



.....  
: سرشناسه  
عنوان و پدیدار آور :  
مشخصات نشر : تهران: دعوت،  
.۱۳۸۷  
مشخصات ظاهري :  
شابك :  
وضعیت فهرستنویسی : فیپا .  
موضوع :  
موضوع :  
: شناسه افزوده  
: رده بندی کنگره  
: رده بندی دیویی  
: شماره کتابخانه ملی  
.....

.....

# آزمایش‌های جذاب شیمی

جواد صفری

(عضو هیأت علمی دانشگاه کاشان)

زهرة زرنگار، فرزانه قانونی

کاریکاتور: امیرحسین بابایی، حمیده بابایی





آزمایش‌های جذاب شیمی

جواد صفری

زهره زرنگار- فرزانه قانونی

صفحه آرایی: معصومه شجاعی  
ویراستار: مهندس زهره زرنگار  
ناظر چاپ: محمدعلی حیدری  
چاپ و صحافی: الهادی  
چاپ اول: ۱۳۸۷  
شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه  
قیمت: ۳۵۰۰ تومان

شابك: ۸-۲۷-۲۹۰۹-۹۶۴-۹۷۸

© حقوق چاپ و نشر محفوظ است

نشر دعوت؛ تهران ۸۸۳۳۴۰۹۴ کاشان ۴۴۵۵۸۰۳ همراه  
۰۹۱۳۲۷۶۳۶۶۸

[www.davatpub.com](http://www.davatpub.com) Email: [info@davatpub.com](mailto:info@davatpub.com)

### فهرست

۱۲	پیش‌گفتار
۱۳	مقدمه
۱۵	آزمایش ۱: سلام آتشین
۱۶	آزمایش ۲: شعله‌های چوب خاموش
۱۷	آزمایش ۳: شعله‌های حیرت‌انگیز
۱۷	الف) شعله‌ای در کف دست
۱۷	ب) عصای آتش‌زای سحرآمیز
۱۹	آزمایش ۴: آتش سرد
۱۹	الف) اسکناسی که نمی‌سوزد
۱۹	ب) خرماي مشتعل
۲۰	ج) برداشتن آتش با دست
۲۱	آزمایش ۵: نورانی شدن دست‌ها و صورت
۲۱	آزمایش ۶: آب شعله آفرین
۲۲	آزمایش ۷: تصویری که قرمز می‌شود
۲۳	آزمایش ۸: جوهر نامریی
۲۴	آزمایش ۹: بی‌رنگی گل سرخ
۲۵	آزمایش ۱۰: فواره‌ی سحرآمیز
۲۸	آزمایش ۱۱: کف رنگی
۲۹	آزمایش ۱۲: کربن‌دی‌اکسید عامل حرکت
۲۹	الف) نفتالین خردمند
۲۹	ب) رقص ماکارونی
۳۰	ج) توپ شیمیایی
۳۱	آزمایش ۱۳: تخم مرغ جادویی

## ۶ ■ آزمایش‌های جذاب شیمی

- ۳۳ آزمایش ۱۴: قطره‌چکان غواص
- ۳۳ آزمایش ۱۵: تفاوت بین نوشیدنی‌های طبیعی و رژیمی
- ۳۵ آزمایش ۱۶: فعالیت فلزهای قلیایی
- ۳۵ الف) روشن کردن کبریت با یخ
- ۳۵ ب) خشک و تر با هم می‌سوزد
- ۳۶ ج) آتش و آب
- ۳۷ آزمایش ۱۷: شمع‌های روشن بدون شعله
- ۳۷ الف) آب به جای کبریت
- ۳۷ ب) شمع در شمع‌دان خود به خود روشن می‌شود
- ۳۸ آزمایش ۱۸: با میله‌ی شیشه‌ای شمع روشن می‌شود
- ۳۹ آزمایش ۱۹: شوخی با دود سیگار
- ۴۰ آزمایش ۲۰: آتش در آب
- ۴۰ آزمایش ۲۱: نقاشی با آتش
- ۴۱ آزمایش ۲۲: شعله‌ی بدون دود
- ۴۲ آزمایش ۲۳: پفی از دود
- ۴۲ آزمایش ۲۴: اکسید شدن کاتالیزوری
- ۴۲ الف) کرم شب‌تاب
- ۴۳ ب) مس فروخته
- ۴۴ آزمایش ۲۵: کوه آتشفشان
- ۴۴ الف) آتشفشان خمیری
- ۴۵ ب) آتشفشان شیمیایی
- ۴۷ ج) آتشفشان خوداشتعال
- ۴۸ آزمایش ۲۶: تجزیه شدن کاتالیزوری آب‌اکسیژنه
- ۴۸ الف) خمیر دندان فیل
- ۵۰ ب) خون کاتالیزگر آب‌اکسیژنه
- ۵۰ ج) دود رنگی
- ۵۲ آزمایش ۲۷: جادوی رنگ‌ها

۵۳	آزمایش ۲۸: اکسید و احیا آبی متیلن
۵۳	الف) از آبی تا بی‌رنگی
۵۴	ب) محلول درخشان
۵۵	آزمایش ۲۹: تغییر رنگ
۵۵	الف) پوستره‌های خوش‌آمدگو
۵۶	ب) تغییر رنگ پارچه
۵۷	آزمایش ۳۰: نوشته‌ی سحرآمیز
۵۸	آزمایش ۳۱: تصویرهای زیبا و عجیب
۵۹	آزمایش ۳۲: قرمز، سفید، آبی
۶۰	آزمایش ۳۳: زنگ‌زدن
۶۱	آزمایش ۳۴: احیا زنگ آهن
۶۲	آزمایش ۳۵: پیل الکتروشیمیایی
۶۳	آزمایش ۳۶: تمیز کردن نقره
۶۴	آزمایش ۳۷: روشن شدن لامپ با نارنج
۶۴	الف) الکترولیز نارنج
۶۴	ب) پیل نارنج
۶۴	آزمایش ۳۸: پیل انسانی
۶۶	آزمایش ۳۹: احیا و اکسید مس در حضور روی
۶۶	الف) مس در حضور روی احیا می‌شود
۶۶	ب) مس در حضور روی اکسید می‌شود
۶۸	آزمایش ۴۰: بلورهای خزه‌ای
۶۸	آزمایش ۴۱: تحقق رویای کیمیاگران
۷۰	آزمایش ۴۲: هر که بامش بیش، برفش...
۷۱	آزمایش ۴۳: کشش سطحی و پیوند هیدروژنی آب
۷۱	الف) نگه‌داشتن سوزن یا تیغ روی آب
۷۱	ب) لمس سحرآمیز
۷۲	ج) استعداد آب در خوردن سکه

۷۲	(د) قایق صابونی
۷۲	(ه) رنگ کردن با آب
۷۳	(ی) جریان‌های دارای جاذبه
۷۴	آزمایش ۴۴: شعله‌ی آبی
۷۴	آزمایش ۴۵: آتش سبز خودبه‌خودی
۷۵	آزمایش ۴۶: آتش سرخ خودبه‌خودی
۷۶	آزمایش ۴۷: سوختن قند
۷۶	(الف) شعله‌ور شدن قند
۷۶	(ب) موز سیاه
۷۷	آزمایش ۴۸: شیمی آتش‌بازی
۷۸	آزمایش ۴۹: شعله‌های رنگی
۸۰	آزمایش ۵۰: تست شعله
۸۲	آزمایش ۵۱: ساخت فشفشه
۸۳	آزمایش ۵۲: ستاره‌های سحرآمیز
۸۴	آزمایش ۵۳: اکسایش لومینول
۸۴	(الف) نور سرد
۸۶	(ب) تشخیص خون
۸۷	آزمایش ۵۴: فسفرسانس
۸۸	آزمایش ۵۵: نرم شدن استخوان
۸۹	آزمایش ۵۶: قیافه‌ها عوض می‌شود
۸۹	(الف) چهره‌های ترسناک
۸۹	(ب) تغییر رنگ صورت اشخاص
۹۱	آزمایش ۵۷: درخت پرتقالی‌رنگ
۹۲	آزمایش ۵۸: گردباد نارنجی
۹۳	آزمایش ۵۹: برف شیمیایی
۹۳	(الف) کولاک برف شیمیایی
۹۳	(ب) درخت کریسمس



