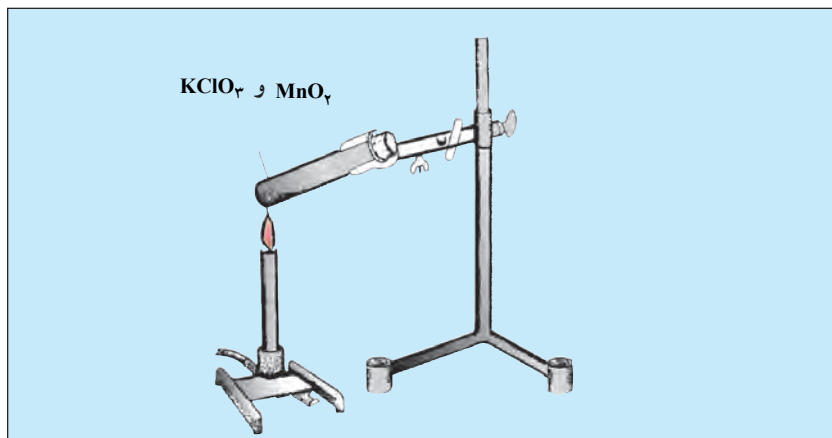
وسایل لازم: پایه، شاخک گیره، لوله‌گیر، لوله‌ی پیرکس، ترازو (با دقت 0.001 گرم)

مواد لازم: پتاسیم کلرات، پتاسیم کلرید، منگنز دی‌اکسید.

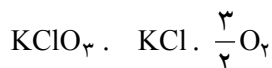
۱. در یک لوله‌ی آزمایش پیرکس بزرگ، تمیز و خشک مقداری اندک (به اندازه‌ی نوک کاردک) منگنز دی‌اکسید بریزید و آن را دقیقاً وزن کنید (m_1 گرم).
۲. حدود یک گرم پتاسیم کلرات در لوله‌ی موردنظر بریزید و پس از مخلوط کردن با منگنز دی‌اکسید آن را با دقت وزن کنید (m_2 گرم)؛ بنابراین، وزن کلرات موجود در لوله‌ی آزمایش برابر $m_2 - m_1$ است.

۳. مطابق شکل (۷-۱) لوله‌ی آزمایش را به وسیله‌ی گیره با زاویه‌ی ۴۵ درجه به یک پایه متصل کنید و بعد به وسیله‌ی شعله‌ی چراغ گاز بوتزن، مخلوط را گرما دهید تا جسم جامد در لوله ذوب و سرخ شود (به مدت ۲ دقیقه پس از ذوب شدن).
توجه: شدت گرما نباید به حدی باشد که خود لوله سرخ شود.

۴. لوله را پس از گرم کردن به حال خود بگذارید تا سرد شود و دوباره با دقت وزن کنید (m_3 گرم). تفاوت وزن، مربوط به وزن اکسیژنی است که از تجزیه‌ی پتاسیم کلرات حاصل شده است.



شکل (۷-۱)



بنابراین، وزن اکسیژن خارج شده برابر است با: $(m_2 - m_3)g$

محاسبات

وزن لوله + منگنز دی‌اکسید m_1 گرم

وزن لوله + منگنز دی‌اکسید + پتاسیم کلرات قبل از گرما دادن

m_2 گرم

وزن لوله + منگنز دی‌اکسید + پتاسیم کلرید حاصل پس از گرما دادن m_3 گرم

وزن پتاسیم کلرات $m_2 - m_1$ گرم

وزن اکسیژن خارج شده $m_2 - m_3$ گرم

مثال: هنرجویی به منظور بررسی تعداد اتم‌های اکسیژن در پتاسیم

کلرات (KClO_3)، مطابق دستور کار این نتایج را به دست آورده است:

وزن لوله‌ی خشک و تمیز پیرکس $40/00$ گرم

وزن لوله‌ی پیرکس . MnO_2 $40/01$ گرم

وزن لوله‌ی پیرکس . KClO_3 . MnO_2 $42/01$ گرم

وزن لوله‌ی پیرکس . KCl . MnO_2 $41/23$ گرم

الف - وزن منگنز دی اکسید
 ب - وزن پتاسیم کلرات
 وزن اکسیژن خارج شده

$$\text{گرم } 40/01 \cdot 40 = 0/01$$

$$\text{گرم } 42/01 \cdot 40/01 = 2$$

$$\text{گرم } 42/01 \cdot 41/23 = 0/78$$

با توجه به معادله‌ی واکنش برای تجزیه KClO_3 : $\text{KClO}_3 \cdot \frac{3}{2} \text{O}_2$. KCl .

$$\frac{122/5 \cdot 0/78}{2} = 47/77 \text{ گرم کلرات پتاسیم موجود در یک مول پتاسیم کلرات}$$

$$\frac{47/77}{16} = 2/98 \text{ تعداد اتم‌های اکسیژن}$$

ملاحظه می‌شود که تعداد اتم‌های اکسیژن حاصل از آزمایش با فرمول مطابقت دارد.

آزمایش

ب - تعیین درصد پتاسیم کلرات در مخلوط پتاسیم کلرات و پتاسیم کلرید

- مخلوط داده شده را با دقت توزین و یادداشت کنید (m گرم).
- به لوله‌ی پیرکس تمیز و خشک مقدار کمی منگنز دی اکسید اضافه کرده و آن را با دقت وزن کنید (m_1 گرم).
- حدود یک گرم از مخلوط را به لوله اضافه کرده پس از مخلوط کردن با منگنز دی اکسید، آن را با دقت وزن کنید (m_2 گرم).
- آن‌گاه لوله را با زاویه‌ی ۴۵ درجه به یک پایه وصل کنید و مانند حالت قبل گرم نمایید تا مطمئن شوید که گازی از آن خارج نمی‌شود.
- لوله را پس از گرم کردن به حال خود بگذارید تا سرد شود. آن‌گاه با دقت وزن کنید (m_3 گرم).

محاسبات

وزن لوله‌ی پیرکس + منگنز دی اکسید m_1 گرم

وزن لوله‌ی پیرکس + MnO_2 + حدود یک گرم مخلوط m_2 گرم

وزن دقیق محلول پتاسیم کلرات و پتاسیم کلرید $m_2 \cdot m_1$ گرم

وزن لوله‌ی پیرکس + منگنز دی اکسید + پتاسیم کلرید پس از گرم کردن m_3 گرم

وزن اکسیژن خارج شده مربوط به پتاسیم کلرات در مخلوط $m_2 \cdot m_3$ گرم

مثال: هنرجویی پس از آزمایش بر روی مخلوط مورد نظر این نتایج را به دست

آورده است:

وزن لوله‌ی پیرکس ۴۰ گرم

وزن لوله‌ی پیرکس . MnO_2 ۴۰/۱۵ گرم

وزن لوله‌ی پیرکس . MnO_2 . مخلوط قبل از حرارت دادن ۴۱/۶۵ گرم

وزن لوله‌ی پیرکس . MnO_2 . پتاسیم کلرید در مخلوط + پتاسیم کلرید حاصل از تجزیه‌ی پتاسیم کلرات ۴۱/۲۳ گرم

الف - وزن MnO_2 $40/15 . 40 = 0/15$

ب - وزن مخلوط پتاسیم کلرید و پتاسیم کلرات $41/65 . 40/15 = 1/5$

ج - وزن اکسیژن مربوط به پتاسیم کلرات در مخلوط $41/65 . 41/23 = 0/39$

د - معادله‌ی واکنش $KClO_3 . \frac{3}{2} O_2 . KCl$. مخلوط

وزن کلرات در مخلوط $\frac{0/39 \quad 122/5}{3 \quad 16} = 0/995$

درصد وزنی کلرات در مخلوط $\frac{100 \quad 0/995}{1/5} = 66/3$

درصد وزنی کلرید در مخلوط $100 . 66/3 = 33/7$

پرسش‌ها

- در این آزمایش اگر گرما کم‌تر یا بیش‌تر از حد لازم در تجزیه‌ی پتاسیم کلرات داده شود هرکدام چه تأثیری بر نتیجه‌ی آزمایش دارد؟
- چرا وزن MnO_2 لازم نیست؟
- از گرما دادن ۴/۰ گرم $KClO_n$ در مجاورت مقدار کمی منگنز دی‌اکسید ۱۵۵/۰ گرم اکسیژن به دست می‌آید. تعداد اتم‌های اکسیژن را در فرمول آن مشخص کنید.

تعیین آب تبلور

هدف رفتاری: پس از پایان این آزمایش از فراگیر انتظار می‌رود:
- آب تبلور، نمک‌های متبلور را اندازه‌گیری کند.

هدف: تعیین تعداد مول‌های آب تبلور در یک فرمول گرم یا یک مول از

مس (II) سولفات. آب پوشیده $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$

بعضی ترکیبات شیمیایی در شرایط استاندارد تعداد مشخصی مولکول‌های آب را در ساختمان خود دارند. به این مولکول‌های آب، مولکول‌های آب تبلور گویند. مانند:

منیزیم سولفات هیدراته. $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

در این آزمایش وزن معینی از نمک متبلور در دمای 22°C در اتو قرار داده می‌شود تا تمام آب تبلور آن خارج شود. آن‌گاه با توزین مجدد می‌توان به آسانی تعداد مول‌های آب را در یک مول از نمک متبلور تعیین کرد.

وسایل لازم: بوتله‌ی چینی، اتو، دسیکاتور، ترازوی دقیق.

ماده‌ی لازم: مس (II) سولفات متبلور.

۱. یک بوتله‌ی چینی تمیز را برای مدت 2° دقیقه در دمای 22°C در اتو کاملاً خشک کنید. پس از سرد شدن در دسیکاتور، آن را توزین کنید. وزن آن را برابر m_1 گرم یادداشت نمایید.

۲. یک گرم مس (II) سولفات متبلور را در بوتله‌ی چینی بریزید و به‌دقت توزین کنید و وزن آن را برابر m_2 گرم یادداشت کنید.

۳. بوتله‌ی حاوی مس (II) سولفات متبلور را برای مدت 3° دقیقه در اتو 22°C قرار دهید تا تمام آب تبلور آن خارج و به‌پودر سفیدرنگی تبدیل شود.

۴. بوتله را به‌وسیله‌ی انبرک مخصوص از اتو خارج کرده در دسیکاتور قرار دهید تا سرد شود. پس از سرد شدن آن را به‌دقت وزن کنید.

نتایج را به‌صورت زیر یادداشت کنید و تعداد مول‌های آب تبلور را در مس (II)

سولفات به دست آورید:

m_1 گرم

وزن بوتله‌ی چینی

وزن بوته‌ی چینی + وزن مس (II) سولفات متبلور m_2 گرم
 وزن مس (II) سولفات متبلور $(m_2 \cdot m_1)$ گرم
 وزن بوته‌ی مس (II) سولفات بدون آب پس از حرارت دادن m_3 گرم
 وزن آب تبخیر شده (آب تبلور) $(m_2 \cdot m_3)$ گرم
 گرم مس سولفات متبلور $(m_2 \cdot m_1)$
 $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ $x\text{H}_2\text{O}$

مثال: هنرجویی از آزمایش یادشده، این نتایج را به دست آورده است:

وزن بوته‌ی چینی $m_1 = 6/80.5\text{g}$
 وزن بوته + وزن مس (II) سولفات متبلور قبل از حرارت دادن $m_2 = 7/80.5\text{g}$
 وزن مس (II) سولفات متبلور $(m_2 \cdot m_1) = 7/80.5 \cdot 6/80.5 = 1\text{g}$
 وزن بوته + وزن مس (II) سولفات بدون آب $m_3 = 7/44.5\text{g}$
 وزن آب تبلور $(m_3 \cdot m_2) = 7/80.5 \cdot 7/44.5 = 0/36.0\text{g}$

گرم مس (II) سولفات متبلور	گرم آب
۱	۰/۳۶
$160 \cdot 18x$	$18x$
$18x = (160 \cdot 18x)$	۰/۳۶
$18x = 57/6 \cdot 6/48x$	
$18x \cdot 6/48x = 57/6$	
$11/52x = 57/6 \cdot x = 5$	تعداد مول‌های آب تبلور

پرسش‌ها

- هرگاه آب موجود در مس (II) سولفات متبلور کاملاً تبخیر نشود، چه اشکالی پیش می‌آید؟
- در صورتی که دما از 22°C بالاتر برود احتمال چه واکنشی را پیش‌بینی می‌کنید؟ در این مورد چه ایرادی در آزمایش و محاسبه‌های انجام یافته، پیش خواهد آمد؟

تعیین چگالی

هدف رفتاری: پس از پایان این آزمایش از فراگیر انتظار می‌رود:
- چگالی یک مایع، جامد و گاز را تعیین کند.

هدف: تعیین چگالی یک مایع، جامد یا گاز

هر ماده‌ی خالص را می‌توان به وسیله‌ی مجموعه‌ای از ثابت‌های فیزیکی مانند دمای ذوب، دمای انجماد، دمای جوش، چگالی، ضریب شکست نور و... از سایر مواد خالص متمایز کرد. یکی از مهم‌ترین ثابت‌های فیزیکی «چگالی» است که با رابطه‌ی

$$d = \frac{m}{V}$$

د نشان داده می‌شود. در این رابطه m جرم و V حجم جسم است.

در این رابطه m برحسب گرم و V برحسب میلی‌لیتر است، اما در مورد گازها، به علت سبک بودن آن‌ها، d را برحسب گرم بر لیتر گزارش می‌کنند.

وسایل لازم: بالن حجمی ۲۵mL یا استوانه‌ی مدرج ۱۰mL، استوانه‌ی مدرج ۱۰۰mL، قیف کوچک ساده، قطره‌چکان، بالن ته‌گرد نیم‌لیتری، درپوش چوب پنبه‌ای یا لاستیکی سوراخ‌دار مناسب، بالن نیم‌لیتری، لوله‌ی شیشه‌ای به اندازه‌ی سوراخ چوب پنبه، لوله‌ی لاستیکی نرم، نخ، لوله‌ی شیشه‌ای توپر هم قطر لوله‌ی لاستیکی نرم، پایه، شاخک، گیره بالن، توری نسوز و چراغ‌گاز بونزن.

مواد لازم: آب مقطر، اتیل الکل، نفت، فلز روی دانه‌ای، فلز آلومینیم دانه‌ای.

الف - تعیین چگالی مایع

۱. بالن ۲۵mL یا استوانه‌ی مدرج ۱۰mL را کاملاً بشویید و با جریان هوا خشک کنید؛ سپس آن را با دقت ۰/۱ گرم وزن کرده مقدار آن را یادداشت نمایید.
(m_1 گرم).

۲. به وسیله‌ی قیفی کوچک، در این بالن تا خط نشانه آب مقطر بریزید. در صورت استفاده از استوانه‌ی مدرج حجم معینی از آب مقطر بردارید.
توجه: انحنای آب با خط نشانه در بالن یا یکی از خطوط استوانه منطبق باشد.
مقدار آب اضافی در بالای خط نشانه را به وسیله‌ی کاغذ صافی جذب کنید.

۳. بالن یا استوانه‌ی پر شده از آب را به‌طور دقیق وزن کرده مقدار آن را یادداشت نمایید. (m_2 گرم)

محاسبات

وزن بالن یا استوانه‌ی خشک m_1 گرم
 وزن بالن یا استوانه + وزن آب m_2 گرم
 وزن آب خالص $m_2 - m_1$ گرم
 حجم مایع برابر حجم بالن یا حجم آب موجود در استوانه است. V

$$d = \frac{m_2 - m_1}{V} \quad \text{چگالی}$$

مثال: اگر در دمای ثابت، نتایج آزمایش برای یک مایع به این صورت باشد:

وزن بالن خالی و خشک گرم $m_1 = 40/000$
 وزن بالن با مایع موردنظر گرم $m_2 = 64/996$
 وزن مایع گرم $(m_2 - m_1) = (64/996 - 40) = 24/996$
 حجم بالن (25mL)

$$d = \frac{m_2 - m_1}{V} = \frac{24/996}{25} = 0/9984 \text{ g/mL} \quad \text{چگالی مایع}$$

این آزمایش را برای اتیل الکل و نفت انجام دهید و پس از نوشتن گزارش کار، مقدار چگالی واقعی را از مربی آزمایشگاه سؤال کنید و درباره‌ی درصد خطای آزمایش و علت آن تحقیق نمایید.