- ۹۴ آزمایش ۶۰: باغ شیمیایی
- ۹۵ آزمایش ۶۱: تبدیل شربت آب‌لیمو به آلبالو و برعکس
- ۹۷ آزمایش ۶۲: جادوی آب در شیمی
- ۹۸ آزمایش ۶۳: آب سحرآمیز
- ۹۹ آزمایش ۶۴: قرمز، سفید، آبی
- ۹۹ آزمایش ۶۵: تبدیل شربت به آب و آب به شیر
- ۱۰۱ آزمایش ۶۶: شربت یک‌طرفه
- ۱۰۲ آزمایش ۶۷: تبدیل آب به نوشابه و قهوه
- ۱۰۲ آزمایش ۶۸: تبدیل آب به نوشابه و برعکس
- ۱۰۳ آزمایش ۶۹: تبدیل آب به شیر و برعکس
- ۱۰۴ آزمایش ۷۰: تبدیل شیر به نوشابه
- ۱۰۴ آزمایش ۷۱: ستون رنگارنگ
- ۱۰۵ آزمایش ۷۲: رنگی بالاتر از سیاهی
- ۱۰۶ آزمایش ۷۳: کلم قرمز، شناساگر اسید و باز
- ۱۰۸ آزمایش ۷۴: کشف اسید و باز با کلم قرمز
- ۱۰۹ آزمایش ۷۵: خواهی نشوی رسوا هم‌رنگ جماعت شو
- ۱۰۹ الف) پایین نرفتن آب از غربال
- ۱۱۰ ب) ناپدید شدن بشر
- ۱۱۲ آزمایش ۷۶: ساعت طلایی سنتزی
- ۱۱۳ آزمایش ۷۷: ساعت یدی
- ۱۱۴ آزمایش ۷۸: تخم مرغ در بطری
- ۱۱۶ آزمایش ۷۹: تخم مرغی از جنس نقره
- ۱۱۷ آزمایش ۸۰: انرژی گرمای دست
- ۱۱۷ آزمایش ۸۱: دماسنج گازی گالیه
- ۱۱۹ آزمایش ۸۲: تولید هیدروژن با چنته
- ۱۲۰ آزمایش ۸۳: بادکنک‌های هیدروژن
- ۱۲۱ آزمایش ۸۴: ازدهای فرعون

۱۰ ◉ آزمایش‌های جذاب شیمی

۱۲۲	آزمایش ۸۵: نوشته‌ی نامریی
۱۲۲	الف) مرکب مخفی
۱۲۲	ب) نوشته‌ی اسرارآمیز
۱۲۳	آزمایش ۸۶: لیوان‌های پر آب وارونه
۱۲۴	آزمایش ۸۷: برج رنگین
۱۲۵	آزمایش ۸۸: عبور سیخ از بادکنک
۱۲۶	آزمایش ۸۹: تغییر شکل چسب
۱۲۷	آزمایش ۹۰: آب‌دوستی یا آب‌گریزی
۱۲۸	آزمایش ۹۱: لاستیک مصنوعی
۱۲۹	آزمایش ۹۲: از کاغذ باطله، ابریشم تهیه کنیم
۱۳۰	آزمایش ۹۳: طناب نایلونی
۱۳۱	آزمایش ۹۴: بلورهای یخ در دمای محیط
۱۳۲	آزمایش ۹۵: یخ در آتش
۱۳۳	آزمایش ۹۶: نفس سرد
۱۳۴	آزمایش ۹۷: دمای زیر صفر
۱۳۵	آزمایش ۹۸: نیتروژن مایع
۱۳۵	الف) دمای جوش
۱۳۵	ب) بادکنک
۱۳۶	ج) گل
۱۳۶	د) میوه‌ها
۱۳۷	ه) بادکنک حاوی کربن‌دی‌اکسید
۱۳۸	آزمایش ۹۹: ماسک ضد گاز
۱۳۹	آزمایش ۱۰۰: چراغ راهنمایی (I)
۱۴۰	آزمایش ۱۰۱: چراغ راهنمایی (II)
۱۴۱	آزمایش ۱۰۲: کبریت در میان شعله‌ها نمی‌سوزد
۱۴۲	آزمایش ۱۰۳: پنبه‌ی تفنگی
۱۴۴	آزمایش ۱۰۴: خوردن شمع

آزمایش‌های جذاب شیمی □ ۱۱

۱۴۵	آزمایش ۱۰۵: خاصیت اسیدها
۱۴۵	الف) مقایسه‌ی قدرت اسیدی اسیدها
۱۴۵	ب) بازدم اسیدها
۱۴۶	آزمایش ۱۰۶: عطر و رنگ چای
۱۴۷	آزمایش ۱۰۷: ستون‌های جوشان
۱۴۸	آزمایش ۱۰۸: CO <sub>2</sub> هم می‌سوزاند
۱۴۹	آزمایش ۱۰۹: نقشی در میان ماسه‌ها
۱۵۰	آزمایش ۱۱۰: مبادله‌ی کار و انرژی در سرنگ
۱۵۱	فهرست منابع

### پیش‌گفتار

ابتکار ارثی نیست، بلکه نظمی است که می‌توان آن را یاد گرفت.  
«نیلز»

شیمی علم تجربی است و به عنوان یکی از علوم پایه، از دیرباز تا کنون سیر تکاملی خود را بی‌وقفه طی می‌کند. یکی از ویژگی‌های این علم، فعالیت‌های عملی و آزمایشگاهی است که می‌تواند مبانی نظری علم شیمی را از قالب جمله و کلام، به مرحله‌ی درک و اثبات سوق دهد.

این کتاب مجموعه‌ای از نمایش‌ها و شگفتی‌های علم شیمی می‌باشد که به صورت ۱۱۰ آزمایش ساده و جذاب گردآوری شده است. از ویژگی مهم این آزمایش‌ها، استفاده از مواد و لوازم ساده‌ی آزمایشگاهی و بیان علت هر واکنش به زبانی گویا و ساده است.

به همراه آزمایش‌ها، کاریکاتورهایی آموزنده که مباحث شیمی را از دیدگاه نظری و عملی بیان می‌کند، آورده شده است. به آن امید که بتواند ذهن خلاق و پویای هر علاقه‌مندی را در مسیر کنجکاوی، درک و زیبایی این علم قرار دهد.

درنهایت شایسته است از همه‌ی عزیزانی که در این مسیر علمی، هم‌گامی دلسوز و پرتلاش بودند، صمیمانه تشکر و قدردانی نمایم. از معاونت پژوهشی و فن‌آوری دانشگاه کاشان که در چاپ این کتاب هم‌یاری و مساعدت لازم را نمودند، سپاسگزاری می‌نمایم.

**جواد صفری**

(عضو هیأت علمی دانشگاه کاشان)

## مقدمه

شیمی دانشی مبتنی بر تجربه و آزمایش است. اگر از بعد محتوایی، دانش شیمی مشتمل بر مجموعه‌ای از مفاهیم و دانسته‌هاست، از بعد روشی، آزمایش‌ها و تجربه‌های عملی، اساس و پایه‌ی مفاهیم شیمی را تشکیل می‌دهند؛ به طوری که ابطال فرضیه‌های علمی قبلی و مطرح شدن حدس‌های تازه، در سایه‌ی اجرای آزمون‌های تجربی انجام‌پذیر است. بنابراین شاید بتوان گفت که مناسب‌ترین روش در آموزش شیمی، روشی است که بعد تجربی و آزمایشگاهی آن در نظر گرفته شود و فرایند یاددهی - یادگیری مفاهیم شیمی، با اجرای آزمایش‌های مرتبط با آن‌ها همراه شود. افزون بر این، آموزش شیمی با مشاهده و تجربه، حس کنجکاوی را برای یادگیری بیش‌تر در فراگیر ایجاد می‌کند و دیدگاه‌ها و نگرش‌های ملموس‌تری از علم شیمی را فراهم می‌آورد. در ضمن، آشنا نمودن فراگیر با فنون عملی، سبب ایجاد خلاقیت‌ها و مهارت‌های عملی در او می‌شود.

شیمی چون خوراکی است که بدون چاشنی آزمایش دلچسب نیست. صدای یک انفجار کوچک، دیدن رنگ‌های زیبا و درخشان هر کسی را به هیجان می‌آورد؛ این شور و اشتیاق می‌تواند زمینه‌ی کنجکاوی فراگیران را مهیا کند.

شاید در بین درس‌های دبیرستان، ضرورت آموختن شیمی برای دانش‌آموزان، هرگز احساس نمی‌شود. آن‌ها زبان خارجی را می‌آموزند، به فارسی به خاطر زبان مادری عشق می‌ورزند، کاربرد مباحث ریاضی و فیزیک را در زندگی روزمره مشاهده می‌کنند، اما نمی‌دانند شیمی را برای چه می‌خوانند. ایجاد انگیزه و اشتیاق در فراگرفتن این درس به

دبیران شیمی کمک می‌کند تا فراگیران، ضرورت آموختن این علم را احساس کنند. آزمایش‌های جذاب شیمی می‌تواند نقش مهمی در مسیر پیشرفت آموزش شیمی داشته باشد.

به قول انیشتین «نکته‌ی مهم این است که همیشه دست از پرسش نکشیم. کنجکاوی همیشه موجب شور و هیجان است. انسان هنگامی که به رازهای ابدیت، زندگی و ساختار شگفت‌انگیز واقعیت می‌اندیشد، بی‌اختیار دچار هراس و حیرت می‌شود؛ کافی است که انسان بکوشد تا هر روز اندکی از این اسرار را دریابد.»

آزمایش‌های جذاب شیمی، شاید شروعی برای انگیزه‌ی آموختن این درس و شاید انگیزه‌ای برای گام نهادن در این مسیر علمی باشد.

### آزمایش ۱: سلام آتشین

یکی از شگفتی‌های آزمایش‌های شیمیایی، اتفاق‌های غیرقابل پیش‌بینی و عجیب و غریب است که انسان، اغلب با ایجاد رنگ‌های زیبا و صداهای جالب، از دیدن آن‌ها هیجان زده می‌شود. شما نیز با یک سلام آتشین دنیایی از هیجان را به دوستانتان هدیه دهید.

روی میز، یک صفحه‌ی کاغذ قرار دارد، آن را در دست خود بگیرید، در حالی که فندکی را در دست دیگر خود دارید، به تماشاچیان تعظیم کنید و فندک روشن را به کنار کاغذ بزنید. ناگهان کلمه‌ی سلام به خط درشت روی کاغذ ظاهر می‌گردد؛ در حالی که این نوشته شعله می‌کشد و تماشاچیان را غرق در شگفتی می‌سازد.

**مواد و سایل لازم:** ۱۰ گرم پتاسیم‌نیترات که در ۲۵ سانتی‌متر مکعب آب حل کرده‌اید، قلم موی نقاشی کوچک، کاغذ ضخیمی که کمی قابلیت نفوذ داشته باشد.

**شرح آزمایش:** قلم‌موی کوچک نقاشی را در محلول غلیظ پتاسیم‌نیترات ( $KNO_3$ ) فرو ببرید و کلمه‌ی سلام را بر روی کاغذ ضخیمی بنویسید؛ به طوری که تمام حروف این کلمه به هم متصل باشد. پس از خشک شدن، دوباره همین کلمه را روی آن، بنویسید تا ضخامت کلمه به حد کافی باشد. به محض تماس فندک روشن یا کبریت این کلمه می‌سوزد.

پتاسیم‌نیترات با گرفتن انرژی اکسید می‌شود و یک واکنش گرماده به وقوع می‌پیوندد. این ماده در اثر اکسید شدن، نور و روشنایی تولید می‌کند.

## آزمایش ۲: شعله‌های چوب خاموش

یک‌سوم لوله‌ی آزمایشی را با پودر سفید رنگ پتاسیم کلرات ( $KClO_3$ ) یا پتاسیم‌نیترات ( $KNO_3$ ) پر کنید و آن را حرارت دهید تا ذوب شود. چوب نازک و خاموشی را در مایع مذاب لوله‌ی آزمایش بیندازید، به شعله‌های آتش و دود این واکنش دقت کنید.

مواد و وسایل لازم: پتاسیم کلرات، لوله‌ی آزمایش، خرده‌های چوب.

شرح آزمایش: پودر پتاسیم کلرات در اثر گرما تجزیه می‌شود و گاز اکسیژن را آزاد می‌کند. اکسیژن تولید شده در این درجه حرارت، چوب را آتش می‌زند. مواظب باشید مایع مذاب به خارج لوله پرتاب نشود؛ بنابراین در هنگام آزمایش، لوله را از صورت خود دور نگه دارید.





### آزمایش ۳: شعله‌های حیرت‌انگیز

#### الف) شعله‌ای در کف دست

در حضور تماشاچیان، مایعی را در گودی دستتان می‌ریزید و چند لحظه بعد شعله‌های آتش زبانه می‌کشد؛ بدون این‌که دست شما احساس گرمای غیر قابل تحملی بکند.

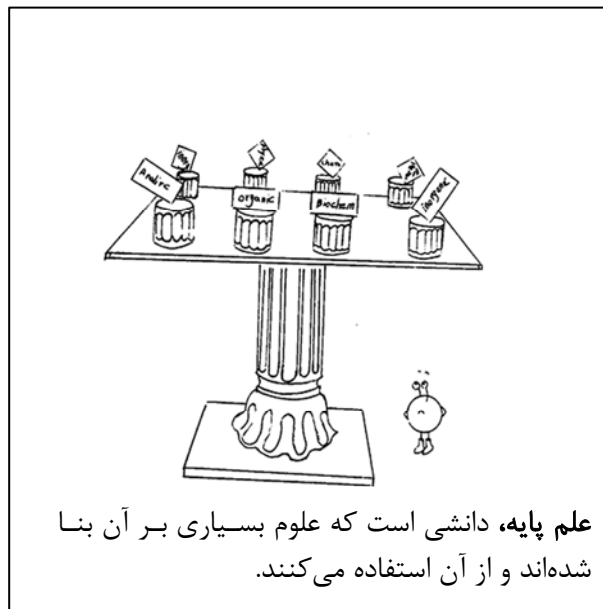
مواد لازم: ۱۲ میلی‌لیتر کربن‌دی‌سولفید، ۸ میلی‌لیتر کربن‌تتراکلرید.

شرح آزمایش: کربن‌دی‌سولفید ( $CS_2$ ) و کربن‌تتراکلرید ( $CCl_4$ ) را در یک ظرف بریزید و خوب مخلوط نمایید (در ظرف را فوراً ببندید). سپس بدون این‌که کسی متوجه شود، دستتان را گرم کنید (با یک بخاری نیم‌گرم یا آجری که روی اجاق برقی قرار دارد). مقداری از این مخلوط را در گودی دست بریزید. در مدتی خیلی کوتاه، مایع شروع به شعله کشیدن می‌کند؛ شعله‌ای که دست شما را نمی‌سوزاند. تبخیر سریع حلال و دمای اشتعال پایین حلال‌ها، دست شما را سرد نگه می‌دارد. محلول آزمایش را تازه به تازه تهیه کنید، چون با گذشت زمان کربن‌تتراکلرید بخار می‌شود و دست را می‌سوزاند.

#### ب) عصای آتش‌زای سحرآمیز

شیشه‌ی ساعتی را که محتوی مایعی می‌باشد، در روی میز قرار دهید و لوله‌ی شیشه‌ای به طول یک متر را از سمت بالا به طرف شیشه‌ی ساعت پایین بیاورید. مایع درون شیشه‌ی ساعت شعله‌ور می‌شود. برای جذابیت بیشتر، کبریتی را برای چند ثانیه در شعله‌ی آن نگه دارید، کبریت روشن نمی‌شود!

**شرح آزمایش:** شیشه‌ی ساعت محتوی کربن‌دی‌سولفید ( $CS_2$ ) می‌باشد که دارای نقطه‌ی اشتعال تقریباً پایینی است. لوله‌ی شیشه‌ای را قبل از انجام آزمایش حرارت دهید (مثلاً با گرم‌کن برقی)، تا با نزدیک کردن آن به شیشه‌ی ساعت، مایع درونش آتش گرفته و بسوزد. این حرارت هرگز برای روشن کردن کبریت کافی نمی‌باشد. بخارهای کربن‌دی‌سولفید بوی شدید و نامطبوعی دارد؛ پس شعله را خاموش کنید. برای جلوگیری از بوی ناخوشایند این ماده، می‌توان از مخلوط کربن‌دی‌سولفید و کربن‌تتراکلرید ( $CCl_4$ ) به نسبت شش به چهار استفاده کرد (شعله‌ی حاصل از آن به خوبی دیده نمی‌شود).



## آزمایش ۴: آتش سرد

### الف) اسکناسی که نمی‌سوزد

اسکناسی را از دوستان قرض بگیرید (برای جذابیت بیش‌تر نمایش) و در داخل لیوانی که مایع بی‌رنگ در آن می‌باشد، قرار دهید. اسکناس را بیرون بیاورید و آن را آتش بزنید، شعله‌های آتش دیده می‌شود، ولی اسکناس نمی‌سوزد. آتش را خاموش کنید و از دیگران بخواهید اسکناس را لمس کنند و اقرار کنند که اسکناس داغ نیست!

مواد و وسایل لازم: استن، آب، لیوان، اسکناس.

شرح آزمایش: مایع داخل لیوان، مخلوط آب و استن ۵۰٪ می‌باشد. استن مانند الکل‌ها قابل اشتعال است و در دمای پایین شروع به سوختن می‌کند؛ اما اسکناس به آب نیز آغشته می‌باشد و دمای سوختن این شعله، برای سوزاندن اسکناس کافی نیست، بنابراین اسکناس نخواهد سوخت. شما می‌توانید این کار را با مخلوط اتانول و آب نیز انجام دهید.

### ب) خرمای مشتعل

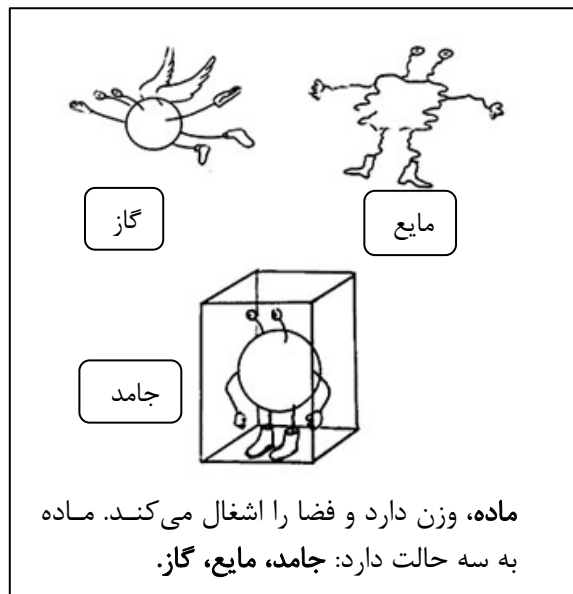
خرمایی را با چنگال برداشته، با شعله‌ی کبریت آتش بزنید تا چند لحظه‌ای بسوزد. خرمای مشتعل را فوت کرده و بخورید؛ چند خرما به همین ترتیب نوش جان کنید تا تماشاگران شگفت‌زده شوند که چرا دهان شما نمی‌سوزد.

مواد و وسایل لازم: خرما، اتانول، چنگال، کبریت.

شرح آزمایش: مقدار کمی اتانول روی خرما بریزید و آن را آتش بزنید. الکل در دمای پایین می‌سوزد و حرارتش جذب خرما می‌شود و شخص هنگام خوردن، احساس گرمای شدید و غیر قابل تحملی را نمی‌کند.