ب- تعیین چگالی جامدها

۱. اگر جامدی دارای شکل هندسی مشخصی باشد. حجم آن را با اندازه‌گیری ابعاد بلور محاسبه می‌کنند و وزن آن را از طریق توزین به‌دست می‌آورند. سپس با توجه به رابطه‌ی $d = \frac{m}{V}$ چگالی آن را تعیین می‌کنند، چنان‌چه جسم جامد مانند فلز آلومینیم یا روی دانه‌ای یا منگنز دی‌اکسید، شکل هندسی مشخصی نداشته باشد چگالی جسم را از این روش به‌دست می‌آورند:

تعیین چگالی موادی که در آب حل نمی‌شوند.

تعیین حجم جامدی که در آب حل نمی‌شود به‌طور غیرمستقیم و طبق قانون ارشمیدس صورت می‌گیرد.

– استوانه‌ی ۱۰ mL تمیز و خشک را وزن کنید سپس آن را به‌وسیله‌ی قطره‌چکان از آب مقطر تا انطباق سطح مقعر آب بر یکی از خط‌های درجه‌بندی استوانه، مثلاً در

مقابل عدد ($V_1 = 5\text{mL}$) پر نمایید. (در صورت وجود قطره‌های آب روی جدار لوله‌ی بالای خط نشانه، آن قطره‌ها را با کاغذ صافی خشک کنید) و مجدداً استوانه را وزن کنید و وزن آن را (m_1 گرم) یادداشت نمایید.

– روی یا آلومینیم دانه‌ای را به آرامی و به‌طور مایل در استوانه وارد کنید. با انگشت به استوانه‌ی مدرج ضربه بزنید تا حباب‌های هوا خارج شود. انحنای جدید آب را روی درجه‌بندی استوانه بخوانید. در این حالت حجم آب را V_2 یادداشت نمایید و مجدداً استوانه و محتویات آن را به‌طور دقیق وزن کنید (m_2 گرم).

برای تعیین چگالی داریم:

وزن استوانه‌ی خالی + حجم معین آب m_1 گرم

وزن استوانه‌ی خالی + حجم آب پس از اضافه

کردن روی یا آلومینیم دانه‌ای m_2 گرم

حجم آب در استوانه $V_1\text{mL}$

حجم آب پس از اضافه کردن روی یا آلومینیم دانه‌ای $V_2\text{mL}$

وزن فلز $(m_2 - m_1)$ گرم

حجم فلز $(V_2 - V_1)\text{mL}$

چگالی فلز $d = \frac{(m_2 - m_1)}{(V_2 - V_1)} = \frac{\text{g}}{\text{mL}}$

تذکر: اگر جسم جامد مورد نظر، مانند سدیم کلرید، در آب انحلال پذیر باشد می‌توان به جای آب، از مایع دیگری مانند نفت استفاده کرد. آزمایش یادشده را با توجه به امکانات آزمایشگاه، زیر نظر مربی خود انجام دهید. چگالی هر نمونه را با مقدار واقعی آن مقایسه کنید و درصد خطای آزمایش را محاسبه کنید.

ج- آزمایش تعیین چگالی گازها

تعیین چگالی گاز اکسیژن نسبت به هوا در دمای آزمایشگاه dt

روش کار: ابتدا در داخل یک بالن نیم‌لیتری ته‌گرد 30mL تا 40mL آب مقطر ریخته چوب‌پنبه‌ی یک سوراخه را در دهانه‌ی آن قرار دهید؛ سپس از سوراخ آن لوله‌ی شیشه‌ای که انتهای آن به لوله‌ی لاستیکی مربوط شده است، عبور دهید.

آن‌گاه مجموعه را روی توری فلزی و سه پایه‌ی آهنی قرار داده به آرامی بالن را حرارت دهید تا بخار آب از لوله‌ی رابط خارج گردد و هوای بالن را خارج نماید. پس از خارج شدن متوالی بخار از لوله‌ی رابط، با بست فلزی لوله‌ی لاستیکی را مسدود کنید و ارتباط آن را با داخل قطع نمایید، سپس آن را از روی شعله بردارید و بگذارید به آرامی سرد گردد تا تمام بخار آب موجود به آب تبدیل شود. پس از سرد شدن کامل آن را در ترازوی

دقیق گذاشته با تقریب ۱/۰ گرم آن را وزن کنید که آن را با حرف m نشان می‌دهیم :

بست فلزی + آب باقی مانده + درپوش + وزن بالن نیم لیتری = m گرم

پس از وزن کردن بست فلزی را بردارید تا هوا وارد بالن گردد و با قرار دادن بست

در جای خود مجدداً آن را با دقت وزن کنید. این وزن را با حرف m_1 نشان می‌دهیم :

هوا + بست فلزی + آب باقی مانده + درپوش + وزن بالن نیم لیتری = m_1 گرم

از تفاضل این دو عدد از هم وزن هوا به دست خواهد آمد که آن را با m_2 نشان

می‌دهیم :

$$m_2 = m_1 - m$$

بنابراین، m_2 برابر است با وزن هوای موجود در بالن نیم لیتری در شرایط

آزمایشگاه.

توضیح: در صورتی که حجم هوای موجود لازم باشد می‌توانید بالن نیم لیتری را

از آب پُر کرده درپوش بدون سوراخی روی آن محکم کنید؛ سپس آب موجود را به ظرف

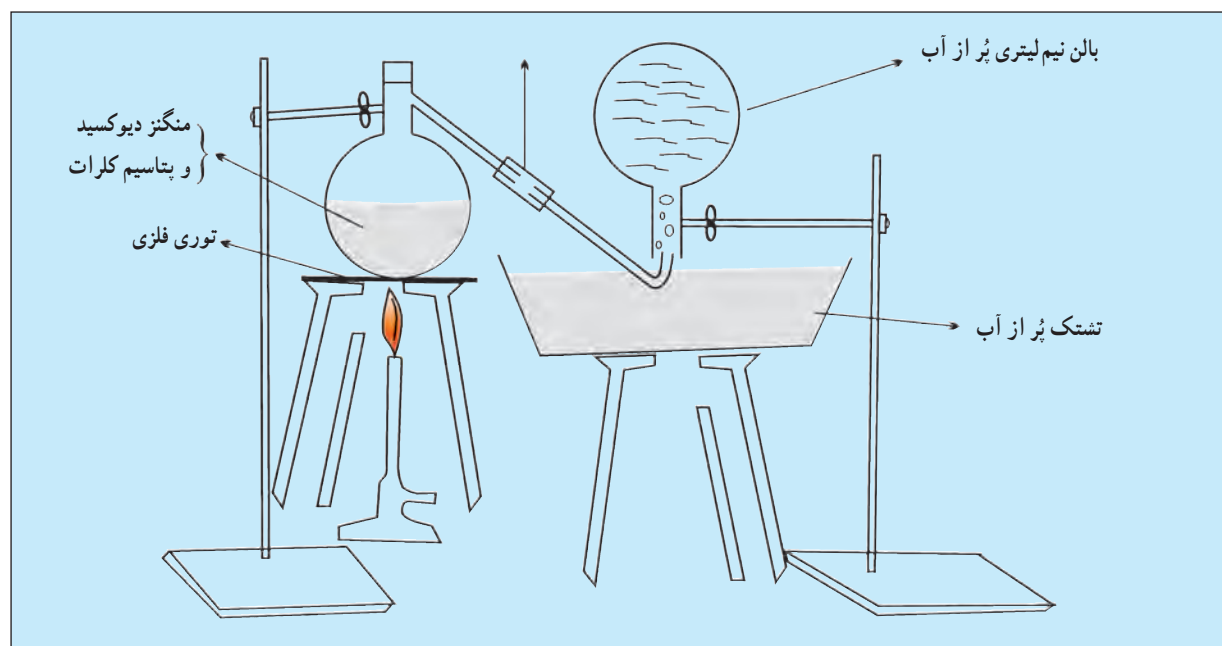
مدرج منتقل و از روی درجات موجود در ظرف حجم هوای موجود در بالن نیم لیتری را

در شرایط آزمایشگاه به دست آورید.

برای تهیه‌ی گاز اکسیژن باید از وسیله‌ای مطابق شکل زیر استفاده کنید.

آزمایش: ابتدا به وسیله‌ی ترازو ۲۰ گرم پتاسیم کلرات را وزن نمایید و آن را روی

صفحه‌ی کاغذی بریزید، سپس روی آن ۸ گرم منگنز دی‌اکسید ریخته کاملاً مخلوط و



به داخل بالن منتقل نمایید و دهانه‌ی بالن را با چوب پنبه کاملاً محکم نمایید.

لوله‌ی رابط بالن را به لوله‌ی شیشه‌ای نازکی با بست لاستیکی مطابق شکل بالا به

زیر بالن پر از آب نیم لیتری مربوط نمایید و پس از کامل شدن دستگاه مطابق شکل بالن دارای پتاسیم کلرات و منگنز دیوکسید را حرارت دهید.

با گرم شدن بالن و تجزیه ی کلرات به تدریج حباب های اکسیژن وارد بالن شده و آب را خارج می نمایند. بگذارید اکسیژن وارد شده تمام آب بالن را خارج کند و پس از خارج شدن تمام آب بالن درپوش بالن را با کنار کشیدن لوله ی رابط در همان داخل آب تشتک وارد دهانه ی بالن نموده آن را محکم نمایید؛ سپس شعله ی چراغ را خاموش و بالن را از گیره جدا کرده جدار خارجی آن را خشک کنید و در ترازوی دقیق با تقریب $1/8$ گرم وزن نمایید در نتیجه وزن بالن نیم لیتری همراه وزن اکسیژن به دست خواهد آمد که آن را m_3 می نامیم:

$$m_3 = \text{وزن اکسیژن} + \text{وزن درپوش بالن} + \text{وزن بالن نیم لیتری}$$

پس از آن دهانه ی بالن را باز کنید و درپوش آن را بردارید تا هوا وارد بالن گردد. مجدداً درپوش بالن را قرار داده آن را محکم نموده، دوباره آن را وزن نمایید؛ با همان تقریب $1/8$ گرم این وزن را که شامل هوا و بالن است m_4 می نامیم:

$$m_4 = \text{وزن هوا} + \text{وزن بالن نیم لیتری} + \text{درپوش}$$

چون وزن هوا در قسمت اول آزمایش تعیین شده برابر با m_2 گرم است و این وزن را از m_4 کم کنیم وزن بالن خالی همراه درپوش به دست می آید که آن را m_5 می نامیم:

$$m_5 = m_4 - m_2$$

وزن بالن خالی همراه درپوش

هرگاه وزن بالن خالی یعنی m_5 را از وزن بالن همراه اکسیژن m_3 کم کنیم وزن اکسیژن هم حجم هوا در دمای آزمایشگاه که آن را m_6 می نامیم به دست می آید:

$$m_6 = m_3 - m_5$$

وزن گاز اکسیژن هم حجم هوا

برای تعیین چگالی گاز اکسیژن نسبت به هوا در دمای آزمایشگاه و فشار موجود باید از این رابطه استفاده کرد:

توضیح: m_6 وزن گاز اکسیژن در فشار و دمای آزمایشگاه و m_2 وزن هوای

$$d_t = \frac{m_6}{m_2}$$

هم حجم در همان شرایط است.

پرسش ها

۱. دو کاربرد چگالی را بنویسید.
۲. چرا چگالی گاز و مایع در دما و فشار معین گزارش می شود؟
۳. چرا برای تعیین چگالی مواد ابزار اندازه گیری باید دقت زیادی داشته باشند؟

گرانروی^۱

هدف رفتاری: پس از پایان این آزمایش از فراگیر انتظار می‌رود:
 - گرانروی مایعات را تعیین کند.

هدف: تعیین گرانروی مایعات

گرانروی هر مایع در دمای معین، نشانه‌ی مقاومت آن مایع در برابر جاری شدن است. مایعاتی که گرانروی آن‌ها بالاست به دشواری جاری می‌شوند. در مقابل، مایعاتی که گرانروی آن‌ها پایین است به آسانی جاری می‌شوند. واحد گرانروی در سیستم CGS پواز^۲ است. برای مثال، گرانروی آب در C ۲۵، ۰۰۹۸ / ۰ پواز است.

اندازه‌گیری گرانروی

گرانروی هر مایع را می‌توان با عبور دادن مقدار معینی از آن مایع از درون یک لوله‌ی مناسب (گرانروی سنج) و اندازه‌گیری زمان دقیق جریان مایع با به‌کار بردن رابطه‌ی ۱* محاسبه کرد:

$$\text{رابطه‌ی ۱} = \frac{\rho \cdot Pr^4 \cdot t}{8 \nu l}$$

در این رابطه**: . ضریب گرانروی یا خود ویسکوزیته برحسب پواز
 P فشار راندن مایع در درون لوله برحسب دین بر سانتی‌متر مربع (که متناسب با چگالی مایع است).

r شعاع لوله برحسب سانتی‌متر.

t زمان جاری شدن مایع در لوله برحسب ثانیه.

l طول لوله برحسب سانتی‌متر.

V حجم مایع برحسب سانتی‌متر مکعب که از لوله جاری می‌شود.

۱- Viscosity

۲- Poise

* توجه: فرمول‌های آورده شده در این آزمایش برای انجام محاسبات است.

** اندازه‌گیری گرانروی با استفاده از رابطه‌ی ۱ کاری بسیار مشکل اما دقیق است. معمولاً گرانروی

را نسبت به یک مایع دیگر به‌نام مایع مبنا یا شاهد، در دمای معین اندازه می‌گیرند و آن را گرانروی نسبی می‌نامند.

مایع مبنا یا شاهد معمولاً آب ۲۵ C است.

اگر فشار راندن مایع همان نیروی ثقل زمین باشد، داریم:

$$P = hdg$$

که h ارتفاع مایع، d چگالی مایع و g شتاب ثقل زمین است.

$$= \frac{r^4 hdg \cdot t}{8VI} \quad \text{پس:}$$

اگر حجم‌های مساوی از دو مایع تحت فشار یکسان از لوله‌ای جریان یابند نسبت گرانروی‌های این دو مایع را می‌توان چنین نوشت:

$$\frac{\cdot 1}{\cdot 2} = \frac{\cdot \frac{r^4 hg}{8VI} \#d_1 t_1}{\cdot \frac{r^4 hg}{8VI} \#d_2 t_2}$$

یا: $\frac{\cdot 1}{\cdot 2} = \frac{d_1 t_1}{d_2 t_2}$ از این دو کمیت ($\cdot 1$ یا $\cdot 2$) یکی گرانروی شناخته شده‌ی مایع

مرجع است؛ از این رو، می‌توان گرانروی مایع دیگر را تعیین کرد. گرانروی مایعات با افزایش دما کم می‌شود؛ بنابراین، برای سهولت جاری شدن مایعات ویسکوز (Viscoze) غالباً آن‌ها را گرم می‌کنند.