### ج) برداشتن آتش با دست

مقداری استن خالص را در شیشه‌ی ساعت بریزید، آن را آتش بزنید و شعله‌ور کنید. با دست آتش را بردارید، مطمئن باشید دست شما نمی‌سوزد. همان طور که در قسمت (الف) توضیح داده شد، استن درجه‌ی اشتعال پایینی دارد و آسیبی به پوست دست نمی‌رساند.



### آزمایش ۵: نورانی شدن دست‌ها و صورت

گاهی در سالن‌های مربوط به نمایش‌های تردستی، انسانی روی صحنه‌ای نیمه تاریک ظاهر می‌شود که صورت و دست‌های او به آرامی شعله می‌کشد؛ در حالی که دهان و چشم‌های او تاریک و سیاه است.

مواد و وسایل لازم: فسفر، روغن زیتون، اسفنج.

شرح آزمایش: ۱ گرم فسفر را در ۶ گرم روغن زیتون حل نمایید و آن را به آرامی در بن‌ماری گرم کنید. این مایع را با یک تکه اسفنج به دست‌ها و صورت بمالید و نورانی شدن آن‌ها را مشاهده کنید. وقتی فسفر در روغن حل می‌شود، به تدریج به صورت بلور درمی‌آید و درخشش این بلورها، باعث روشنی زیاد در اعضای بدن می‌شود.

### آزمایش ۶: آب شعله آفرین

مقداری از مایع مورد نظر را داخل لیوان بریزید، مقداری از آب آن را نوشیده، به سرعت روی میزی که در نزدیکی شما قرار دارد، بیرون بریزید. شعله‌های آتش به ارتفاع ۲۰-۱۵ سانتی‌متر چشم هر بیننده‌ای را خیره خواهد کرد.

مواد و وسایل لازم: چند گرم انیدرید کرومیک، صفحه‌ی نسوز، اتانول.

شرح آزمایش: صفحه‌ی مسطح نسوزی را روی میز قرار داده، مقداری بلور انیدرید کرومیک خشک و قرمز را روی آن بگذارید. انیدرید کرومیک قدرت اکسیدکنندگی زیادی دارد و به سرعت با اتانول (که به تماشایان به عنوان آب معرفی کرده‌اید) ترکیب می‌شود. حرارت تولید شده از این واکنش، باعث آتش گرفتن سریع الکل می‌شود.

### آزمایش ۷: تصویری که قرمز می‌شود

به دوستانتان بگویید: آیا می‌توانند بدون استفاده از رنگ، یک عکس را قرمز سازند و بلافاصله آن را به حالت معمولی دریاورند؟ یقین بدانید کسی قادر به انجام این کار نخواهد بود. ولی شما می‌توانید دیگران را شگفت‌زده کنید.

مواد لازم: فنل فتالین، آمونیاک.

شرح آزمایش: تصویری را که از قبل تهیه کرده و صورت آن را با فنل فتالین پوشانده‌اید، از جیب‌تان بیرون بیاورید. این مایع که به صورت تصویر مالیده شده، ابتدا رنگی ندارد؛ ولی اگر شما انگشتتان را در آمونیاک خیس کنید (قبلاً این کار را انجام دهید) و جلو تصویر بگیرید، صورت آن قرمز کم‌رنگ می‌شود. اگر انگشتتان را کنار بکشید، رنگ صورت دوباره معمولی می‌شود.

فنل فتالین یکی از شناساگرهای معروف آزمایشگاهی است که در محیط خنثی و اسیدی بی‌رنگ و در محیط بازی به رنگ صورتی تغییر می‌کند.



### آزمایش ۸: جوهر نامریی

مواد و وسایل لازم: ۱۰ گرم تیمول فتالئین برای جوهر آبی، ۱۰ گرم فنل فتالئین برای جوهر قرمز، آمونیاک، ۱۰ میلی‌لیتر اتانول، ۹۰ میلی‌لیتر آب، ۲۰ قطره سدیم‌هیدروکسید ۳ مولار (۱۲ گرم سدیم‌هیدروکسید، در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب حل می‌شود)، روپوش آزمایشگاه، کاغذ.

شرح آزمایش: تیمول فتالئین و فنل فتالئین را به طور جداگانه در الکل حل نمایید و آب را به آن بیفزایید و به هم بزنید (محلول شیری رنگ می‌شود). محلول سدیم‌هیدروکسید (NaOH) را قطره قطره به هر کدام از محلول‌ها اضافه کنید تا به ترتیب، رنگ آبی و قرمز مشاهده شود. جوهر را روی پارچه‌ی نخی مانند روپوش آزمایشگاه بریزید. طی چند ثانیه لکه‌ها ناپدید می‌شود. این آزمایش را بر روی کاغذ امتحان کنید؛ نامریی شدن جوهر دیرتر اتفاق می‌افتد. اگر لکه‌ها را با محلول آغشته به آمونیاک (NH<sub>3</sub>) رقیق مرطوب کنید، لکه‌ها دوباره ظاهر می‌گردد. اگر این کار را با سرکه انجام دهید، لکه‌ها سریع‌تر بی‌رنگ می‌شود.

سازوکار واکنش: وقتی چنین جوهری به یک ماده‌ی متخلخل مانند پارچه یا کاغذ اضافه شود، آب موجود در جوهر با کربن‌دی‌اکسید (CO<sub>2</sub>) هوا ترکیب شده، کربنیک‌اسید (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) تولید می‌شود. این اسید با سدیم‌هیدروکسید وارد واکنش خنثی شدن شده، سدیم‌کربنات (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) به وجود می‌آید. خنثی شدن باز، باعث تغییر رنگ شناساگر شده و اثر جوهر ناپدید می‌شود. رنگ شناساگر در محیطی با pH ۵-۶ به خوبی نمایان است ولی با خنثی شدن محیط، pH به ۱۰-۱۱ می‌رسد و شناساگر بی‌رنگ می‌شود. با محلول آمونیاک (NH<sub>3</sub>) محیط قلیایی شده و با افزایش سرکه pH کاهش یافته، لکه‌ها بی‌رنگ می‌شود. شستن پارچه، لکه‌ها را برای همیشه از بین می‌برد.

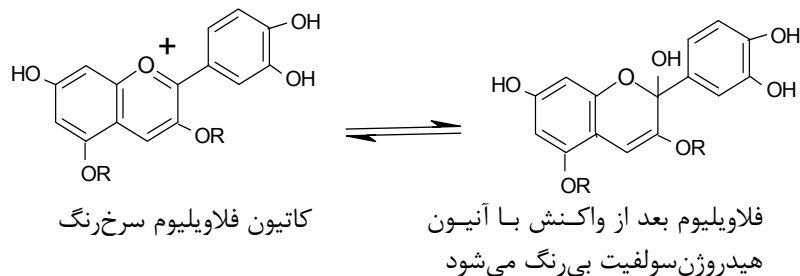
## آزمایش ۹: بی‌رنگی گل سرخ

SO<sub>2</sub> یکی از آلاینده‌های مهم هوا است. با اجرای این آزمایش، برهم‌کنش SO<sub>2</sub> با اندامک‌های زیستی را می‌توان به خوبی نمایش داد.

مواد و وسایل لازم: گل سرخ، گوگردی‌اکسید، هیدروکلریک‌اسید غلیظ.

شرح آزمایش: گل سرخ را در تماس با گاز گوگردی‌اکسید (SO<sub>2</sub>) قرار دهید. بعد از چند لحظه به آهستگی و به شکل پایدار بی‌رنگ می‌گردد. با فرو بردن گل در هیدروکلریک‌اسید (HCl)، دوباره قرمز رنگ می‌شود.

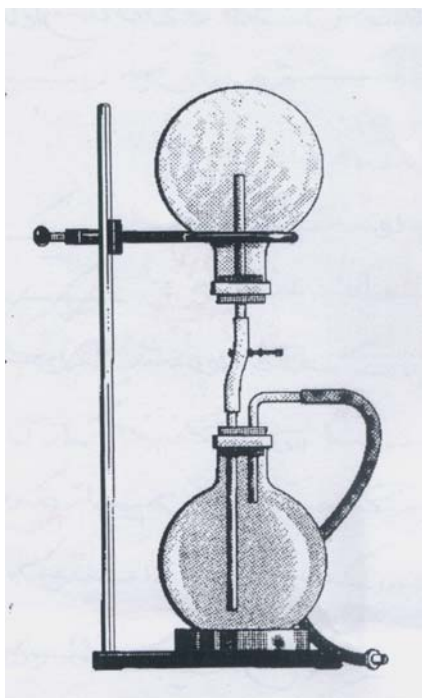
از واکنش گاز SO<sub>2</sub> با آب موجود در گیاه، آنیون هیدروژن‌سولفیت تشکیل می‌شود. در گل سرخ کاتیون فلاویلیوم<sup>۱</sup> سرخ‌رنگ وجود دارد. کاتیون فلاویلیوم پس از یک واکنش هسته‌خواهی با آنیون هیدروژن‌سولفیت، بی‌رنگ می‌شود (مطابق واکنش زیر).



آنتوسیانین‌ها<sup>۲</sup>، مشتق‌های نمک فلاویلیوم هستند که رنگ‌های زیبای آبی، بنفش و قرمز را در گل‌ها و میوه‌ها ایجاد می‌کنند. همان‌طور که از ساختار فلاویلیوم مشخص است، این ترکیب دارای طول مزدوج‌شدگی مناسبی است که رنگ سرخ را ایجاد می‌کند؛ اما پس از واکنش با هیدروژن‌سولفیت و کاهش طول مزدوج‌شدگی، بی‌رنگ می‌شود.

1 - Flavylium  
2 - Anthocyanins





### آزمایش ۱۰: فواره‌ی سحرآمیز

دستگاهی را مطابق شکل روبه‌رو ببندید. با دمیدن هوا در یک بالن که محتوی مایع قرمزرنگی می‌باشد، محلول با فشار به بالن بالایی وارد می‌شود. عجیب است چرا در بالن بالایی فواره‌ی آبی رنگی از محلول دیده می‌شود!؟

**مواد و وسایل لازم:** لوله‌ی شیشه‌ای به طول یک متر و قطر ۶ میلی‌متر، لوله‌ی شیشه‌ای به قطر ۶ میلی‌متر متصل به لوله‌ی لاستیکی ۳۰

سانتی‌متری، دو عدد درپوش لاستیکی (دارای یک سوراخ و دو سوراخ)، دو بالن دو لیتری، دستگاه آمونیاک، ۵۰ میلی‌لیتر محلول تورنسل، ۱۰ میلی‌لیتر هیدروکلریک‌اسید رقیق، پایه‌ی بورت بزرگ و چند گیره.

**دستگاه تولید آمونیاک:** در یک لوله‌ی آزمایش بزرگ، به مقدار مساوی آمونیوم کلرید ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) و سدیم‌هیدروکسید ( $\text{NaOH}$ ) بریزید، به طوری که نیمه‌ی از حجم لوله پر شود. لوله‌ی آزمایش را به وسیله‌ی درپوش لاستیکی که به لوله‌ی خروج گاز متصل می‌باشد، ببندید.

**شرح آزمایش:** مطابق شکل، لوله‌ی شیشه‌ای به طول یک متر و قطر ۶ میلی‌متر را بعد از آغشته کردن به گلیسرین، از درپوش لاستیکی (دارای یک سوراخ) عبور دهید و ۱۰ سانتی‌متر از طول آن را خارج

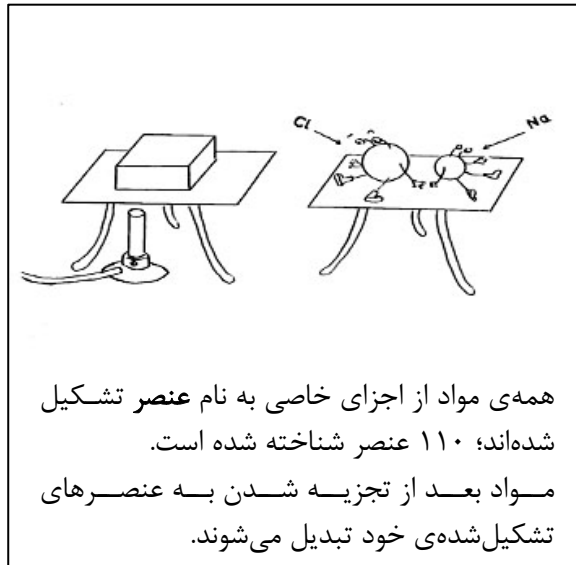
نموده، درپوش را روی دهانه‌ی بالن بالایی قرار دهید (این بالن به نام بالن آمونیاک خوانده می‌شود). سر دیگر لوله‌ی شیشه‌ای را از درپوش لاستیکی (دارای دو سوراخ) که در دهانه‌ی بالن پایینی قرار دارد، بگذرانید؛ به طوری که نوک لوله‌ی شیشه‌ای در سطح پایین بالن قرار بگیرد. به سوراخ دیگر این چوب‌پنبه، لوله‌ی کوتاهی که متصل به یک لوله‌ی پلاستیکی می‌باشد، وصل کنید.

بالن بالایی را از سیستم جدا نموده، پس از خشک کردن کامل، به طور معکوس بر روی لوله‌ی خروجی دستگاه آمونیاک قرار دهید. با حرارت دادن لوله‌ی آزمایش بزرگ دستگاه آمونیاک، این گاز تولید شده، وارد بالن می‌شود.

محللول تورنسل و اسید را در بالن پایینی بریزید و مطابق شکل، بالن آمونیاک را به وسیله‌ی رابط شیشه‌ای به بالن پایینی وصل کنید. سیستم را به وسیله‌ی گیره بر روی پایه محکم نمایید. از لوله‌ی لاستیکی متصل به بالن پایینی، آن قدر هوا بدمید تا چند قطره آب از بالن پایینی به بالن بالایی وارد شود. قطره‌های آب مقدار کمی گاز آمونیاک را جذب می‌کند و خلأ ناچیزی را ایجاد می‌نماید؛ در نتیجه آب بیش‌تری به بالن آمونیاک مکیده می‌شود تا فشار متعادل گردد. این عمل تکرار شده، هر بار آمونیاک بیش‌تری جذب آب می‌شود تا سرانجام فواره زدن آب در بالن بالایی به طور خودبه‌خود شروع می‌گردد. محللول تورنسل در محیط قلیایی به رنگ آبی تغییر می‌یابد..

اگر بالن بالایی، به اندازه‌ی کافی از آمونیاک پر نشده باشد، آزمایش خوب صورت نمی‌گیرد و محللول با فشار به بالن بالایی وارد نمی‌شود. می‌توان این آزمایش را به روش‌های دیگری نیز انجام داد؛  
 (۱) بالن بالایی را پر از گاز هیدروکلریک‌اسید کرد (از اثر سدیم‌کلرید بر سولفوریک‌اسید) و در بالن پایینی محللول آمونیاک ریخت.

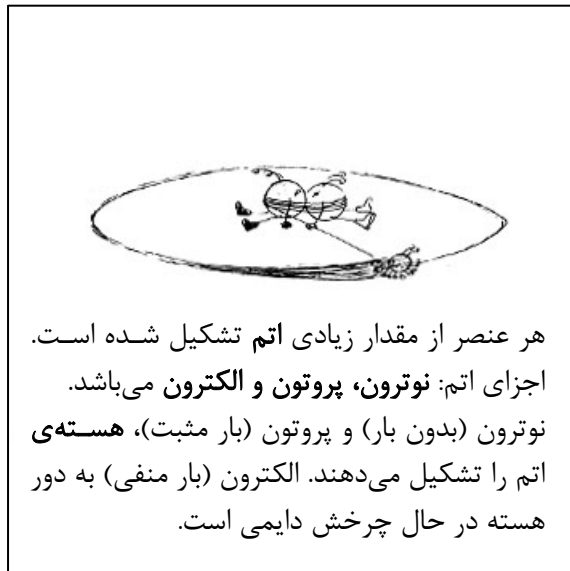
۲) بالن پایینی را پر از آب و بالن بالایی را پر از گاز هیدروکلریک‌اسید نمود (شناساگر آبی بروموتیمول یا بنفش متیل). گاز  $SO_2$  و  $Cl_2$  نیز می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد تا محلول اسیدی تولید شود. می‌توان فواره را، بدون دمیدن هوا نیز به کار انداخت؛ از درپوش لاستیکی (با دو سوراخ) برای دهانه‌ی بالن بالایی استفاده کنید و سوراخ دیگر آن را به یک قطره‌چکان حاوی آب متصل نمایید. با فشار دادن قطره‌چکان و وارد شدن آب به بالن، فواره تشکیل می‌شود. اگر محلول تورنسل ندارید از شناساگرهای دیگری مانند متیل‌اورانژ و فنل‌فتالین، در بالن پایینی استفاده نمایید. حتی می‌توانید از محلول چند شناساگر نیز استفاده کنید تا رنگ‌های گوناگونی را ببینید.



### آزمایش ۱۱: کف رنگی

مواد و وسایل مورد نیاز: جوش شیرین، صابون مایع، متیل‌اورانژ، هیدروکلریک‌اسید.

شرح آزمایش: درون ارلن تخلیه، ۳۰ گرم جوش شیرین بریزید. ۱۰ میلی‌لیتر محلول صابون مایع و یک قاشق چای‌خوری متیل‌اورانژ را به ظرف بیفزایید. هیدروکلریک‌اسید (HCl) را در یک قیف جداکننده بریزید و شیر آن را به آرامی باز کنید تا اسید قطره قطره وارد ارلن شود. کف زیاد با رنگ‌های متفاوت مشاهده خواهد شد. وجود جوش شیرین به همراه صابون، کف زیادی تولید می‌کند و pH حاصل در داخل کف، با متیل‌اورانژ تنوع رنگ ایجاد می‌نماید.



### آزمایش ۱۲: کربن‌دی‌اکسید عامل حرکت

در این دو آزمایش، به دوستانتان نشان دهید، موادی مانند نفتالین و ماکارونی یا موادی شبیه به آن‌ها در محیط آب، حرکت‌های موزون و زیبایی می‌کنند. در این آزمایش‌ها، گلوله‌های چرخان نفتالین و رقص ماکارونی، ادعای شما را ثابت می‌کند.

#### الف) نفتالین خردمند

مواد و وسایل لازم: ۱۰ گرم سنگ مرمر خردشده، ۵ گرم نمک معمولی، هیدروکلریک‌اسید، گلوله‌های نفتالین، استوانه، رنگ خوراکی.