مثال: در یک دمای معین حجم معینی از هپتان در مدت ۶۴ ثانیه و در همین شرایط، همان حجم آب در ۱۰۸ ثانیه از درون گرانروی سنج عبور می‌کند. چنان‌چه چگالی هپتان ۰/۶۸۹g/mL و گرانروی آب در همان دما ۰/۰۱۰۱ پواز باشد، گرانروی هپتان چه قدر است؟

$$\frac{n_1}{\cdot 1} = \frac{0/689 \cdot 64}{0/0101 \cdot 108} \quad \text{حل:}$$

$$n_1 = 0/00412 \text{ پواز}$$

تعیین گرانروی مایعات خالص و محلول‌ها

در این آزمایش گرانروی مایعات خالص و محلول‌ها، اندازه‌گیری می‌شود. در این آزمایش گرانروی آب خالص را مبنا اختیار می‌کنیم و گرانروی سایر مایعات را نسبت به آن می‌سنجیم. گرانروی آب خالص در C ۲۵ برابر ۰/۰۰۹۸ پواز است.

وسایل لازم: گرانروی سنج استوالد، گیره، پایه، تشتک فلزی مناسب، چراغ‌گاز،

دماسنج، هم‌زن مغناطیسی یا هم‌زن شیشه‌ای، پی‌پت ۱۰mL

مواد لازم: آب مقطر، کربن تتراکلرید، محلول نمک طعام، روغن زیتون.

روش کار

۱. گرانروی سنج را با محلول سولفوکرومیک (سولفوریک اسید + پتاسیم

دی کرومات) سپس با آب و اتانول به ترتیب شست و شو دهید و پس از آن با جریان هوا خشک کنید.

۲. گرانروی سنج را به طور عمودی به وسیله‌ی گیره به پایه وصل کنید و آن را در بشر یا تشتک فلزی پر از آب طوری قرار دهید که سطوح a و b گرانروی سنج در درون آب قرار بگیرند. با روشن کردن چراغ گاز بوتزن یا گرم کن برقی و هم‌زن دمای آب را در ۲۵ C ثابت نگاه دارید.

۳. به وسیله‌ی پی پت ۱۰ میلی لیتر آب خالص در مخزن B گرانروی سنج بریزید؛ سپس با استفاده از پوار (مکنده) که در دهانه‌ی لوله متصل به مخزن A نصب می‌کنید آب را از مخزن B به مخزن A انتقال دهید. به طوری که سطح مقعر مایع بر خط a منطبق شود. در این حالت، ضمن صفر کردن ساعت دقیق آزمایشگاه (کرونومتر) هم‌زمان پوار را از گرانروی سنج جدا کنید و کرونومتر را به کار بیندازید. پس از این که مایع به خط b نشانه رسید با فشار دادن به دکمه‌ی کرونومتر آن را متوقف و زمان جاری شدن مایع بین دو نقطه‌ی a و b را یادداشت کنید. این عمل را سه بار انجام دهید و میانگین و زمان را یادداشت نمایید.

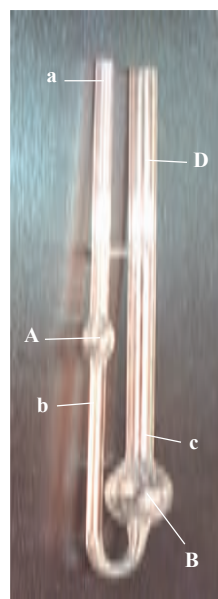
۴. گرانروی سنج را با اتانول شست و شو دهید؛ سپس آن را با جریان هوا خشک کنید. این بار در همان دما، عملیات یادشده را به همان ترتیب با کربن تتراکلرید، تکرار کنید و زمان جاری شدن آن را در بین دو نقطه‌ی a و b یادداشت نمایید. از رابطه‌ی

$$\frac{\eta_{\text{آب}}}{\eta_{\text{آب}}} = \frac{d \cdot t}{d \cdot t}$$

گرانروی تتراکلرید کربن را تعیین کنید.

$$\text{گرانروی کربن تتراکلرید} = \frac{d \cdot t}{d \cdot t} \times \eta_{\text{آب}} \quad 25 \text{ C}$$

در این فرمول، $d_{\text{آب}}$ و $t_{\text{آب}}$ به ترتیب چگالی آب و زمان لازم آب برای جاری شدن آب، $\eta_{\text{آب}}$ گرانروی آب مقطر در ۲۵ C است. d و t هم چگالی و زمان جاری شدن مربوط به کربن تتراکلرید یا هر مایع دیگر هستند. همین آزمایش را برای محلول‌های غلیظ سدیم کلرید و سدیم سولفات در ۲۵ C انجام دهید. گرانروی آب مقطر را در این دما برابر ۰/۰۰۸۹ پواز در نظر بگیرید.



پرسش‌ها

۱. دو کاربرد گرانروی سیال را در صنعت بنویسید.
۲. چرا با افزایش دما گرانروی مایعات کاهش می‌یابد؟
۳. چنانچه در تعیین گرانروی یک مایع دما متغیر باشد چه اشکالی پیش می‌آید؟
۴. گرانروی نسبی و گرانروی مطلق را با ذکر رابطه‌ی مربوط تعریف کنید.

اثر غلظت، دما و کاتالیزگر بر سرعت واکنش

هدف رفتاری: پس از پایان این آزمایش از فراگیر انتظار می‌رود بتواند:
- اثر غلظت و دما و کاتالیزگر را بر سرعت واکنش بررسی کند.

هدف: مطالعه‌ی تجربی اثر غلظت، دما و کاتالیزگر بر سرعت واکنش سرعت واکنش‌های شیمیایی تحت تأثیر عواملی مانند غلظت، دما و کاتالیزگر قرار می‌گیرد. افزایش غلظت واکنش‌دهنده، باعث افزایش سرعت واکنش می‌شود. افزایش دما نیز سرعت واکنش‌های شیمیایی را افزایش می‌دهد. هر واکنش معین در دمای بالاتر سریع‌تر انجام می‌شود تا در دمای پایین‌تر، کاتالیزگرها نیز سرعت واکنش‌های شیمیایی را افزایش می‌دهند. وقتی که کاتالیزگر مناسب را به محیط واکنش می‌افزاییم، سرعت آن واکنش، افزایش می‌یابد.

اثر غلظت بر سرعت واکنش

مواد لازم: پتاسیم یدات، سدیم سولفیت، نشاسته، سولفوریک اسید

۳ مولار.

وسایل لازم: بشر ۱۰۰ میلی لیتری (یک عدد)، هم‌زن شیشه‌ای، بالن حجمی

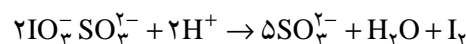
۵۰۰ میلی لیتری، بالن حجمی ۲۵۰ میلی لیتری، چراغ بونزن، پی‌پت ۱۰ میلی لیتری،

ارلن ۲۵۰ میلی لیتری، استوانه‌ی مدرج ۱۰۰ میلی لیتری، ساعت آزمایشگاهی (کرونومتر)،

بشر ۵۰۰ میلی لیتری، لوله‌ی آزمایش و دماسنج C ۱۰۰-۰ با دقت ۰/۱ درجه.

در این آزمایش، واکنش بین پتاسیم یدات و سدیم سولفیت در محیط اسیدی،

بررسی می‌شود.



در این واکنش اگر مقدار یون یدات در محلول کافی باشد، تمام یون‌های سولفیت

موجود در محلول اکسید شده به یون سولفات تبدیل می‌شوند و ید آزاد می‌شود.

اگر آزمایش را چندبار تکرار کنیم و هر دفعه غلظت یون سولفیت را ثابت نگه‌داریم

اما غلظت یون یدات را نسبت به دفعه‌ی قبل از آن، افزایش دهیم، خواهیم دید که سرعت

واکنش نیز با آن افزایش می‌یابد و رنگ آبی هر دفعه سریع‌تر از دفعه قبل ظاهر می‌شود.

با اندازه‌گیری زمان لازم برای ظاهر شدن رنگ آبی در محلول، می‌توان افزایش سرعت واکنش را برحسب غلظت یون یدات مطالعه کرد.

تهیه‌ی محلول‌های لازم

— محلول سدیم سولفیت و نشاسته: برای تهیه‌ی این محلول ۰/۶۵ گرم سدیم سولفیت را در ۵۰ میلی‌لیتر آب حل کنید.

— ۲/۵ گرم نشاسته را در ۵۰ میلی‌لیتر آب جوش، حل کنید.

پس از سرد شدن محلول نشاسته، دو محلول را با هم مخلوط و با استفاده از پی‌پت مدرج ۱۰ میلی‌لیتری، ۶/۵ میلی‌لیتر سولفوریک اسید ۳ مولار را به آن اضافه کنید و حجم کل محلول را در یک بالن حجمی به ۵۰۰ میلی‌لیتر برسانید.

— محلول ۰/۰۲ مولار پتاسیم یدات: برای تهیه‌ی این محلول ۱/۰۷ گرم پتاسیم یدات را در آب حل کنید و حجم محلول حاصل را با آب مقطر در بالن حجمی به ۲۵۰ میلی‌لیتر برسانید.

۱. ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری را بردارید و به‌وسیله‌ی پی‌پت، ۱۰ میلی‌لیتر از محلول پتاسیم یدات و با استوانه‌ی مدرج، ۸۰ میلی‌لیتر آب مقطر در آن بریزید. پس از آن دکمه‌ی مخصوص کرنومتر را فشار دهید تا عقربه روی صفر قرار گیرد. درحالی‌که کرنومتر را آماده کرده‌اید، با پی‌پت ۱۰ میلی‌لیتری از محلول سدیم سولفیت و نشاسته بردارید و طوری آن را به محلول درون ارلن اضافه کنید که به محض خالی شدن پی‌پت با فشار دکمه‌ی کرنومتر آن را به‌کار انداخته باشید. پس از آن، با تکان دادن ارلن، محلول را به‌خوبی به هم بزنید، به محض این‌که رنگ آبی ظاهر شد، با فشار دکمه، کرنومتر را متوقف کنید، زمان را در جدول (۱۱-۲) یادداشت کنید.

جدول (۱۱-۱) حجم‌های لازم برای انجام آزمایش برحسب میلی‌لیتر

پتاسیم یدات	آب مقطر	سدیم سولفیت و نشاسته
۱۵	۷۵	۱۰
۲۰	۷۰	۱۰
۳۰	۶۰	۱۰
۵۰	۴۰	۱۰

۲. آزمایش یاد شده را مطابق جدول (۱۱-۱) تکرار کنید و هر بار، زمان ظاهر شدن رنگ آبی را در جدول (۱۱-۲) یادداشت کنید.

در این آزمایش‌ها هر بار حجم کل محلول ثابت (۱۰۰ میلی‌لیتر) و غلظت سدیم سولفیت نیز ثابت است و تنها عاملی که تغییر می‌کند، غلظت پتاسیم یدات است و آن

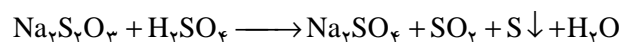
هم هربار بیش تر از بار قبل است؛ بنابراین، با استفاده از نتایجی که در جدول (۱۱-۲) یادداشت کرده‌اید، می‌توانید نشان دهید که سرعت واکنش با زیاد شدن غلظت پتاسیم‌یدات افزایش می‌یابد.

جدول (۱۱-۲) تغییرات سرعت واکنش نسبت به غلظت

شماره‌ی آزمایش	۱	۲	۳	۴	۵	۶
مقدار محلول پتاسیم‌یدات برحسب میلی‌لیتر						
مقدار آب مقطر برحسب میلی‌لیتر						
مقدار سدیم سولفیت و نشاسته برحسب میلی‌لیتر						
حجم کل محلول						
زمان واکنش برحسب ثانیه						
سرعت متوسط واکنش						

اثر دما بر سرعت واکنش

در این آزمایش، غلظت محلول را ثابت نگاه می‌داریم و با تغییر دما تأثیر آن را بر سرعت واکنش بررسی می‌کنیم. برای این منظور از واکنش سولفوریک اسید با سدیم تیوسولفات استفاده می‌کنیم. معادله‌ی واکنش بدین قرار است:



در اثر این واکنش گوگرد آزاد و محلول کدر می‌شود. از این تغییر، مانند ظاهر شدن رنگ آبی در آزمایش قبل، برای پی‌بردن به سرعت واکنش استفاده می‌کنیم.

محلول‌های لازم: قبل از شروع آزمایش این محلول‌ها را تهیه کنید:

۳/۱۳ گرم سدیم تیوسولفات را در آب حل کنید و حجم محلول را در یک بالن حجمی به ۲۵۰ میلی‌لیتر برسانید. این محلول نسبت به سدیم تیوسولفات ۵٪ مولار است. ۱. ده میلی‌لیتر از محلول تیوسولفات ۵٪ مولار را با پی‌پت بردارید و در لوله‌ی آزمایش بریزید. لوله‌ی آزمایش را در بشر ۵۰ میلی‌لیتری قرار دهید و درون بشر آن قدر آب بریزید که سطح آب از سطح محلول داخل لوله‌ی آزمایش بالاتر باشد. پس از آن، دماسنج C ۱۰۰-۰ را داخل لوله‌ی آزمایش قرار دهید و صبر کنید تا دماسنج دمای ثابتی را نشان دهد. این دما را در جدول (۱۱-۳) یادداشت کنید.

در این هنگام ۱ میلی‌لیتر محلول سولفوریک اسید ۳ مولار را به وسیله‌ی بورت به درون لوله‌ی آزمایش بریزید. هم‌زمان با آن کرنومتر (ساعت آزمایشگاه) را به کار بیندازید

و به محض کدر شدن محلول، کرنومتر را متوقف کنید و زمان مربوط را در جدول (۳-۱۱) یادداشت کنید.

۲. لوله‌ی آزمایش را خالی و تمیز کنید، دماسنج را هم بشویید، سپس ۱ میلی‌لیتر از محلول سدیم تیوسولفات ۵٪ / مولار در آن بریزید و مانند دفعه‌ی اول لوله‌ی آزمایش را با دماسنج در داخل بشر قرار دهید. بشر را به وسیله‌ی چراغ الکلی به آرامی گرم کنید و با لوله‌ی آزمایش، آب داخل بشر را با دماسنج، محلول درون لوله‌ی آزمایش را به هم بزنید. هنگامی که دمای محلول داخل لوله‌ی آزمایش به حدود C ۳۵ رسید، چراغ الکلی را خاموش کنید و محلول را به هم بزنید، تا دمای آن در C ۳۵ ثابت بماند.

حال، ۱ میلی‌لیتر محلول سولفوریک اسید ۳ مولار را از بورت به درون لوله‌ی آزمایش اضافه کنید. با کرنومتر، زمان کدر شدن محلول را مانند قبل اندازه بگیرید و آن را در جدول (۳-۱۱) یادداشت کنید.

۳. آزمایش بالا را دوبار دیگر، به ترتیب در دماهای C ۴۵ و C ۵۵، تکرار کنید و زمان لازم برای ظاهر شدن گوگرد را با کرنومتر اندازه بگیرید و در جدول (۳-۱۱) یادداشت کنید.

در این آزمایش‌ها، هر بار دما را کمی افزایش می‌دهید و در دمای جدید، زمان لازم برای ظاهر شدن کدری را در محلول اندازه می‌گیرید و در جدول (۳-۱۱) یادداشت می‌کنید. حال با استفاده از این نتایج می‌توانید نشان دهید که سرعت واکنش، با افزایش دما، افزایش می‌یابد. در واقع هر اندازه واکنش میان تیوسولفات و سولفوریک اسید سریع‌تر باشد، زمان لازم برای کدر شدن محلول کوتاه‌تر است. همان‌گونه که از معادله‌ی واکنش درمی‌یابید، از واکنش مذکور، گوگرد آزاد می‌شود. این گوگرد که در شکل کلوییدی است، محلول را ابتدا کدر، سپس شیری رنگ می‌کند.