شرح آزمایش: ۱۰ گرم تکه‌های کوچک سنگ مرمر، رنگ خوراکی و مقداری هیدروکلریک‌اسید (HCl) را در یک استوانه‌ی مدرج بریزید. سپس آن قدر آب به آن بیفزایید تا روی سنگ‌ها را بگیرد. چند گلوله‌ی نفتالین درون آن بیندازید؛ گلوله‌ها ته‌نشین خواهند شد. آن قدر نمک معمولی (NaCl) اضافه کنید تا گلوله‌ها به سطح بیایند. بعد از چند دقیقه، گلوله‌ها شروع به بالا و پایین رفتن می‌کنند.

از مخلوط سنگ مرمر، نمک و اسید، گاز کربن‌دی‌اکسید ( $CO_2$ ) تولید می‌شود. این گاز روی گلوله‌های نفتالین جمع می‌شود و جرم حجمی گلوله‌ها و حباب‌های چسبیده به آن‌ها، کم‌تر از محلول خواهد شد. در نتیجه نفتالین به سطح آب می‌آید. وقتی گلوله به سطح بالای مایع رسید، گاز  $CO_2$  را از دست داده، دوباره پایین می‌رود.

#### ب) رقص ماکارونی

مواد و وسایل لازم: جوش شیرین، سیتریک‌اسید، ماکارونی.

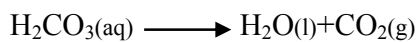
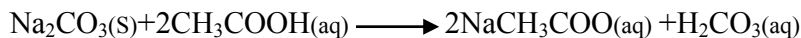
شرح آزمایش: در یک ظرف بزرگ شیشه‌ای مقداری جوش شیرین (سدیم‌کربنات) و سیتریک‌اسید بریزید. ماکارونی‌های خردشده را به آن بیفزایید. خرده‌های ماکارونی در ظرف بالا و پایین می‌روند.

در اثر واکنش سدیم کربنات ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) و سیتریک اسید ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )، گاز کربن دی‌اکسید ( $\text{CO}_2$ ) تولید می‌شود و خرده‌های ماکارونی مانند نفتالین بالا و پایین می‌روند.

### ج) توپ شیمیایی

**مواد و وسایل لازم:** جوش شیرین، سرکه، لوله‌ی آزمایش، چوب‌پنبه.  
**شرح آزمایش:** ۵ گرم جوش شیرین و ۱۰ میلی‌لیتر سرکه را در یک لوله‌ی آزمایش بزرگ بریزید. لوله‌ی آزمایش را به صورت مورب به گیره متصل کنید. سپس در لوله را با چوب‌پنبه مسدود نمایید و آن را دور از صورت خود و دوستانتان قرار دهید. بعد از چند لحظه چوب‌پنبه به خارج پرتاب می‌شود.

مانند واکنش قبل، گاز کربن دی‌اکسید ایجاد می‌گردد که در حجم کم لوله‌ی آزمایش، باعث فشار به چوب‌پنبه می‌شود.



### آزمایش ۱۳: تخم مرغ جادویی

سه ظرف شیشه‌ای و بزرگ را (سه ظرف کاملاً یکسان باشد) که به نظر می‌رسد، داخل آن‌ها آب وجود دارد، روی میز قرار دهید. در هر ظرف یک تخم مرغ بیندازید؛ در ظرف شماره‌ی ۱ تخم مرغ فرو می‌رود، در ظرف شماره‌ی ۲ تخم مرغ در آب فرو رفته، در وسط معلق و شناور می‌ماند و در ظرف شماره‌ی ۳ تخم مرغ به ته ظرف پایین رفته، دوباره بالا می‌آید و این عمل تکرار می‌شود.

**مواد و وسایل مورد نیاز:** چند عدد تخم مرغ، سه ظرف شیشه‌ای، نمک، هیدروکلریک‌اسید.

**شرح آزمایش:** در ظرف شماره‌ی ۱ آب خالص وجود دارد و چون تخم مرغ متراکم‌تر و چگال‌تر از آب می‌باشد، به ته ظرف فرو می‌رود. در یک‌چهارم ظرف شماره‌ی ۲ آب بریزید و آن قدر نمک اضافه کنید تا اشباع گردد. سپس آب خالص را با احتیاط، از کناره‌های ظرف به داخل آن بریزید تا پر شود؛ با این شیوه از مخلوط شدن محلول نمک با آب خالص جلوگیری کرده، دو لایه به وجود می‌آید (مانند چای دو رنگ). تخم مرغ در لایه‌ی اول که آب خالص هست، فرو می‌رود، ولی وقتی به محلول غلیظ نمک می‌رسد، شناور می‌ماند؛ چون این محلول، چگال‌تر از تخم مرغ می‌باشد. اگر تخم مرغ در بالای محلول نمک شناور نشد، نشان‌دهنده‌ی این است که محلول نمک، اشباع نبوده و به نمک بیش‌تری احتیاج دارد.

در آخرین ظرف، ۴۰ میلی‌لیتر هیدروکلریک‌اسید نرمال بریزید و آن را پر از آب کنید. تخم مرغ ابتدا در آب فرو می‌رود، اما از واکنش کلسیم‌کربنات ( $\text{CaCO}_3$ ) پوسته‌ی تخم مرغ با  $\text{HCl}$ ، گاز کربن‌دی‌اکسید تولید می‌شود. همراه با حباب‌زدن این گاز در اطراف پوسته‌ی تخم مرغ، شما بالا و پایین رفتن آن را مشاهده خواهید کرد.

اگر بعد از چند دقیقه تخم مرغ بالا و پایین نرفت، مقداری اسید به آن اضافه کنید. اگر تخم مرغ بالا آمد ولی دوباره پایین نرفت، احتمال دارد مقدار اسید زیاد بوده باشد؛ آن قدر نمک به ظرف اضافه کنید تا شروع به شناور شدن کند، سپس مقداری اسید به آن بیفزایید.





### آزمایش ۱۴: قطره‌چکان غواص

مواد و وسایل لازم: قطره‌چکان، بطری پلاستیکی ۲ لیتری.

شرح آزمایش: یک قطره‌چکان مخصوص دارو را با مقدار جزئی از آب پر کنید و آن را داخل بطری ۲ لیتری قرار دهید. بطری را از آب پر کنید و در آن را ببندید. کناره‌های بطری را فشار دهید و رها کنید. وقتی که به بطری فشار وارد می‌شود، قطره‌چکان در آب فرو می‌رود. وقتی که فشار سبک می‌شود، دوباره شناور می‌گردد.

چگالی یا دانسیته، جرم هر واحد حجم را گویند. بنابراین مقدار آن تابع جرم و حجم ماده می‌باشد. زمانی که بطری تحت فشار نیست، قطره‌چکان بر روی آب شناور می‌ماند، چون مقدار جرم قطره‌چکان نسبت به حجم آن، به اندازه‌ای نیست که قطره‌چکان در آب فرو رود (دانسیته به قدر کافی بزرگ نیست)؛ چون در داخل آن بیش‌تر هوا وجود دارد و فشردگی هوا نسبت به آب احاطه شده‌ی اطراف قطره‌چکان، کم‌تر است. وقتی دیواره‌های بطری فشار داده می‌شود، فشار داخل بطری افزایش می‌یابد. افزایش فشار طبق قانون بویل، کاهش حجم را به دنبال دارد، که شامل حجم درون قطره‌چکان نیز می‌شود. فضای خالی قطره‌چکان پر از آب می‌شود، در حالی که حجم ثابت است. جرم بیش‌تر در واحد حجم همان چگالی بیش‌تر است، پس قطره‌چکان در آب فرو می‌رود.

### آزمایش ۱۵: تفاوت بین نوشیدنی‌های طبیعی و رژیمی

بسیاری از افراد به دلیل بیماری و یا داشتن رژیم غذایی، نمی‌توانند از نوشیدنی‌هایی که دارای شیرین‌کننده‌های طبیعی مثل شکر می‌باشد، استفاده کنند. در مواد غذایی این افراد، شیرین‌کننده‌های مصنوعی به

کار می‌رود. اگر ظاهر دو بطری نوشیدنی مشابه باشد، از کجا می‌توان به تفاوت آن‌ها در نوع شیرین‌کننده پی برد

**مواد و وسایل لازم:** دو بطری حاوی نوشیدنی‌های طبیعی و رژیمی، دو بشر ۱۰۰۰ میلی‌لیتری، آب.

**شرح آزمایش:** در هر کدام از بشرها، ۶۰۰ میلی‌لیتر آب بریزید و یک بطری نوشیدنی را در آن بگذارید. یکی از آن‌ها در آب فرو می‌رود و دیگری در آب شناور است. چرا؟

ظرفی که در ته آب فرو می‌رود، دارای نوشیدنی طبیعی می‌باشد. چون دانسیته‌ی مایع داخل ظرف از آب بیش‌تر است، در نتیجه سنگین‌تر شده، در آب فرو می‌رود. در ظرف شناور، نوشیدنی رژیمی قرار دارد. دانسیته‌ی این مایع از آب کم‌تر است و معلق در آن می‌ماند.

شیرین‌کننده‌های مصنوعی و رژیمی شیرین‌تر از شکر هستند، بنابراین برای شیرین‌شدن نوشیدنی (با همان طعم نوشیدنی‌های طبیعی) به مقدار کم‌تری از شیرین‌کننده‌ی مصنوعی نیاز می‌باشد. پس نوشیدنی‌های رژیمی دانسیته‌ی کم‌تری از نوشیدنی‌های طبیعی دارند.