جدول (۳-۱۱) تغییرات سرعت واکنش نسبت به دما

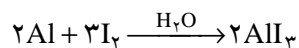
شماره‌ی آزمایش	۱	۲	۳	۴	۵	۶
دما بر حسب درجه‌ی سلسیوس						
حجم تیوسولفات ۵٪ / مولار بر حسب میلی‌لیتر						
حجم سولفوریک اسید ۳ مولار بر حسب میلی‌لیتر						
حجم کل بر حسب میلی‌لیتر						
زمان کدر شدن بر حسب ثانیه						
سرعت متوسط واکنش						

اثر کاتالیزگر بر سرعت واکنش

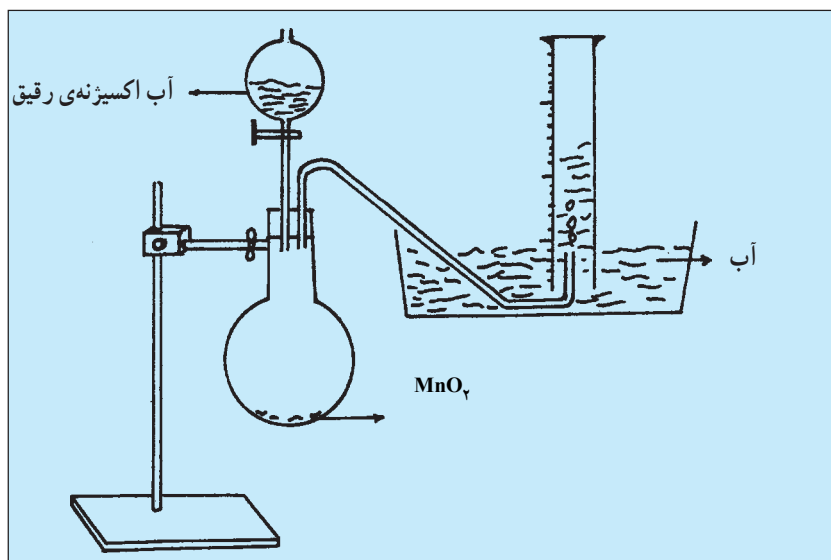
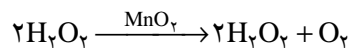
وسایل لازم: شیشه‌ی ساعت، هاون چینی، آب فشان، بالن ته‌گرد، قیف شیردار، استوانه‌ی مدرج، گیره و پایه، لوله‌ی باریک، کرنومتر و ترازوی دقیق.

مواد لازم: سیتریک اسید، سدیم بی‌کربنات یا جوش شیرین، پودر آلومینیم، یدنرم شده، منگنز دی‌اکسید و آب اکسیژنه‌ی رقیق.

- مقدار کمی سیتریک اسید را با سدیم بی‌کربنات یا جوش شیرین روی یک شیشه‌ی ساعت خشک و تمیز بریزید و با هم مخلوط کنید؛ واکنشی انجام نمی‌شود. حال، با افزایش چند قطره آب، عمل ترکیب صورت گرفته گاز کربنیک تولید می‌شود.
- این آزمایش بهتر است زیر هود انجام شود. مقدار کمی پودر آلومینیم را همراه یدنرم شده در یک هاون چینی مالش دهید تا کاملاً با هم مخلوط شوند؛ سپس به وسیله‌ی آب فشان چند قطره آب اضافه کنید که در این صورت، واکنش انجام می‌شود و جسم آلومینیم یدید حاصل می‌گردد:



- در داخل یک بالن خشک و تمیز بین ۱/۰ گرم تا ۲/۰ گرم منگنز دی‌اکسید بریزید و داخل قیف شیردار آب اکسیژنه‌ی رقیق (۱ mL غلیظ + ۱۹ mL آب مقطر) ریخته استوانه‌ی مدرج را پر از آب کنید و به حالت معکوس روی انتهای لوله‌ی باریک داخل تشتک قرار دهید؛ سپس در یک مرحله ۵ mL تا ۶ mL آب اکسیژنه را به داخل بالن اضافه کنید و در همان حال کرنومتر را روشن کنید و هر پنج ثانیه حجم گاز اکسیژن تولید شده در استوانه‌ی مدرج را بخوانید و یادداشت کنید. پس از پایان واکنش منحنی گاز اکسیژن را برحسب زمان رسم نمایید.



شکل (۱-۱۱)

پرسش‌ها -

۱. آیا کدر شدن محلول به‌طور دقیق قابل تشخیص است؟

۲. چگونه می‌توان امکاناتی را فراهم کرد که از طریق آن، تشخیص پیدایش کدری

در محلول، دقیق‌تر امکان‌پذیر شود؟

۳. در این آزمایش، از همان لحظه روی هم ریختن دو محلول، واکنش آغاز

می‌شود. به نظر شما چرا پیدایش رنگ کدری در محلول پس از گذشتن یک زمان

مناسب اتفاق می‌افتد؟

۴. در آزمایش اثر کاتالیزگر در هر قسمت کاتالیزگرها را شناسایی کنید و توضیح

دهید چه تأثیری در واکنش دارند؟

تعیین گرمای واکنش

هدف رفتاری: پس از پایان این آزمایش از فراگیر انتظار می‌رود:
– گرمای واکنش‌های شیمیایی را اندازه‌گیری کند.

هدف: اندازه‌گیری گرمای واکنش‌های شیمیایی

می‌دانید که واکنش‌های شیمیایی معمولاً گرماده یا گرماگیر هستند در این آزمایش گرمای سه واکنش اندازه‌گیری می‌شود.

واکنش ۱. حل شدن سدیم هیدروکسید جامد در آب و ایجاد یک محلول یونی
رابطه‌ی ۱: q و NaOH (محلول) \rightarrow NaOH (جامد) (۱)

واکنش ۲. اثر سدیم هیدروکسید جامد بر محلول هیدروکلریک اسید

رابطه‌ی ۲: q و NaCl (محلول) $+ \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{NaOH}$ (جامد) (۲)

واکنش ۳. اثر محلول سدیم هیدروکسید بر محلول هیدروکلریک اسید و تشکیل
آب و محلول سدیم کلرید

رابطه‌ی ۳: q و NaCl (محلول) $+ \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{NaOH}$ (محلول) (۳)

وسایل و مواد لازم: ارلن خشک و تمیز ۲۵۰ mL، استوانه‌ی مدرج ۱۰۰ mL،

دماسنج (C ۱۰۰-۰)، بشر ۲۵۰ mL، ۱ گرم سدیم هیدروکسید، ۱۰۰ میلی‌لیتر
هیدروکلریک اسید ۱ مولار، ۵۰ میلی‌لیتر سدیم هیدروکسید ۱ مولار.

الف – تعیین گرمای حل شدن سود جامد در آب

ابتدا یک ارلن تمیز و خشک ۲۵۰ mL را وزن کنید؛ سپس به‌وسیله‌ی استوانه‌ی
مدرج، ۵۰ mL آب سرد را داخل ارلن بریزید. به‌وسیله‌ی دماسنج آن را به‌هم بزنیید تا
دمای آن (در حدود دمای اتاق) ثابت بماند. این دما را تا تقریب C ۰/۲ اندازه‌گیری و
یادداشت کنید.

حال حدود ۱ گرم سدیم هیدروکسید جامد را با دقت ۰/۱ گرم وزن کنید؛ سپس
آن را به آب داخل ارلن اضافه کنید. ارلن را به آرامی تکان دهید تا سدیم هیدروکسید در

آب حل شود. به طور هم زمان، دماسنج را در ارلن قرار دهید و به آرامی، آب و سدیم هیدروکسید داخل آن را هم بزنید و بالاترین دمایی را که برای حدود ۱ الی ۲ دقیقه ثابت بماند بخوانید و یادداشت کنید.

پرسش‌ها

۱. چرا با حل شدن سدیم هیدروکسید در آب، دما افزایش می‌یابد؟
۲. چگونگی حل شدن سدیم هیدروکسید جامد را در آب توضیح دهید.
۳. محلول سدیم هیدروکسید دارای چه یون‌هایی است؟
۴. آیا این یون‌ها، در محلول، به صورت آب پوشیده هستند؟ چگونه؟
۵. تغییر دما (Δt) را پیدا کنید.

$$\Delta t_1 = t_2 - t_1$$

۶. گرمای آزاد شده از حل شدن سود در آب را از رابطه‌ی زیر حساب کنید: ۱

$$q_{(1)} = \Delta t_1 (mc_{\text{ارلن}} + mc_{\text{سدیم هیدروکسید}} + mc_{\text{آب}})$$

۷. گرمای حل شدن ۱ مول سدیم هیدروکسید را در آب، در شرایط آزمایش،

حساب کنید.

ب- تعیین گرمای حل شدن سدیم هیدروکسید جامد در محلول هیدروکلریک اسید

در این آزمایش، مراحل آزمایش را دقیقاً مطابق روش کار مرحله‌ی «الف» تکرار می‌کنید؛ با این تفاوت که به جای آب از ۵۰ mL محلول هیدروکلریک اسید ۱ مولار استفاده می‌کنید.

پرسش‌ها

۱. تغییر دما (Δt_2) را در این آزمایش حساب کنید.
 ۲. Δt_2 این آزمایش را با Δt_1 آزمایش مرحله‌ی الف مقایسه کنید. چرا Δt_2 بزرگ‌تر است؟
 ۳. معادله‌ی واکنش را بنویسید.
 ۴. گرمای آزاد شده‌ی این آزمایش را از این رابطه حساب کنید:
- $$q_{(2)} = \Delta t_{(2)} (mc_{\text{ارلن}} + mc_{\text{سدیم هیدروکسید}} + mc_{\text{اسید}})$$
۵. گرمای حل شدن ۱ مول سدیم هیدروکسید جامد را در محلول هیدروکلریک اسید حساب کنید.

۱- گرمای ویژه‌ی محلول‌ها را تقریباً ۱ کالری بر گرم و گرمای ویژه‌ی شیشه را ۰/۲ کالری بر گرم فرض کنید.

ج – تعیین گرمای خنثی شدن محلول سدیم هیدروکسید با محلول هیدروکلریک اسید

در یک ارلن ۲۵۰ میلی لیتری، ۵۰ mL محلول هیدروکلریک اسید ۱ مولار بریزید و در یک بشر ۲۵۰ میلی لیتری نیز ۵۰ mL محلول سدیم هیدروکسید ۱ مولار بریزید. چند دقیقه صبر کنید تا دمای هر دو محلول، با هوای آزمایشگاه تقریباً یکسان شود. با دماسنج، دمای هر دو محلول را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. لازم است که دمای دو محلول با تقریب مطلوبی به هم نزدیک باشد؛ سپس محلول سدیم هیدروکسید را به محلول هیدروکلریک اسید اضافه کنید و بالاترین دمایی را که ضمن به هم زدن محلول، برای حدود ۱ الی ۲ دقیقه ثابت بماند، یادداشت کنید.

پرسش‌ها

۱. معادله‌ی واکنش را بنویسید.
 ۲. تغییر دما (Δt_3) را حساب کنید.
 ۳. در محلول چه یون‌هایی موجود است؟
 ۴. در ۵۰ mL محلول سدیم هیدروکسید به کار گرفته شده، چند مول سدیم هیدروکسید موجود است؟
 ۵. در ۵۰ mL محلول اسید به کار گرفته شده، چند مول اسید موجود است؟
 ۶. گرمای آزاد شده در این واکنش را از این رابطه حساب کنید:
- $$q_{(3)} = \Delta t_{(3)}(mc_{\text{اسید}} + mc_{\text{محلول سدیم هیدروکسید}} + mc_{\text{ارلن}})$$
۷. q_1 ، q_2 و q_3 را با هم مقایسه کنید و درباره‌ی آن بحث کنید.

تعیین گرمای احتراق

هدف رفتاری: پس از پایان این آزمایش از فراگیر انتظار می‌رود بتواند:
- گرمای احتراق مواد را اندازه‌گیری کند.

هدف: در این آزمایش، گرمای احتراق جرم معینی از یک شمع، اندازه‌گیری می‌شود.

وسایل و مواد لازم: قوطی حلبی، گیره و پایه، یک عدد شمع، یخ.

- شمعی را روی در یک قوطی حلبی بچسبانید و به وسیله‌ی ترازو آن دو را با تقریب 0.1° گرم وزن و یادداشت نمایید. یک قوطی خالی را با تقریب 1° گرم وزن کنید. این قوطی، مطابق شکل باید دارای دو سوراخ باشد. دستگاه را طوری سوار کنید که وقتی شعله‌ی شمع روشن است تقریباً با ته قوطی تماس داشته باشد. برای دودکش، از یک قوطی با دو سر باز که نزدیک به ته آن، چند سوراخ برای تهویه دارد، استفاده کنید. قوطی وزن شده را تا حدود $\frac{2}{3}$ از آب پر کنید (در این جا نیازی به تعیین وزن یا حجم

آب نیست)؛ سپس آب را به وسیله‌ی یخ، به دمای $15-1^\circ$ درجه سلسیوس برسانید. تکه‌های یخ را مستقیماً در آب بیندازید و پس از آن که دمای مطلوب حاصل شد، آن‌ها را بیرون بیاورید. دمای آب را تا تقریب $2^\circ C$ بخوانید و یادداشت کنید؛ سپس شمع را روشن کنید تا آب گرم شود. آب را آهسته هم بزنید تا دمای آن، به کمی بالاتر از دمای اتاق برسد. شمع را خاموش کنید، اما به هم زدن آب را ادامه دهید و بالاترین دمای آب را که ثابت بماند تا تقریب $2^\circ C$ یادداشت کنید. قوطی حلبی با آب داخل آن، شمع و در قوطی حلبی را از نو با همان ترازویی که قبلاً از آن استفاده کرده‌اید وزن کنید و وزن آن را یادداشت نمایید. اگر وقت کافی داشتید آزمایش را یک بار دیگر تکرار کنید.



پرسش‌ها -

۱. تغییر دما را حساب کنید. $t = ?$
 ۲. کاهش وزن شمع را محاسبه کنید. $m = ?$
 ۳. گرمای حاصل از سوختن شمع را از این رابطه حساب نمایید:
 ۴. گرمای حاصل از سوختن 1° گرم شمع را به دست آورید.
- $q = mc \cdot \Delta T$ (قوطی حلبی) $c = 11 \text{ cal/g} \cdot ^\circ C$

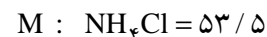
تعیین گرمای انحلال و آب پوشی (هیدراتاسیون)

هدف رفتاری: پس از پایان این آزمایش از فراگیر انتظار می‌رود:
 - گرمای انحلال و آب پوشی (هیدراتاسیون) را اندازه‌گیری کند.

هدف: تعیین گرمای انحلالی نیترا تپتاسیم

حل شدن ترکیبات یونی مختلف در آب، با آزاد یا جذب شدن مقداری گرما همراه است. برای شکستن شبکه‌ی بلورین یک ترکیب یونی جامد، نیاز به انرژی است. این انرژی، برای غلبه‌ی نیروهای جاذبه‌ی موجود بین ذرات جسم حل شونده به مصرف می‌رسد. از سوی دیگر آب پوش شدن ذرات جسم حل شونده به وسیله‌ی مولکول‌های قطبی آب، همراه با آزاد شدن انرژی به صورت گرما است. این انرژی را انرژی آب پوشی (هیدراتاسیون) می‌نامند. جمع جبری این دو انرژی گرمای انحلال را تشکیل می‌دهد. چنانچه فرآیند حل شدن در مجموع گرماده باشد، گرمای انحلال را به صورت مقدار منفی و چنانچه گرماگیر باشد، آن را با علامت مثبت گزارش می‌کنند. طبق قرارداد، گرمای انحلال، برابر با گرمایی است که در نتیجه‌ی حل شدن یک مول از جسم حل شونده در مقدار معینی حلال در دمای معین، مبادله می‌شود.

مثال: از حل کردن ۱۰ گرم آمونیم کلرید در ۲۵۳ گرم آب، دمای آن ۳ درجه‌ی سلسیوس کاهش می‌یابد. گرمای انحلال نشادر (آمونیم کلرید) را تعیین کنید:



حل: چون دمای محلول، کاهش یافته است، بنابراین، گرما جذب شده، (q) و

$$q = m.c.. t \quad \text{مقدار آن از این رابطه محاسبه می‌شود:}$$

$$c \text{ گرمای ویژه‌ی محلول برابر } 1 \text{ cal g}^{-1} \text{ C}^{-1} \text{ یک کالری در نظر یک گرم. درجه حرارت}$$

گرفته شده است.

طبق قرارداد، چون واکنش، گرماگیر است آن را به صورت مقدار مثبت گزارش می‌کنند:

$$q = 253 \times 1 \times (. 3) = 759 \text{ cal}$$

گرمای انحلال برای یک مول به این صورت محاسبه می‌شود:

cal گرم آمونیم کلرید

۷۵۹ ۱۰

$$x = 4060/65 \text{ cal/mol} \quad 53/5$$

وسایل لازم: گرماسنج (کالریمتر)، دماسنج (C ۱۰۰-۰) با دقت C ۰/۱، ترازو با دقت ۰/۱ گرم استوانه‌ی مدرج، چراغ گاز بوتزن، بشر ۲۵۰mL.
مواد لازم: پتاسیم نترات، سدیم هیدروکسید، آب مقطر.

الف - تعیین ارزش آبی گرماسنج

به وسیله‌ی استوانه‌ی مدرج، ۳۵mL آب مقطر را داخل گرماسنج بریزید ضمن به هم زدن و تبادل گرمایی، دمای آن را یادداشت کنید (t_1).

سپس مقداری آب مقطر را در بشر حدود C ۴۰ گرم کنید و به وسیله‌ی استوانه‌ی مدرج ۳۵mL از آن را بردارید. پس از اندازه‌گیری دمای دقیق (t_2) آن را سریعاً داخل گرماسنج بریزید و در آن را ببندید و ضمن به هم زدن، دمای تعادل را پس از ثابت ماندن دما یادداشت کنید (T). سرانجام با این روابط، ارزش آبی گرماسنج را به دست آورید:

$$\text{آب گرم، گرما از دست می‌دهد.} \quad q_{(2)} = m_2 c (t_2 - T)$$

$$q_1 = [m_1 c + A] (T - t_1) \quad \text{آب سرد و گرماسنج}$$

$$q_1 = q_2 \quad \text{آب سرد و گرماسنج گرما می‌گیرد.}$$

$$[m_1 + A] (T - t_1) = m_2 (t_2 - T)$$

ب - تعیین گرمای انحلالی پتاسیم نترات

برای انجام این آزمایش به وسیله‌ی یک استوانه‌ی مدرج ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر، در گرماسنج بریزید و درپوش آن را به همراه همزن و دماسنج قرار دهید و صبر کنید تا تعادل دمایی برقرار شود. تعادل دما، هنگامی برقرار می‌شود که دمای دماسنج، به مدت حدود چند دقیقه ثابت بماند. پس از برقراری تعادل دمایی، دما را یادداشت کنید (دمای تعادل اولیه t_1). ۵ گرم پتاسیم نترات را با ترازوی دقیق وزن کنید و به محلول داخل گرماسنج بیفزایید و به سرعت دهانه‌ی گرماسنج را ببندید؛ سپس محتوای گرماسنج را به وسیله‌ی همزن به ملایمت به هم بزنید و هر ۳۰ ثانیه یک بار دما را یادداشت کنید. هنگامی که دما، برای مدت ۲ دقیقه ثابت ماند و تغییری نکرد آن را دمای تعادل (دمای تعادل ثانویه T) در نظر بگیرید و یادداشت کنید.

توجه: آزمایش را به جای پتاسیم نترات با ۵ گرم سدیم هیدروکسید جامد تکرار کنید و نتایج حاصل را با یک دیگر مقایسه نمایید.

محاسبات: گرمای ویژه‌ی محلول را برابر با گرمای ویژه‌ی آب خالص در نظر بگیرید؛ هم‌چنین $(1 \text{ cal deg}^{-1} \text{ g}^{-1})$ و وزن محلول را 105 گرم به حساب آورید. گرمای انحلال از این رابطه به دست خواهد آمد:

$$q = (A + (\text{وزن محلول آبی} \times \text{گرمای ویژه‌ی آب})) \times (\text{افت دما})$$

بنابراین، گرمای جذب شده برای انحلال یک مول پتاسیم نترات ($MW = 101$)

$$\text{برابر خواهد بود با: } \frac{101q}{5} \text{ cal/mol}$$

در این آزمایش، مقدیری که برای پتاسیم نترات و آب انتخاب شده است محلولی بسیار رقیق به دست نمی‌دهد، اما اختلاف بین مقدار به دست آمده و مقداری که از محلول بسیار رقیق حاصل می‌شود زیاد نیست.

پرسش‌ها -

۱. چرا هر چه ذرات جامد ریزتر باشد، سرعت انحلال آن بیش‌تر است؟
۲. چرا به هم زدن و گرما دادن، معمولاً انحلال را سریع‌تر می‌کند؟
۳. گرمای انحلال مولی پتاسیم نترات و سود را محاسبه و با یک‌دیگر مقایسه و علت اختلاف را بیان کنید.

تعیین وزن مولکولی جسم از روی نزول دمای انجماد محلول آن

هدف رفتاری: پس از پایان این آزمایش از فراگیر انتظار می‌رود:
– وزن مولکولی یک جسم را از روی نزول دمای انجماد محلول آن تعیین کند.

در اثر انحلال جسمی در یک حلال، فشار بخار حلال پایین می‌آید. این امر، به نوبت، خود موجب پایین آمدن دمای انجماد حلال می‌شود. از موارد کاربرد این پدیده، می‌توان استفاده از ضدیخ در رادیاتور اتومبیل و پاشیدن نمک در جاده‌ها در موقع یخبندان، نام برد. نزول دمای انجماد حلال معمولاً به‌ساختار مولکولی جسم حل شده بستگی ندارد، بلکه به تعداد ذرات جسم حل شده بستگی دارد. در این جا منحصرأً درباره‌ی اجسام حل شده‌ی غیرالکترولیت بحث می‌کنیم که در موقع انحلال در محلول یونیزه نمی‌شوند.

اندازه‌ی نزول دمای انجماد، به تعداد ذرات جسم حل شده بستگی دارد؛ بنابراین، غلظت محلول، برحسب تعداد مول‌های جسم حل شده در وزن معینی از حلال، برحسب مولالیته بیان می‌شود. مولالیته‌ی یک محلول عبارت از تعداد مول‌های جسم حل شده در ۱۰۰۰ گرم حلال است.

نزول دمای انجماد مولکولی حلال K_F ، مقدار ثابتی است، زیرا پایین آمدن دمای انجماد ناشی از انحلال یک جسم غیرالکترولیت، متناسب با مولالیته‌ی محلول است و از این رابطه به‌دست می‌آید:

$$\Delta t_F = K_F \times m$$

$$\Delta t_F = t_F - t_F^0 = K_F m$$

رابطه‌ی ۱:

$$\Delta t_F = \text{کاهش دمای انجماد}$$

$$t_F = \text{دمای انجماد حلال}$$

$$t_F^0 = \text{دمای انجماد محلول}$$

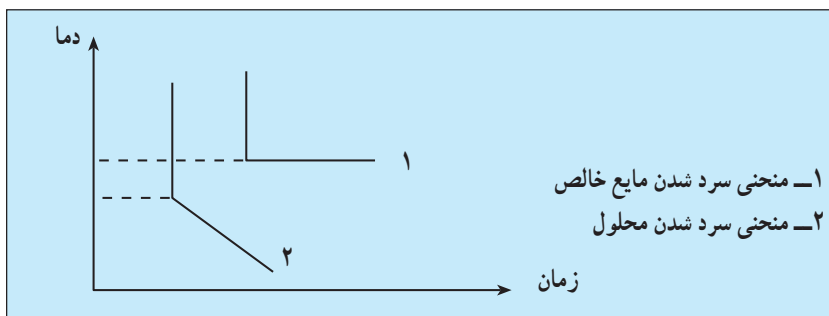
$K_F =$ ثابت نزول دمای انجماد حلال که از ویژگی‌های بارز حلال است.

$m =$ مولالیت یا تعداد مول‌های جسم حل شده در یک کیلوگرم حلال است که می‌توان آن را از این رابطه حساب کرد:

$$\text{رابطه ی ۲:} \quad \text{مولالیت} = \frac{1000 \times \text{وزن جسم حل شده}}{\text{وزن حلال} \times \text{وزن مولکولی جسم حل شده}}$$

در این آزمایش ابتدا نزول دمای انجماد (Δt_F)، محلول‌هایی از کامفر در نفتالن با غلظت‌های مختلف را اندازه می‌گیرید و از روی آن ثابت نزول دمای انجماد نفتالن، K_F ، را به دست می‌آورید؛ هم‌چنین با استفاده از K_F نفتالن، وزن مولکولی گوگرد و بنزویک اسید را به صورت محلول در نفتالن به دست آورید.

دمای انجماد یک مایع را می‌توان با اندازه‌گیری سرعت سرد شدن مایع در هوا به دست آورد. هر جسم خالص در دمای ثابت منجمد می‌شود؛ زیرا گرمایی را که حین ذوب شدن گرفته است (گرمای نهان ذوب) در موقع سرد شدن پس می‌دهد؛ در حالی که هر محلول اولاً دمای انجماد پایین‌تری نسبت به حلال خالص دارد و ثانیاً در طول عمل انجماد، دما تغییراتی دارد و صددرصد ثابت نیست (مقدار گرمایی که موقع سرد شدن پس می‌دهد کم‌تر از گرمای نهان ذوب است). منحنی تغییرات دما، برحسب زمان برای سرد شدن یک مایع، در شکل (۱۵-۱) نشان داده شده است. دمای انجماد هر مایع یا هر محلول دمایی است که منحنی در آن دما شکستگی پیدا می‌کند.



شکل (۱۵-۱)

براساس منحنی (۱)، دما در طول عمل انجماد ثابت است؛ درحالی که منحنی (۲) نشان می‌دهد که دما تغییر می‌کند، اما سرعت سرد شدن بسیار کاهش می‌یابد. وزن مولکولی واقعی تعداد زیادی از اجسام حل‌شدنی مانند کامفر در نفتالن را می‌توان از راه تجربی به دست آورد، اما گاه ممکن است حل‌شونده در حلال مورد نظر تفکیک شود یا به صورت مجتمع درآید؛ مانند گوگرد در نفتالن که به صورت S_n است و مقدار n از راه تجربه به دست می‌آید.

وسایل لازم:

۱. لوله‌ی آزمایش بزرگ (قطر ۲۵mm)

۲. یک بشر ۶۰۰mL

۳. دماسنج C ۱۰۰ دقیق

۴. ارلن ۲۵۰mL

مواد لازم: نفتالن، کامفر، گوگرد، بنزویک اسید، استون

الف — تعیین دمای انجماد نفتالن

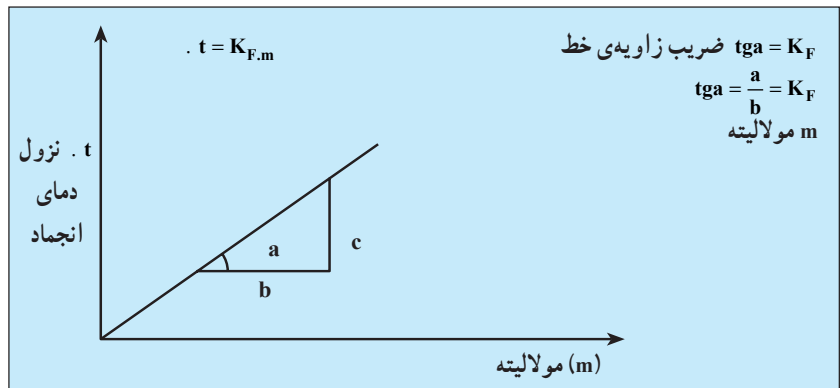
۱. حدود ۸ گرم نفتالن را (با دقت $0.1g$) وزن کنید و در یک لوله‌ی آزمایش بزرگ بریزید (دقت کنید که نفتالن با دستتان تماس پیدا نکند و در صورت تماس بلافاصله دست خود را با آب و صابون بشویید).
۲. حدود ۳۰۰mL آب را در یک بشر ۶۰۰mL بریزید و بجوشانید؛ سپس لوله‌ی محتوی نفتالن را در آن قرار دهید.
۳. دماسنج را خشک کنید و در لوله‌ی آزمایش محتوی نفتالن قرار دهید و با آن نفتالن مایع را به آرامی بهم بزنید.
۴. وقتی دمای نفتالن مایع، به حدود C ۹۰ رسید، لوله‌ی آزمایش و دماسنج را از حمام آبی خارج کنید و در درون یک ارلن قرار دهید.
۵. نفتالن مایع را مرتب به وسیله‌ی دماسنج بهم بزنید و هر ۱۵ ثانیه یک بار دما را یادداشت کنید تا جایی که به هم زدن نفتالن مشکل شود یا دما به مدت دو دقیقه ثابت بماند. با ظاهر شدن اولین ذره‌ی جامد، دما را یادداشت کنید.
۶. منحنی تغییرات دما را برحسب زمان رسم کنید و نقطه‌ی انجماد نفتالن را از آن نتیجه بگیرید.

ب — تعیین ثابت نزول دمای انجماد نفتالن

۱. ۰/۲ گرم کامفر را که با دقت $0.001g$ گرم وزن کرده‌اید در لوله‌ی آزمایش محتوی مقدار معینی نفتالن (لوله‌ای که در قسمت الف) استفاده کرده‌اید) بریزید و پس از ذوب کردن آن مانند بند ۵ قسمت الف)، تغییرات دما را برحسب زمان یادداشت کنید.
۲. منحنی تغییرات دما را برحسب زمان برای محلول کامفر در نفتالن را مشابه نفتالن خالص رسم کنید و دمای انجماد را به دست آورید.
۳. به تدریج بر مقدار کامفر در لوله‌ی آزمایش بیفزایید و دمای انجماد را برای چهار محلول دیگر که در آن‌ها مقدار کامفر از ۱/۲ تا ۰/۲ گرم تغییر می‌کند، اندازه بگیرید.
۴. مولالیته‌ی محلول را در تمام موارد ذکر شده با استفاده از رابطه‌ی ۲ به دست آورید.

۵. منحنی تغییرات t_F را برحسب مولالیت‌های کامفر موجود در این چهار محلول، رسم کنید و مقدار K_F (ثابت نزول دمای انجماد) نفتالن را به صورت زیر حساب کنید:

براساس رابطه‌ی ۱ منحنی تغییرات دما برحسب مولالیت‌های کامفر به صورت شکل (۲-۱۵) خواهد شد و ضریب زاویه‌ی خط برابر K_F است.



شکل (۲-۱۵) منحنی تغییرات دما برحسب مولالیت‌ها

به این ترتیب، ثابت نزول دمای انجماد نفتالن به دست می‌آید.

۶. لوله‌ی آزمایش و دماسنج را با گرم کردن جامد موجود در لوله و خالی کردن آن در پایان با استون تمیز کنید.

ج - تعیین وزن مولکولی گوگرد

- حدود ۸ گرم نفتالن را وزن کنید و دمای انجماد آن را مطابق آنچه قبلاً گفته شد تعیین کنید (با این عمل می‌توان به درستی یا نادرستی نتیجه‌ی قبلی پی برد).
- حدود ۱ گرم گوگرد را که با دقت 0.1% گرم وزن کرده‌اید، در نفتالن بریزید و دمای انجماد محلول را از روی منحنی تغییرات دما، برحسب زمان، تعیین کنید. در حین عمل سرد شدن، دمای مربوط به ظاهر شدن اولین ذره‌ی جامد را یادداشت نمایید.
- وزن مولکولی تجربی گوگرد را از روی نزول دمای انجماد گوگرد در نفتالن حساب کنید که معادل S_x است و با در نظر گرفتن وزن اتمی گوگرد، $S = 32$ ، می‌توانید X و از آن‌جا وزن مولکولی گوگرد را به دست آورید.
- لوله‌ی آزمایش و دماسنج را تمیز کنید.