## آزمایش ۱۶: فعالیت فلزهای قلیایی

### الف) روشن کردن کبریت با یخ

به دوستانتان چند عدد کبریت بدهید و محترمانه بخواهید که با آن، یک قطعه یخ را روشن کنند. هیچ کدام نمی‌توانند. با انجام این کار جادوی شیمی را برای آن‌ها به تصویر بکشید.

مواد و وسایل لازم: چوب کبریت، پتاسیم، مقداری یخ.

شرح آزمایش: بر روی یک چوب کبریت، مقدار بسیار کمی سدیم یا پتاسیم بچسبانید. سپس کبریت را روی یخ قرار دهید تا روشن شود. فلزات قلیایی مانند سدیم و پتاسیم بسیار فعال می‌باشند و به سرعت با آب واکنش می‌دهند. گرمای زیاد واکنش، همراه با شعله می‌باشد. (هنگام آزمایش با فلزهای قلیایی از عینک ایمنی استفاده نمایید و بسیار مواظب باشید).

### ب) خشک و تر با هم می‌سوزد

مقداری خاک اره را داخل ظرفی بریزید. با پاشیدن آب بر روی آن، شعله‌های آتش را به تماشاچیان نشان دهید.

مواد و وسایل لازم: خاک اره، سدیم، آب.

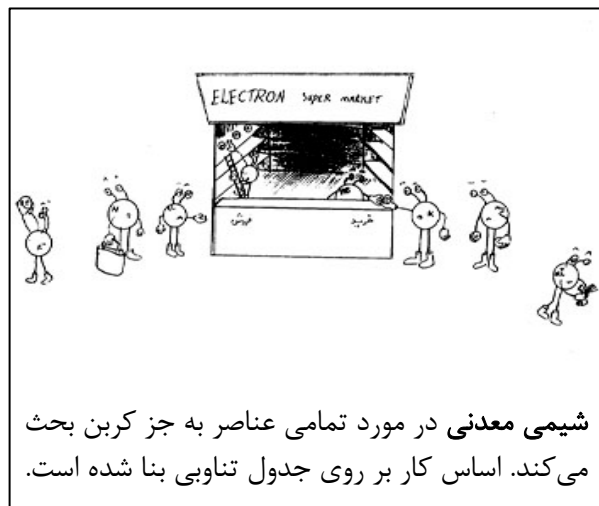
شرح آزمایش: مقداری سدیم را زیر خاک اره پنهان کنید و از آن جا که سدیم و آب به شدت واکنش داده، شعله‌ور می‌شوند، خاک اره نیز می‌سوزد.

### ج) آتش و آب

یک لیوان خالی را از پارچی که روی میز قرار دارد، پر از آب کرده، مقداری از آن را میل نمایید. باقی‌مانده‌ی آب لیوان را در یک ظرف فلزی که روی میز گذاشته‌اید، بریزید. ناگهان آب در تماس با سطح ظرف آتش می‌گیرد.

مواد و وسایل لازم: فلز پتاسیم، اتر، آب، ظرف فلزی، لیوان.

شرح آزمایش: مقداری فلز پتاسیم را داخل کاغذ صافی ضخیمی بپیچانید و آن را در ته ظرف فلزی قرار دهید. سپس مقداری اتر در ظرف فلزی بریزید. وقتی آب درون این ظرف ریخته می‌شود، پتاسیم که یک فلز فعال قلیایی است، با آب ترکیب شده، گاز هیدروژن تولید می‌کند. این واکنش به شدت گرماده است و مقداری حرارت آزاد می‌گردد. در نتیجه اتر که دمای اشتعال پایینی دارد، می‌سوزد و شعله‌های آن از ظرف پدیدار می‌شود.



## آزمایش ۱۷: شمع‌های روشن بدون شعله

### الف) آب به جای کبریت

شمع‌هایی را که از قبل روشن نشده باشند، روی میز بگذارید و به تماشاچیان بگویید که می‌خواهید شمع‌ها را روشن کنید، ولی کبریت ندارید. عده‌ای سعی می‌کنند به شما کبریت بدهند، ولی قبول نکنید و بگویید راضی به زحمت آن‌ها نیستید. لیوانی را پر از آب کرده، مقداری از آن را بنوشید تا همه باور کنند که آب معمولی است. سپس انگشت خود را در آب فرو برده، روی شمع‌ها چند قطره آب بریزید؛ آن‌ها روشن خواهند شد.

مواد و وسایل لازم: سدیم، آب، چند عدد شمع.

شرح آزمایش: روی فتیله‌ی شمع‌ها، مقدار بسیار کمی سدیم قرار بدهید؛ با یک قطره آب، شعله‌ور می‌شود. سدیم عنصر بسیار فعالی است و به سرعت با آب واکنش می‌دهد و تولید شعله می‌کند.

### ب) شمع در شمع‌دان خود به خود روشن می‌شود

مواد و وسایل لازم: کربن‌دی‌سولفید، فسفر، شمع.

شرح آزمایش: تارهای فتیله‌ی شمعی را که از قبل روشن نشده است، با سوزن از هم جدا کنید (افشان کنید) و روی شمع یک قطره‌ی کوچک کربن‌دی‌سولفید حاوی فسفر بریزید (دو گرم فسفر را در پنج برابر حجمش در کربن‌دی‌سولفید حل کنید)، شمع به فاصله‌ی ۱۰ دقیقه روشن می‌شود.

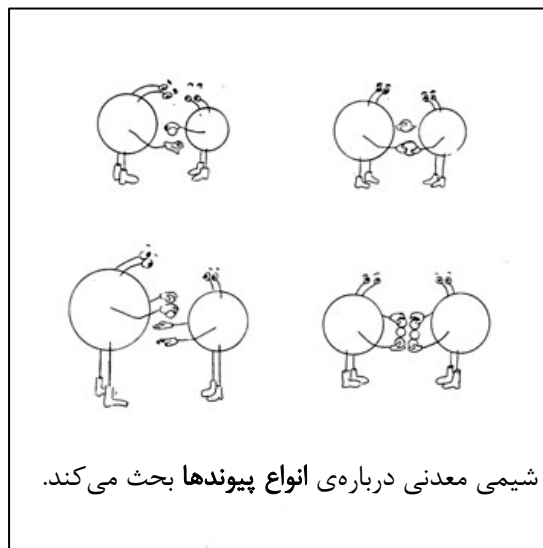
فسفر خیلی زود با اکسیژن هوا ترکیب می‌شود و آتش‌گیر است. به علت خطرناک بودن فسفر، آن را زیر آب به وسیله‌ی انبر قطعه قطعه نمایید و از دست زدن به آن خودداری کنید، چون سوختگی با فسفر خیلی جدی است.

### آزمایش ۱۸: با میله‌ی شیشه‌ای شمع روشن می‌شود

یک نمایش عجیب و باورنکردنی را برای دوستانتان اجرا کنید و آن‌ها را در غرق در شگفتی سازید. شمعی را روی میز قرار دهید و نوک یک میله‌ی شیشه‌ای معمولی را به فتیله‌ی آن بزنید. شمع روشن می‌شود!

**مواد و وسایل لازم:** پتاسیم کلرات، پودر قند، سولفوریک اسید، شمع. **شرح آزمایش:** دو یا سه گرم پتاسیم کلرات ( $KClO_3$ ) و همان مقدار قند، که هر دو را به طور مجزا به صورت پودر درآورده‌اید، مخلوط کنید (اگر این دو ماده را با هم در آون خرد کنید، امکان انفجار وجود دارد) و روی تارهای بازشده‌ی فتیله‌ی یک شمع بپاشید، به طوری که لابه‌لای تارها را به خوبی پر کند. دقت کنید شمع قبلاً روشن نشده باشد. مسلم است کسی از این آماده‌سازی آگاه نخواهد بود.

بدون این‌که کسی مطلع باشد، سر یک هم‌زن شیشه‌ای را در سولفوریک اسید ( $H_2SO_4$ ) غلیظ فرو ببرید و بلافاصله به فتیله‌ی شمع بزنید. چون براده‌ی قند در مجاورت پتاسیم کلرات است، به کمک سولفوریک اسید آتش می‌گیرد و شمع روشن می‌شود.

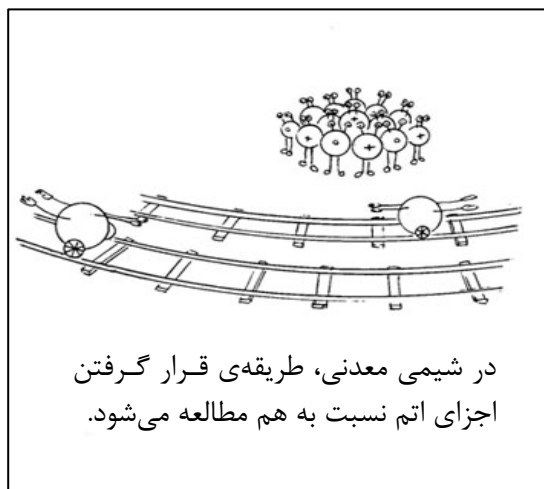


### آزمایش ۱۹: شوخی با دود سیگار

یک لیوان را روی میز قرار دهید، سپس یک بشقاب شیشه‌ای را روی آن بگذارید و دستمالی را روی آن‌ها بیندازید. دود یک سیگار را روی دستمال فوت کنید و به بقیه بگویید: دود از دستمال و بشقاب گذشته، داخل لیوان رفته است! سپس دستمال را بردارید و با کمال تعجب به همه نشان دهید که دود سیگار داخل لیوان است.