د - تعیین وزن مولکولی بنزویک اسید

- هشت گرم نفتالن و یک گرم بنزویک اسید را با دقت 0.1% وزن کنید و در

لوله‌ی آزمایش بریزید.

۲. دمای انجماد محلول بالا را با رسم منحنی تغییرات دما، برحسب زمان، مشخص کنید.

۳. وزن مولکولی تجربی بنزویک اسید را از روی نزول دمای انجماد محلول بنزویک اسید در نفتالن حساب کنید و نتیجه را یادداشت نمایید.

هنگام آزمایش به این نکات توجه کنید:

۱. لوله‌ی آزمایش را مستقیماً با شعله گرم نکنید، چون بخار نفتالن آتش‌زا است. برای ذوب کردن نفتالن یا مخلوط آن در لوله، لوله را زیر شیر آب گرم قرار دهید؛ به طوری که سطح آب در بشیر از سطح نفتالن یا مخلوط آن در لوله بالاتر باشد.

۲. پس از آزمایش، نفتالن یا مخلوط آن را در دست شویی بریزید، بلکه در ظرف مخصوص که به این منظور در آزمایشگاه وجود دارد خالی کنید.

پرسش‌ها

۱. هنگامی که ماده‌ای غیرالکترولیت و غیرفرار، در حلالی حل شود چه تغییری در دمای جوش آن ایجاد می‌کند؟

۲. یک مول گلیکول و یک مول گلیسرین در ۱۰۰۰ گرم آب، چه تغییری را در دمای انجماد آب به وجود می‌آورند. آیا نوع این مواد در این تغییر تأثیر دارد؟ چرا؟

۳. واحد K_F چیست؟

۴. از حل ۳۰ گرم گلوکز ($C_6H_{12}O_6$) در ۱۰۰۰ گرم آب، دمای انجماد آب $0.31^\circ C$ کاهش می‌یابد. وزن مولکولی گلوکز را محاسبه کنید.

$$(K_F = 1/186 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{mol})$$

۵. در رادیاتور اتومبیل ۹ لیتر آب ریخته‌اند و به آن ۲ لیتر متانول (CH_3OH) به

چگالی $d = 0.8 \text{ gr/mL}$ اضافه کرده‌اند. پایین‌ترین دمای ممکنه که می‌توان اتومبیل را بدون نگرانی از یخ بستن آب رادیاتور، در هوای آزاد قرار داد کدام است؟

تعیین درصد اکسیژن در هوا

هدف رفتاری: پس از پایان این آزمایش از فراگیر انتظار می‌رود:

– درصد اکسیژن هوا (O_2) را تعیین کند.

همان‌گونه که می‌دانید یک مول از تمام گازهای ایده‌آل در شرایط استاندارد، حجمی برابر 22.4 لیتر را اشغال می‌کند. می‌توان در این آزمایش از روی وزن معینی از گاز اکسیژن، در شرایط استاندارد، درصد آن را حساب کرد.

۱. یک لوله‌ی آزمایش پیرکس با در لاستیکی بردارید و آن را از آب پر کنید؛ به طوری که در لاستیکی آن مماس با سطح آب باشد. سپس آب را در یک استوانه‌ی مدرج 25mL خالی کنید و حجم آن را یادداشت کنید.

۲. به وسیله‌ی پی‌پت، 2mL محلول غلیظ پیروگالول را در داخل لوله‌ی آزمایش بریزید؛ سپس 2mL محلول پتاس 3N به آن اضافه کنید و سریعاً به وسیله‌ی چوب‌پنبه‌ی مناسب (یا در لاستیکی) در لوله‌ی آزمایش را ببندید؛ به طوری که با هوای بیرون تماس نداشته‌باشد و به مدت 5 دقیقه لوله‌ی آزمایش را تکان دهید. پیروگالول اکسیژن هوای موجود در داخل لوله‌ی آزمایش را جذب می‌کند و به رنگ قهوه‌ای درمی‌آید. در این واکنش، پیروگالول به پیروگالین تبدیل می‌شود.

۳. یک تشتک دهانه‌گشاد یا یک بشر 60mL را از آب پر کنید و لوله‌ی آزمایش در بسته را به‌طور وارونه در آن قرار دهید؛ به طوری که در چوب‌پنبه در داخل تشتک آب قرار گیرد.

در این حالت در لوله را در زیر آب، باز کنید و به مدت یک دقیقه به همین حالت نگه‌دارید. خواهید دید که آب به اندازه‌ی حجم اکسیژن جذب شده در لوله بالا می‌آید. به کمک در چوب‌پنبه‌ای یا لاستیکی، در لوله‌ی آزمایش را در همان حال که در داخل آب قرار دارد ببندید و سپس لوله را از تشتک بیرون آورید.

۴. حجم مایع قهوه‌ای درون لوله‌ی آزمایش را به وسیله‌ی یک استوانه‌ی مدرج 10 میلی‌لیتری اندازه بگیرید. آن‌گاه حجم اکسیژن هوا را به این شرح به دست آورید:

$$V_1 = a \text{ mL} \quad \text{حجم لوله‌ی آزمایش}$$

حجم هوای داخل لوله‌ی آزمایش: برابر با حجم لوله‌ی آزمایش است چون گازها

حجم ظرف خود را پر می‌کنند.

$V_p = b \text{ mL}$ حجم پیروگالول
 $V_r = c \text{ mL}$ حجم پتاس
 $V_p = a - (b + c)$ حجم هوا در بالای محلول
 حجم مایع قهوه‌ای رنگ، پس از باز کردن در لوله در زیر آب
 $V_d = d \text{ mL}$ تشنگ و بالا رفتن آب
 حجم اکسیژن قبل از جذب هوای موجود در بالای محلول
 پتاس و پیروگالول

$$V_e = (V_d) - (b + c)$$

اگر حجم اکسیژن موجود در هوای داخل لوله را (بالای سطح مایع) (V_e) به
 حجم کل هوای موجود در بالای سطح مایع قهوه‌ای (V_p) تقسیم و سپس در 100
 ضرب کنید، درصد اکسیژن موجود در هوا به دست می‌آید.

* می‌توان با استفاده از درصد اکسیژن، درصد نیتروژن موجود در هوا را نیز
 تخمین زد.

مثال: در آزمایش اندازه‌گیری اکسیژن موجود در هوا با پیروگالول به روش یاد
 شده که آن را یک هنرجوی صنایع شیمیایی انجام داده این نتایج به دست آمد:

27 mL حجم لوله

2 mL حجم پیروگالول

2 mL حجم پتاس

$27 - (2 + 2) = 23 \text{ mL}$ حجم هوا در بالای محلول

9 mL حجم آب پس از بیرون آوردن از تشنگ

$9 - 4 = 5$ حجم اکسیژن موجود در هوا

$\frac{4}{23}$ نسبت حجم اکسیژن هوا به حجم هوا

$\frac{4}{23} \times 100 = 21$ نتیجه

پرسش‌ها

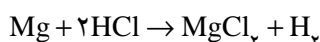
- در این آزمایش سه مورد از ایجاد خطا را نام ببرید.
- در صورتی که مقدار غلظت پیروگالول به اندازه‌ی کافی نباشد این آزمایش دچار چه اشکالی می‌شود؟
- در صورتی که حجم مایعات به کار رفته را با یک استوانه‌ی 50 mL اندازه‌گیری کنید، از نظر دقت در اندازه‌گیری، چه اشکالی ایجاد می‌شود؟
- در این آزمایش، دقت ابزار اندازه‌گیری حجم باید در چه حدی باشد؟ چرا؟

تعیین وزن اتمی منیزیم

هدف رفتاری: پس از پایان این آزمایش از فراگیر انتظار می‌رود:
– وزن اتمی منیزیم را تعیین کند.

هدف: آشنایی با روش تعیین وزن اتمی منیزیم

وزن اتمی منیزیم را می‌توان از طریق واکنش مقدار مشخصی از نوار منیزیم با هیدروکلریک اسید کافی و اندازه‌گیری حجم گاز هیدروژن آزاد شده تعیین کرد. حجم گاز، در شرایط آزمایش، با استفاده از قانون آووگادرو به شرایط استاندارد تبدیل می‌شود، معادله‌ی واکنش به این صورت است:



وسایل لازم: ارلن خلاً ۵۰ mL، استوانه‌ی مدرج ۱۰۰ mL، نخ نازک، تشتک پلاستیکی یا فلزی، لوله‌ی شیشه‌ای و لوله‌ی لاستیکی و کاغذ سنباده.

مواد لازم: نوار منیزیم، هیدروکلریک اسید غلیظ.

۱. با استفاده از وسایل ذکر شده، دستگاهی را مطابق شکل نصب کنید. تشتک را از آب پر کرده استوانه‌ی مدرج را نیز از آب پر کنید و بدون حباب هوا، به‌طور وارونه در آب داخل تشتک قرار دهید.

۲. نوار منیزیم را در ابتدا، با کاغذ سنباده تمیز و ۵٪ گرم از آن را با دقت وزن کنید؛ سپس آن را به‌دور یک مداد بیچید و به‌صورت مارپیچ درآورید.

۳. ارلن را تا $\frac{1}{3}$ حجم آن را آب پر کرده سپس ۲۰ mL هیدروکلریک اسید غلیظ را به آن بیفزایید.

۴. نوار منیزیم را به یک نخ نازک ببندید و قبل از بستن، در لاستیکی ارلن آن را، به‌گونه‌ای که با محلول تماس پیدا نکند، بالای محلول قرار دهید.

۵. پس از قرار دادن در لاستیکی و اطمینان یافتن از این که لوله‌ی رابط در زیر استوانه‌ی مدرج قرار دارد، ارلن را کج کنید تا نوار منیزیم با محلول اسید تماس پیدا کند. نوار منیزیم در اسید حل و گاز هیدروژن به زیر استوانه‌ی مدرج هدایت می‌شود. پس از متوقف شدن واکنش و خارج نشدن حباب‌های گاز هیدروژن، حجم گاز هیدروژن را در داخل استوانه‌ی مدرج یادداشت کنید (حجم گاز، برابر حجم آبی است که در استوانه‌ی



مدرج پایین می آید).

نتیجه گیری و محاسبه: با استفاده از رابطه ی ۱، حجم گاز هیدروژنی را که به روش یاد شده به دست می آید، به شرایط استاندارد تبدیل کنید.

$$P_{H_2} V_{H_2} = P_{H_2} V_{H_2} (1 + \alpha t) \quad \text{رابطه ی ۱}$$

$$P_{H_2} : \text{فشار گاز هیدروژن در فشار } 760 \text{ mmHg}$$

V_{H_2} : حجم گاز هیدروژن در 0°C ، این حجم، در رابطه ی فوق، مجهول است و باید محاسبه شود.

$$\alpha : \text{عدد ثابت و برابر } \frac{1}{273} \text{ (ضریب انبساط حجمی گاز به ازای هر درجه)}$$

$$t_{v_{H_2}} : \text{دمای هوا در آزمایشگاه بر حسب درجه ی سانتی گراد}$$

V_{H_2} : حجم گاز هیدروژن در شرایط آزمایشگاه که برابر با حجم آبی است که در استوانه ی مدرج جابه جا شده است (بر حسب cm^3).

P_{H_2} : فشار گاز هیدروژن در شرایط آزمایش؛ این فشار به فشار بخار آب و فشار جو، و اختلاف سطح آب در استوانه ی مدرج و تشتک به صورت رابطه ی ۲ بستگی دارد.

$$P_{H_2} = P - (P_{H_2O} + h / 13.6) \quad \text{رابطه ی ۲}$$

فشار بخار آب، در هر دمایی، مقداری ثابت است. با قرار دادن مقدار P_{H_2} در رابطه ی ۱ خواهیم داشت:

$$[P - (P_{H_2O} + h / 13.6)] V_{H_2} = P_{H_2} V_{H_2} (1 + \alpha t) \quad \text{رابطه ی ۳}$$

با قرار دادن مقادیر عددی لازم، V_{H_2} را در شرایط استاندارد محاسبه کنید و با تقسیم آن حجم (V_{H_2}) بر 22400 mL (حجم یک مول گاز در شرایط استاندارد) تعداد مول های هیدروژن را محاسبه نمایید. اگر حاصل این تقسیم را b مول فرض کنید، می توانید تعداد مول های منیزیم را نیز به دست آورید، زیرا این دو، معادل یک دیگر هستند. چرا؟ برای به دست آوردن وزن اتمی منیزیم، می توان با در نظر گرفتن تعداد مول های هیدروژن و وزن منیزیم اولیه، از رابطه ی $\frac{1 \times 10.5}{b}$ استفاده کرده وزن اتمی Mg را بر حسب گرم به دست آورد.

۱. در رابطه ی ۲، h اختلاف سطح آب تشتک و آب درون استوانه ی مدرج، پس از حل شدن فلز در اسید است (بر حسب میلی متر mm) فشار جو در آزمایشگاه و P_{H_2O} فشار بخار آب است.

۲. ممکن است سطح آب داخل استوانه ی مدرج و سطح آب داخل تشتک به سه حالت درآید:

الف - اگر هم سطح باشند، عبارت مربوط به اختلاف سطح حذف می شود.

ب - اگر ارتفاع آب در داخل استوانه ی مدرج بیش تر باشد، از رابطه ی ۲ به همین صورت استفاده می شود.

ج - اگر سطح آب در داخل استوانه ی مدرج پایین تر از سطح آب در داخل تشتک باشد، مقدار مربوط

به آن، با علامت منفی در رابطه قرار می گیرد.

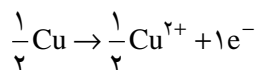
پرسش‌ها

۱. وزن اتمی منیزیم به دست آمده را با وزن اتمی واقعی منیزیم، مقایسه و درصد خطا را محاسبه کنید.
۲. چه عواملی در پیدایش مؤثرند؟
۳. در صورتی که نوار منیزیم را قبل از توزین، سنباده نزنید، چه خطایی در آزمایش به وجود می‌آید؟
۴. در صورتی که در ارنل کاملاً مسدود نباشد، در صورت درست بودن سایر مراحل آزمایش، آیا وزن اتمی منیزیم از مقدار واقعی آن بیش تر خواهد بود یا کم‌تر؟ چرا؟

آشنایی با مفهوم عدد آووگادرو و چگونگی به دست آوردن آن

هدف رفتاری: پس از پایان این آزمایش از فراگیر انتظار می‌رود:
– با مفهوم عدد آووگادرو آشنا شود و بتواند آن را از طریق آزمایش به دست آورد.

مفاهیم و ابسته: عدد آووگادرو (6.02×10^{23}) عبارت است از تعداد اتم‌های موجود در یک اتم گرم یا تعداد مولکول‌های موجود در یک مولکول گرم از ماده و یا تعداد الکترون‌های موجود در یک مول الکترون.
این ثابت مهم را می‌توان به وسیله‌ی آزمایش الکتروشیمیایی ساده تعیین کرد. برای این منظور، می‌توان جریان مستقیمی را از محلول اسیدی مس (II) سولفات که شامل دو الکتروود مس است، عبور داد. معادله‌ی اکسایش که در آن انجام می‌شود به این صورت است:
رابطه‌ی ۱:



با دانستن کاهش وزن این الکتروود، در مدت زمان معین و شدت جریان ثابت، می‌توان مقدار کولن الکتریسته‌ی لازم برای تولید یک مول الکترون را محاسبه کرد و از تقسیم این مقدار بر بار الکتریکی یک الکترون (کولن 1.6×10^{-19}) عدد آووگادرو را به دست آورد.

رابطه‌ی (۱) نشان می‌دهد که برای تشکیل $\frac{1}{2}$ مول یون‌های Cu^{2+} در محلول $\frac{1}{2}$ اتم گرم مس (31.8 گرم) لازم است و همراه با تشکیل هر $\frac{1}{2}$ مول از یون‌های Cu^{2+} ، یک مول الکترون تولید می‌شود. مقدار الکتریسته‌ای که (برحسب کولن) از محلول عبور می‌کند، برابر است با حاصل ضرب شدت جریان (برحسب آمپر) در مدت زمانی (برحسب ثانیه) که عمل الکترولیز انجام می‌شود. این مقدار کولن الکتریسته، در ازای کاهش وزن الکتروود ایجاد شده است؛ بنابراین، می‌توان مقدار کولن الکتریسته‌ی لازم را برای یک مول الکترون از رابطه‌ی (۲) به دست آورد:

رابطه ی ۲:
$$\frac{\text{مقدار کولن لازم برای یک مول الکترون}}{۳۱/۸} = \frac{\text{شدت جریان} \times \text{مدت زمان}}{\text{کاهش وزن آند}}$$

در نتیجه، عدد آووگادرو، از رابطه ی (۳) به دست خواهد آمد:

رابطه ی ۳:
$$\text{عدد آووگادرو} = \frac{\text{مقدار کولن لازم برای یک مول الکترون}}{\text{بار الکتریکی یک الکترون (کولن)}} = \frac{\text{عدد آووگادرو}}{(۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹})}$$

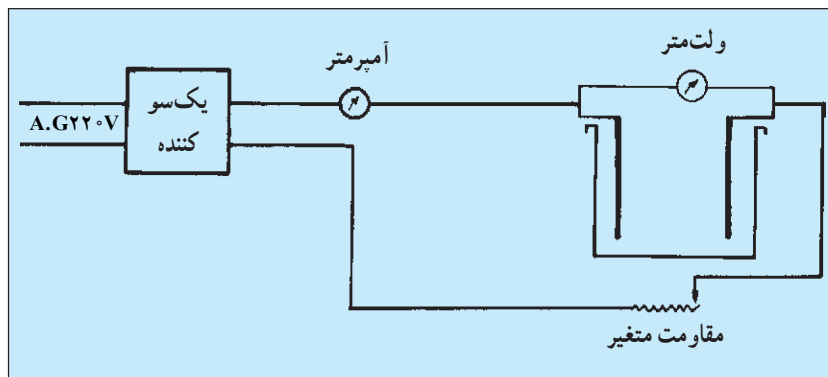
وسایل لازم:

۱. بشر ۲۵ میلی لیتر
۲. یک سوکننده
۳. آمپر متر
۴. ولت متر
۵. مقاومت متغیر

مواد لازم:

۱. مس (II) سولفات
۲. دو میله ی مسی
۳. استون

روش کار: دو میله ی مسی به اندازه ی ارتفاع یک بشر ۲۵ میلی لیتری انتخاب کرده آن ها را به دقت وزن کنید. این دو میله ی مسی را در داخل بشر، مقابل هم قرار دهید. در این بشر ۲۰ میلی لیتر محلول اسیدی مس (II) سولفات بریزید. مطابق شکل، پس از تبدیل جریان برق متناوب، به وسیله ی یک سوکننده به جریان برق مستقیم، ظرف الکترولیز و آمپر متر را به طور سری در مدار قرار دهید. برای متصل کردن میله های مس به لبه ی بشر، از گیره استفاده کنید بعد از کامل شدن مدار از مسئول آزمایشگاه بخواهید که آن را کنترل کند.



مدار را بسته و زمان را یادداشت کنید و به سرعت، شدت جریان را به وسیله‌ی مقاومت متغیر بین $3/5^\circ$ تا $5/5^\circ$ آمپر ثابت نگه‌دارید (چون در مدت انجام آزمایش، شدت جریان تغییر می‌کند، لازم است که در تمام مدت آزمایش، شدت جریان، به وسیله‌ی مقاومت متغیر، ثابت نگه داشته شود). عمل الکترولیز را به مدت ۲۵ دقیقه ادامه دهید. هنگام الکترولیز، به هیچ‌یک از اجزای مدار دست نزنید. بعد از اتمام الکترولیز، جریان برق (220° ولت) متناوب را قطع کنید و الکترودها را از بشر بیرون آورید. الکترودها را با استون شست‌وشو دهید؛ سپس به مدت یک دقیقه روی یک صفحه‌ی کاغذی قرار دهید تا خشک شوند. آن‌گاه آن‌ها را مجدداً وزن کنید.

وزن آند قبل از الکترولیز

وزن آند بعد از الکترولیز

کاهش وزن آند

وزن کاتد قبل از الکترولیز

وزن کاتد بعد از الکترولیز

افزایش وزن کاتد

مدت زمان الکترولیز (برحسب ثانیه)

شدت جریان عبور کرده از محلول (برحسب آمپر)

مقدار کولن الکتربسیته از محلول عبور کرده است.

عدد آووگادرو

پرسش‌ها -

۱. محاسبات لازم برای به دست آوردن مقدار کولن برای یک مول الکترون و عدد آووگادرو را بنویسید.
۲. درصد خطای عدد آووگادرو حاصل از آزمایش را، نسبت به مقدار واقعی آن 1.02×10^{23} تعیین کنید.
۳. واکنش‌هایی را که در کاتد روی می‌دهند بنویسید.
۴. براساس نظری، مقدار کاهش وزن آند، باید با افزایش وزن کاتد یکی باشد، اما عملاً چنین نیست. علت این تفاوت را توضیح دهید.

بررسی قانون بقای ماده

هدف رفتاری: پس از پایان این آزمایش از فراگیر انتظار می‌رود:
- قانون بقای جرم را از طریق آزمایش بررسی کند.

هدف: قانون بقای جرم

هدف: در این آزمایش، وزن کاملاً مشخصی از مس را انتخاب و به‌طور متوالی، ترکیبات مختلفی را از آن تهیه می‌کنیم. یعنی ابتدا مس نترات را تهیه می‌کنیم و سپس آن را به‌وسیله‌ی انجام واکنش‌های شیمیایی، به‌ترتیب به کربنات، کلرید، هیدروکسید، اکسید و مس سولفات تبدیل می‌کنیم و سرانجام با انجام یک واکنش شیمیایی دیگر، همان مقدار مس اولیه را از نو به‌دست می‌آوریم. با اجرای این آزمایش‌ها، می‌توان اولاً با مجموعه‌ای از واکنش‌های شیمیایی آشنا شد و ثانیاً با توزین مس در آخرین مرحله، به صحت قانون بقای جرم پی برد.

وسایل لازم:

۱. بشر یا بالن ۵۰ mL

۲. پی‌پت ۱۰ mL

۳. قیف

۴. هم‌زن و کاردک

۵. بشر ۱۰۰ mL

۶. گرد مس یا سیم مسی، گرد روی، مس نترات جامد

مواد لازم: نیتریک اسید ۶ نرمال، نیتریک اسید ۱ نرمال، سود ۲ نرمال، محلول

سیرشده‌ی سدیم کربنات، هیدروکلریک اسید $\frac{1}{4}$ نرمال، سود ۶ نرمال، سولفوریک اسید ۶ نرمال، سولفوریک اسید رقیق.

۱. تهیه‌ی مس نترات

مقدار کاملاً مشخصی از گرد مس (کم‌تر از ۵/۰ گرم) را داخل بشر بریزید و سپس به آن، حدود ۶ میلی‌لیتر نیتریک اسید ۶ نرمال اضافه کنید (بهتر است آزمایش را زیر هود انجام دهید). برای حل شدن کامل مس در نیتریک اسید، می‌توانید آن را با

شعله‌ی کم گرم کنید. محلول آبی رنگ حاصل، مس نیترات است. برای کسب اطمینان از تشکیل شدن مس نیترات، می‌توانید چند دانه از بلور مس نیترات را در کمی آب حل کنید و رنگ این محلول را با محلول به‌دست آمده از واکنش مس با نیتریک اسید مقایسه کنید. فرمول شیمیایی تأثیر نیتریک اسید بر مس و نوع واکنش آن را بنویسید.

۲. تبدیل مس نیترات به مس کربنات

محلول مس نیترات حاصل را که دارای مقدار نیتریک اسید است در یک ارلن بریزید. چون کربنات به‌وسیله‌ی اسید تجزیه می‌شود، برای جلوگیری از تجزیه‌ی کربنات، لازم است اسید اضافه خنثی شود. برای این منظور، به محلول سرد شده‌ی مس نیترات، قطره‌قطره محلول سود ۲ نرمال اضافه کنید و چنان‌چه رسوبی تشکیل شد، محلول را به آرامی به‌هم بزنید تا رسوب حل شود. اضافه کردن سود را آن‌قدر ادامه دهید تا رسوب کمی که تشکیل می‌شود، دیگر از بین نرود. حال این رسوب کم را با قطره‌قطره اضافه کردن نیتریک اسید ۱ نرمال دوباره حل کنید. توجه نمایید که مجدداً نیتریک اسید اضافی به محلول اضافه نشود. حال قطره‌قطره محلول سیر شده‌ی سدیم کربنات را به محلول موردنظر اضافه کنید و با تکان دادن ارلن، آن را مرتب به‌هم بزنید. اضافه کردن سدیم کربنات را آن‌قدر ادامه دهید تا دیگر رسوبی تشکیل نشود. حال ۱ میلی‌لیتر دیگر سدیم کربنات را به ارلن اضافه کنید و در آن تا نیمه آب بریزید و بگذارید رسوب کاملاً ته‌نشین شود؛ سپس بدون هم‌زدن، یک قطره محلول سدیم کربنات را به محلول روی رسوب اضافه کنید. چنان‌چه رسوبی تشکیل نشد، فعل و انفعال کامل است، اما چنان‌چه محلول روی رسوب، کدر شد ۱ میلی‌لیتر دیگر محلول سدیم کربنات به آن بیفزایید و صبر کنید تا رسوب ته‌نشین شود؛ سپس دوباره آزمایش کنید تا مطمئن شوید که واکنش به‌طور کامل انجام شده است. پس از کامل شدن واکنش، رسوب را مدتی به حال خود بگذارید تا کاملاً ته‌نشین شود؛ آن‌گاه محلول روی رسوب را به آرامی بیرون بریزید و رسوب را برای مرحله‌ی بعد نگه دارید و رنگ رسوب را یادداشت نمایید. فرمول شیمیایی واکنش‌های این مرحله را بنویسید و نوع آن‌ها را مشخص کنید.

۳. تبدیل مس کربنات به مس کلرید

همان‌گونه که گفته شد کربنات‌ها با اسید تجزیه می‌شوند؛ بنابراین، می‌توان مس کربنات را با هیدروکلریک اسید به مس کلرید تبدیل کرد و چون با اضافه کردن اسید، کف زیادی تولید می‌شود؛ پس لازم است مواظب باشید تا محلول سر نرود. با اضافه کردن قطره‌قطره هیدروکلریک اسید $\frac{1}{4}$ نرمال، تمام رسوب را حل کنید؛ سپس تا زمانی که دیگر گاز خارج نشود محلول را به آرامی گرم و رنگ محلول را یادداشت کنید.

فرمول شیمیایی اثر هیدروکلریک اسید بر مس کربنات را بنویسید و نوع واکنش را مشخص نمایید.

۴. تهیه‌ی مس هیدروکسید و مس اکسید

به محلول مس کلرید تهیه شده در قسمت قبل، بعد از سرد کردن همراه با تکان دادن بشر، قطره قطره ۶ میلی لیتر محلول سدیم هیدروکسید ۶ نرمال اضافه کنید و ارلن را با آب مقطر تا نیمه پر نمایید؛ سپس آن را به هم بزنید و صبر کنید تا رسوب ته نشین شود و کامل شدن رسوب را آزمایش نمایید. چنانچه رسوب گیری کامل نبود، به آن چند قطره‌ی دیگر سود اضافه کنید تا رسوب کامل شود. رنگ رسوب مس هیدروکسید را یادداشت نمایید. سپس ظرف محتوای مس هیدروکسید را گرم کنید. برای مدت چند دقیقه آن را بجوشانید و تغییر رنگ را یادداشت نمایید. پس از آن که رنگ رسوب ثابت ماند، صبر کنید تا رسوب ته نشین شود. در صورت امکان محلول زلال روی رسوب را خالی کنید و این عمل را چند بار تکرار نمایید (هر بار بشر را تا نیمه از آب پر کنید).

۵. تبدیل مس سولفات به مقدار اولیه‌ی مس

ظرف محتوای مس اکسید را روی حمام بخار بگذارید و به آن ۸ میلی لیتر سولفوریک اسید ۶ نرمال و ۱۰ میلی لیتر آب اضافه کنید و آنقدر حرارت دهید تا تمام رسوب حل شود. رنگ محلول را یادداشت نمایید؛ سپس به آن حدود ۱ گرم گرد روی یا آلومینیم اضافه کنید و در بشر را با شیشه‌ی ساعت بپوشانید و آن را گاه‌گاهی تکان دهید تا رنگ آبی محلول از بین برود. چنانچه رنگ آبی باقی ماند، به محلول کمی دیگر گرد روی اضافه کنید؛ سپس به اندازه‌ی $\frac{1}{3}$ حجم محلول، سولفوریک اسید رقیق اضافه کنید و آن را به ملایمت گرم کرده تا بجوشد. چنانچه روی در محیط مانده باشد، بدون آن که رسوب مس فلزی هدر رود حل می‌شود. محلول را تا خروج کامل گاز، بجوشانید (باید توجه داشت که محلول خیلی غلیظ نشود زیرا با غلیظ شدن محلول، سولفوریک اسید حاصل، مس فلزی را نیز حل می‌کند).

زمانی که محلول بی‌رنگ شد، چند قطره از آن را در یک لوله‌ی آزمایش بریزید و به آن آمونیاک اضافه کنید و اگر رنگ آبی تولید نشد معلوم می‌شود که تمام یون مس به فلز مس تبدیل شده است. محلول روی رسوب را دور بریزید. یک کاغذ صافی را دقیقاً وزن کرده، رسوب مس فلزی را روی آن صاف کنید و پس از شست و شو، نخست آن را با آب مقطر و سپس با الکل، آن را در اتر (C ۶۰) قرار دهید تا خشک شود. آن گاه آن را وزن کنید. عمل خشک کردن و توزین را تکرار نمایید تا اختلافی بیش از ۱/۰ گرم

در این دو توزین وجود نداشته باشد.

سپس با کم کردن وزن کاغذ صافی، از وزن کاغذ صافی و رسوب، وزن مس خالص را به دست آورید و گزارش کنید.

پرسش‌ها

۱. فرمول‌های شیمیایی تشکیل مس سولفات و مس فلزی و نوع واکنش آن را

بنویسید.

۲. حال با توجه به مقدار مس به دست آمده، وزن هریک از ترکیبات مس را که

تهیه کرده‌اید معلوم کنید و چنانچه فرض کنیم که در هر مرحله، ماده‌ی تهیه شده در حجم ۲۵۰ میلی‌لیتر موجود باشد، در مورد هریک از مواد محلول، غلظت را برحسب گرم بر لیتر محاسبه کنید.

– در دو لوله‌ی آزمایش، به ترتیب در حدود ۵mL از محلول بی‌رنگ پتاسیم یدید

و در حدود ۵mL از محلول بی‌رنگ سرب نیترات بریزید. اکنون این دو لوله‌ی آزمایش را درون بشر قرار دهید و این مجموعه را دقیقاً وزن کنید. اکنون لوله‌های آزمایش را خارج نموده محلول‌ها را داخل بشر بریزید. این دو محلول بر هم اثر می‌کنند و رسوب سرب یدید تشکیل می‌شود. در این حالت، بشر و رسوب موجود در آن را همراه با دو لوله‌ی آزمایش وزن کنید. چنانچه این آزمایش را از نظر وزن کردن و انتخاب ابزار لازم، با دقت انجام داده باشید، وزن بشر و مواد به کار رفته و لوله‌ها قبل و بعد از آزمایش یکسان خواهد بود. این امر نشانگر آن است که وزن موادی که با هم واکنش می‌دهند با وزن موادی که حاصل می‌شوند مساوی است.

پرسش‌ها

۱. معادله‌ی واکنش پتاسیم یدید با سرب نیترات را بنویسید.

۲. ماده‌ی به دست آمده چه رنگی دارد؟

۳. لوله‌ی محتوای ماده‌ی به دست آمده را گرم کنید. آیا این ماده در آب حل

می‌شود؟

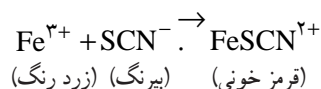
۴. محلول به دست آمده را زیر آب سرد بگیرید. چه مشاهده می‌کنید؟

تبادل شیمیایی

هدف رفتاری: پس از پایان این آزمایش از فراگیر انتظار می‌رود:
 - مقدار ثابت تعادل را در یک واکنش تعادلی به دست آورد.

هدف

آموختید که فعل و انفعالات شیمیایی معمولاً به طور کامل انجام نمی‌شود؛ یعنی، بعد از مدتی حالت تعادل بین اجسام اولیه و محصولات واکنش برقرار می‌شود که آن را «تعادل شیمیایی» می‌نامند. تعادل شیمیایی، به وسیله‌ی ثابت تعادل، مشخص می‌شود. در این آزمایش شما مقدار ثابت تعادل را برای واکنش تعادلی زیر تعیین خواهید کرد:



برای واکنش بالا ثابت تعادلی به این صورت نوشته می‌شود:

$$K_c = \frac{[\text{FeSCN}^{2+}]}{[\text{Fe}^{3+}][\text{SCN}^{-}]}$$

برای تعیین مقدار K_c لازم است که غلظت هریک از یونهای Fe^{3+} ، SCN^{-} و FeSCN^{2+} را پیدا کنید. تعیین غلظت‌ها به روش رنگ‌سنجی (کلری متری) انجام می‌شود. وقتی که به لیوانی پر از یک مایع رنگین مانند چای، از بالا نگاه می‌کنید، درمی‌یابید پررنگ‌تر از وقتی به نظر می‌آید که از اطراف لیوان به آن نگاه می‌کنید. علت این است که رنگ مایع، به غلظت ماده رنگین و عمق محلول بستگی دارد. به طوری که ۲ mL از یک محلول رنگی با غلظت ۱/۱۰ مول در لیتر با ۱ mL، از همان نوع محلول، اما با غلظت ۲/۱۰ مول در لیتر، دارای شدت رنگ یکسان است؛ بنابراین، برای مقایسه‌ی غلظت دو محلول می‌توان عمق آن محلول‌ها را آن قدر نسبت به هم تغییر داد تا شدت رنگ آن‌ها یکسان به نظر برسد. در این صورت، نسبت غلظت آن‌ها، مساوی (برعکس عمق آن دو محلول) خواهد بود. بنابراین، با این روش، نسبت مقدار غلظت‌ها به دست می‌آید. برای تعیین مقدار غلظت محلول‌ها، باید از یک محلول با غلظت استاندارد استفاده شود.

وسایل لازم: لوله‌ی آزمایش تمیز و یک اندازه ۶ عدد، بشر ۵۰ mL، بشر

۱۰۰ mL دو عدد، بورت ۵۰ mL.

مواد لازم: محلول آهن III نترات ۲/۱۰ مولار، محلول پتاسیم تیوسیانات ۲/۱۰۰۰

احتیاط! با توجه به سمی بودن سیانور و ترکیب‌های آن کلیه نکات ایمنی را در این آزمایش رعایت کنید و از تماس مستقیم با مواد خودداری نمایید.

۱. ابتدا لوله‌های آزمایش با قطره‌های یکسان را آماده کنید و آن‌ها را به ترتیب شماره‌گذاری کرده لوله‌ی شماره‌ی ۱ را برای محلول استاندارد در نظر بگیرید.
۲. به وسیله‌ی بورت داخل هر یک از لوله‌های آزمایش به‌طور دقیق ۵mL محلول پتاسیم تیوسیانات (KSCN) ۰/۰۰۲ مولار بریزید.
۳. به لوله‌ی آزمایش شماره‌ی (۱) به‌وسیله‌ی پی‌پت ۵mL محلول فریک نترات ۰/۲ مولار اضافه کنید و آن را در جای محلول مقایسه‌ی استاندارد، جهت تعیین غلظت Fe^{3+} موجود در سایر لوله‌های آزمایش، نگاه دارید.
۴. ۱۰mL از محلول آهن (III) نترات ۰/۲ مولار را در یک بشر ۱۰۰ میلی‌لیتری بریزید؛ سپس به آن ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه کنید. اکنون این محلول نسبت به یون Fe^{3+} ۰/۰۸M است.
۵. از محلول ۰/۰۸ مولار Fe^{3+} که درون بشر است ۵mL محلول با پی‌پت بردارید و درون لوله‌ی آزمایش شماره‌ی (۲) بریزید.
۶. ۱۰mL از محلول ۰/۰۸ مولار Fe^{3+} باقی‌مانده را در یک بشر دیگر بریزید و به آن ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه کنید. حال، محلول درون این بشر، شامل یون Fe^{3+} ۰/۰۳۲ مولار است.
۷. ۵mL از محلول Fe^{3+} ۰/۰۳۲ مولار را به‌وسیله‌ی پی‌پت بردارید و داخل لوله‌ی آزمایش شماره‌ی (۳) بریزید.
۸. به‌همین ترتیب، عمل رقیق کردن را ادامه دهید و هر بار ۵mL از محلول Fe^{3+} رقیق شده تهیه کنید.
۹. اکنون باید غلظت $FeSCN^{2+}$ را در هر یک از لوله‌های آزمایش نسبت به لوله‌ی آزمایش استاندارد، تعیین کنید. برای این کار، یک لوله‌ی آزمایش را کنار لوله‌ی آزمایش استاندارد قرار دهید و اطراف دو لوله را با نوار باریکی از کاغذ بیوشناید؛ سپس از بالای لوله‌های آزمایش به پایین نگاه کنید (بهتر است کاغذ سفیدی روی میز زیر لوله‌های آزمایش قرار دهید). اگر شدت رنگ یکی بود ارتفاع محلول استاندارد را در جدول مربوط یادداشت کنید. اگر شدت رنگ یکسان نبود، مقداری از محلول لوله‌ی آزمایش استاندارد را بردارید و داخل یک بشر تمیز و خشک بریزید (چون ممکن است به آن احتیاج پیدا کنید) تا این که شدت رنگ هر دو لوله‌ی آزمایش یکسان شود، ارتفاع

محلول در دو لوله را مقایسه و در جدول یادداشت کنید. این عمل را برای هر پنج لوله آزمایش انجام دهید.

پرسش‌ها -

- در جدول‌های زیر، نتایج آزمایش را یادداشت کنید.
- برای محاسبه‌ی غلظت‌ها در حال تعادل، فرض کنید که در لوله‌ی آزمایش استاندارد (۱) تمام SCN^- اولیه به FeSCN^{2+} تبدیل شده است. برای سایر لوله‌های آزمایش غلظت FeSCN^{2+} را وقتی که شدت رنگ دو محلول یکسان شد، از روی نسبت ارتفاع محلول مورد آزمایش به محلول استاندارد، حساب کنید. غلظت‌های Fe^{3+} و SCN^- در حالت تعادل را از کم کردن غلظت FeSCN^{2+} تشکیل شده و غلظت‌های اولیه‌ی Fe^{3+} و SCN^- به دست آورید.
- برای هریک از آزمایش‌های ۲ تا ۶ مقدار K را محاسبه کنید و بگویید کدام یک از این مقادیر صحیح‌تر است.

ارتفاع مایع	ارتفاع مایع استاندارد مقایسه شده
	لوله‌ی آزمایش شماره‌ی ۲
	لوله‌ی آزمایش شماره‌ی ۳
	لوله‌ی آزمایش شماره‌ی ۴
	لوله‌ی آزمایش شماره‌ی ۵
	لوله‌ی آزمایش شماره‌ی ۶

غلظت‌ها در حالت تعادل شیمیایی				غلظت‌های اولیه		نتایج:
K	$[\text{SCN}^-]$	$[\text{Fe}^{3+}]$	$[\text{FeSCN}^{2+}]$	$[\text{SCN}^-]$	$[\text{Fe}^{3+}]$	
-	-	-	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۱	لوله‌ی آزمایش ۱
						لوله‌ی آزمایش ۲
						لوله‌ی آزمایش ۳
						لوله‌ی آزمایش ۴
						لوله‌ی آزمایش ۵
						لوله‌ی آزمایش ۶

فصل بیست و یکم

آزمایش تعیین نقطه‌ی ریزش

هدف رفتاری: پس از پایان این آزمایش از فراگیر انتظار می‌رود:
– نقطه‌ی ریزش را تعیین کند.

هدف

در این آزمایش تغییر گرانروی (ویسکوزیته) با دما، مطالعه و بررسی می‌شود. نقطه‌ی ریزش، دمایی است که در آن دما، ماده از حالت نیمه‌جامد به حالت مایع تبدیل می‌شود. بیش‌ترین اهمیت این آزمایش، در مورد مواد روغنی و گریس است. گرانروی روغن‌هایی که برای جلوگیری از اصطکاک و یا خنک کردن، در وسایل و ماشین‌آلات یا اتومبیل‌ها به کار می‌روند، در اثر تغییر دما تغییر محسوسی پیدا می‌کند و این تغییر برای کار این‌گونه ماشین‌آلات بسیار اهمیت دارد. به همین دلیل است که در فصل‌های مختلف سال، نوع روغن مصرفی اتومبیل‌ها تغییر می‌کند.

تعیین نقطه‌ی ریزش گریس با پایه‌ی کلسیم و سدیم

وسایل لازم:

۱. بشر
۲. گرم‌کن مخصوص
۳. میله‌ی فلزی از آلیاژ مخصوص
۴. لوله‌ی آزمایش که در قسمت پایین آن ۲ زائده به سمت داخل داشته باشد.
۵. دماسنج جیوه‌ای، ۲ عدد
۶. ظرف نمونه‌ی مخصوص
۷. چوب‌پنبه

مواد لازم:

۱. روغن (متیل فنیل سیلیکون) که در دماهای بالا، مقاوم باشد
 ۲. گریس با پایه‌ی کلسیم و سدیم.
- ابتدا بشر حاوی روغن را به‌عنوان حمام روغن، روی گرم‌کن مخصوص قرار

دهید؛ به طوری که دارای لرزش نباشد، نمونه‌ی مورد آزمایش را (گریس با پایه‌ی کلسیم) درون ظرف مخصوص نمونه بریزید و اضافی آن را با یک قاشقک از سر و ته ظرف بردارید. سپس میله‌ی فلزی را در داخل ظرف نمونه، در جهت لبه‌ی ظرف، طوری حرکت دهید که در وسط، فضای خالی مخروطی شکل به وجود آید. ظرف نمونه را داخل لوله‌ی آزمایش مورد نظر به گونه‌ای قرار دهید که بین زایده‌های لوله‌ی آزمایش چفت شود. دماسنج را به طوری که با نمونه‌ی مورد آزمایش تماس پیدا نکند، در وسط فضای خالی مخروطی شکل قرار دهید و لوله‌ی آزمایش حاوی ظرف نمونه و دماسنج را در داخل حمام روغن قرار دهید؛ به طوری که سطح آن ۵ میلی‌متر بالاتر از سطح روغن واقع شود.

دماسنج دیگر را درون حمام روغن قرار دهید به گونه‌ای که با دماسنج داخل نمونه، تقریباً در یک سطح قرار گیرد. در حالی که موتور هم‌زن روشن است، گرم‌کن را روشن کنید و آن را طوری تنظیم کنید که روغن مخصوص در هر دقیقه ۵ تا ۷/۵ درجه سلسیوس گرم شود. این عمل را تا حدود ۲۰ درجه زیر نقطه‌ی ریزش احتمالی نمونه‌ی مورد آزمایش، ادامه دهید. در این هنگام، درجه‌ی گرم‌کن را کم کنید؛ به طوری که اختلاف بین درجه‌ی دو دماسنج، حدود ۲/۵ درجه سلسیوس و بالا رفتن درجه‌ی حمام روغن حدود ۳ درجه در دقیقه باشد. حال، بالا رفتن دمای حمام روغن را به گونه‌ای تنظیم کنید که در هر دقیقه حدود ۱ تا ۲ درجه اضافه شود و اختلاف بین دو دماسنج به ۱ تا ۲ درجه برسد. هنگامی که ریزش نمونه در خارج از ظرف آغاز شود یا نمونه‌ی مایع شده به ته لوله‌ی آزمایش برسد دو دماسنج را در نظر بگیرید و دمایی را که نشان می‌دهند، یادداشت کنید. میانگین این دو دما «نقطه‌ی ریزش نمونه» است. آزمایش را یک بار دیگر تکرار کنید و از دماهای تعیین شده میانگین بگیرید. این کار را می‌توانید با چند نمونه از گریس با پایه‌های مختلف دیگر انجام دهید و اعداد را در جدولی مانند این جدول یادداشت و با نمونه‌های دیگر مقایسه کنید:

نام ماده	نقطه‌ی ریزش

پرسش‌ها

۱. علت استفاده از روغن مخصوص برای کاربردهای ویژه چیست؟
۲. به نظر شما در تابستان از چه نوع روغنی باید استفاده کرد؟ چرا؟
۳. تعیین نقطه‌ی ریزش، از نظر کاربرد، چه اهمیتی دارد؟

منابع

۱. شیمی نفت، روش‌های تصفیه و فرآورده‌های پالایشگاه، مرتضی خسروی فتح‌آبادی؛ انتشارات دانشگاه تهران.
۲. جزوات آزمایشگاه شیمی آلی، دکتر تربوگوسیان، گریگور؛ انتشارات دانشگاه صنعتی شریف.
۳. جزوات آزمایشگاهی دانشکده‌ی فنی تهران؛ مهندس برقی.
۴. کتاب آزمایش‌های شیمی (۱)، دکتر منصور عابدینی، مرتضی خلخالی، دکتر علی سیدی اصفهانی...، سال اول نظام جدید آموزش متوسطه، ۱۳۷۳.
۵. کتاب آزمایشگاه شیمی، محمدهادی صناعی، سال دوم هنرستان صنایع شیمیایی.
۶. کتاب آزمایشگاه شیمی آلی، مرتضی نیکدست، سال سوم هنرستان صنایع شیمیایی.
۷. شیمی عمومی، جلد اول و دوم، چارلز مورتیمر؛ ترجمه‌ی دکتر منصور عابدینی.
۸. دستنامه‌ی شیمی عمومی ۲.
۹. شیمی عمومی، ویژه‌ی دانشجویان رشته‌ی فنی صنایع شیمیایی مرکز آموزش عالی فنی انقلاب اسلامی.
۱۰. آزمایشگاه شیمی عمومی (۱)؛ محمود محراب‌زاده.
۱۱. آزمایشگاه شیمی عمومی برای سال اول؛ محمدتقی کوثرنشان.
۱۲. شیمی عمومی، محمدتقی کوثرنشان.
13. Introduction to Chemical principles a laboratory approach by Susan. a. Weiner.
EDWARD. I. PETERS, 1974
14. Experimental Chemi. SAHPHEDPON. MICHELLG. SINKO.ROBERT A.
PLANTLINE. PLNLP.STANLEYT. MARCUF.
15. Elementry Chemical Engineering Maxpeters.