**مواد و وسایل لازم:** هیدروکلریک‌اسید، آمونیاک، سیگار، بشقاب، دستمال.

**شرح آزمایش:** در داخل لیوان مقدار کمی هیدروکلریک‌اسید غلیظ و در بشقاب هم مقدار کمی آمونیاک غلیظ (بخار آمونیاک برای سلول‌های بینی خطرناک می‌باشد) یا آمونیوم‌هیدروکسید ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) بریزید به طوری که قابل دیدن نباشد. واکنش شیمیایی سریع بین این مواد انجام می‌شود و آمونیوم کلرید ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) که به دود نشادر معروف است، تولید می‌گردد؛ با این تفاوت که دود نشادر مانند دود سیگار خطرناک نیست.



### آزمایش ۲۰: آتش در آب

ظرف آبی را به دوستانتان نشان دهید و اظهار کنید در میان این آب، شعله‌ای را پدیدار می‌کنید. این آزمایش جالب را به روش زیر اجرا نمایید.

**مواد و وسایل لازم:** فسفر زرد یا سفید، منبع گاز اکسیژن، بشر ۴۰۰ میلی‌لیتری، پتاسیم کلرات، منگنزدی‌اکسید.

**شرح آزمایش:** ۲۰۰ میلی‌لیتر آب را در یک بشر بریزید و تا ۷۰ درجه‌ی سانتی‌گراد حرارت دهید. چند تکه‌ی کوچک فسفر سفید ( $P_4$ ) را داخل بشر بیندازید. توجه کنید که فسفر در آب ذوب می‌شود. از حرارت دادن مخلوطی از پتاسیم کلرات ( $KClO_3$ ) و منگنزدی‌اکسید ( $MnO_2$ ) در ظرفی، می‌توانید با یک رابط، گاز اکسیژن را به داخل بشر بفرستید. اکسیژن به صورت حباب وارد بشر می‌شود. شعله‌ی آتش در محل برخورد اکسیژن با فسفر زبانه می‌کشد. احتیاط شود فسفر بسیار خطرناک است و مقدار بسیار جزئی از آن باید مصرف شود.

### آزمایش ۲۱: نقاشی با آتش

به تماشاچیان قلم‌مویی را که دسته‌ی بلند و موهای ضخیمی دارد، نشان دهید. سپس در رنگ مخصوصی فرو برده، بر روی کاغذ محکم و سفیدی که به تخته‌ای نصب شده، تصویری را بکشید. ناگهان نقاشی شعله‌ور شده و شروع به سوختن می‌کند. شما چهره‌های متعجب دیگران را مشاهده خواهید کرد و این لذت کار شما را بیش‌تر خواهد کرد.

**مواد و وسایل لازم:** کربن‌دی‌سولفید، فسفر، قلم‌موی ضخیم و بلند.



**شرح آزمایش:** رنگ آماده‌شده، مقداری فسفر است که در حلال کربن‌دی‌سولفید حل شده است. تبخیر سریع حلال، فسفر را به صورت ذرات خیلی ریزی از خود بر جای می‌گذارد. این فسفر باقی‌مانده در روی کاغذ، در درجه حرارت اطاق آتش‌گیر است (مواظب باشید بر روی لباس یا پوست شما نریزد). برای تمیز کردن قلم‌مو، ابتدا آن را با آب و سپس با کربن‌دی‌سولفید بشویید و تمام کارها را بر روی صفحه‌ی نسوز انجام دهید.

### آزمایش ۲۲: شعله‌ی بدون دود

۴ گرم کروم(VI) اکسید ( $\text{CrO}_3$ ) را در هاون بسایید و در یک ظرف مناسب در زیر هود قرار دهید. ۱۰ میلی‌لیتر اتانول بر روی آن بریزید. شعله‌ای را مشاهده خواهید کرد که بدون دود می‌سوزد.

**مواد و وسایل لازم:** کروم(VI) اکسید، اتانول، هاون.

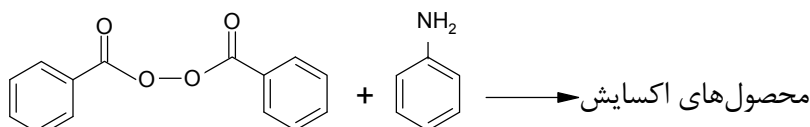
**شرح آزمایش:** یون  $\text{Cr}^{6+}$  توانایی دارد، الکل‌ها را به کتون و آلدئید اکسید کند و خود احیا شود. شعله‌ای که مشاهده می‌شود مربوط به کاهش یون کروم توسط الکل است.

$2s^2$                        $3p^4$

در شیمی معدنی، طرز قرار گرفتن الکترون‌ها در اطراف هسته و نیز طریقه‌ی چیدن الکترون‌ها در اربیتال‌ها، مطالعه می‌شود.

### آزمایش ۲۳: پفی از دود

مواد و وسایل لازم: بنزوئیل پروکسید، آنیلین، لوله‌ی آزمایش.  
 شرح آزمایش: در یک لوله‌ی آزمایش (یا ظرف شبیه به آن) به ارتفاع نیم تا یک سانتی‌متر، قدری بنزوئیل پروکسید بریزید. لوله را به طور عمودی قرار دهید و یک قطره آنیلین ( $C_6H_7N$ ) به آن بیفزایید. در ۱۵ ثانیه پفی از دود تشکیل می‌شود و به سوی سقف بالا می‌رود. محصول‌های حاصل از اکسایش شامل  $NH_3$ ،  $CO_2$  و کینون می‌باشد.



### آزمایش ۲۴: اکسیدشدن کاتالیزوری

#### الف) کرم شب‌تاب

مواد و وسایل لازم: متانول، صفحه‌ی نسوز، سیم پلاتین، بشر.

شرح آزمایش: دو تا سوراخ در وسط یک صفحه‌ی نسوز ایجاد کنید و آن را به عنوان درپوش برای یک بشر ۴۰۰ میلی‌لیتری مورد استفاده قرار دهید. ۱۰۰ سانتی‌متر سیم پلاتین شماره ۲۷ را بردارید و قسمت وسط سیم را به صورت مارپیچ درآورید و به سیم نسوز وصل نمایید (از محل سوراخ‌ها). ارتفاع این سیم را به اندازه‌ای بگیرید که با متانول موجود در بشر تماس نداشته باشد. در داخل بشر ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول بریزید. سیم پلاتین را با چراغ بونزن گرم کنید تا سرخ شود و به سرعت روی بشر محتوی الکل قرار دهید. سیم پلاتین می‌درخشد و این درخشش چند ساعت ادامه دارد.

متانول در حضور کاتالیزگر پلاتین به فرمالدئید اکسید می‌شود، در اثر اکسیدشدن گرمای قابل ملاحظه‌ای تولید می‌شود که سیم پلاتین را گرم می‌کند. امکان دارد در اثر این گرما متانول چندین بار روشن شود.

### ب) مس افروخته

این آزمایش نیز مانند مرحله‌ی قبل است. با این تفاوت که کاتالیزگر مس در اکسیدشدن استن استفاده می‌شود.

مواد و وسایل لازم: استن، سکه یا سیم مسی، بشر، صفحه‌ی نسوز.

شرح آزمایش: مانند آزمایش قبل، وسط یک صفحه‌ی نسوز را سوراخ کنید و یک سکه‌ی مسی (قطعه‌ی مسی) را به وسیله‌ی سیمی از این سوراخ آویزان کنید. سکه‌ی مسی را گرم کنید تا برافروخته و قرمز شود. صفحه‌ی نسوز را به عنوان درپوش بشر حاوی استن قرار دهید. سکه روشن می‌ماند تا همه‌ی استن مصرف شود.

استن اکسید و به گاز  $\text{CO}_2$  و آب تبدیل می‌شود. مس یک سطح کاتالیزگر را برای اکسیدشدن آماده می‌کند؛ ولی در طول واکنش مصرف نمی‌شود.



### آزمایش ۲۵: کوه آتشفشان

اکثر ما از دیدن آزمایش کوه آتشفشان در دوره‌ی راهنمایی بسیار متعجب شده‌ایم، اما در این‌جا می‌خواهیم با یادآوری آن آزمایش، به شما چند کوه آتشفشان را آموزش بدهیم که به طور خودبه‌خود و ناگهانی مشتعل می‌شود.

#### الف) آتشفشان خمیری

در آشپزخانه هم می‌توان یک کوه آتشفشان را همراه با گدازه‌های زیبایش مشاهده کرد. مواد لازم برای این آزمایش بسیار ساده است.

**مواد و وسایل لازم:** ۶ فنجان آرد، ۲ فنجان نمک، ۴ قاشق روغن، ۲ فنجان آب، بطری پلاستیکی، ۲ قاشق جوش شیرین، سرکه، پودر ماشین لباس‌شویی، رنگ غذا.

**شرح آزمایش:** نخست مخروط آتشفشان را بسازید. آرد، نمک، روغن و آب را مخلوط کنید. مخلوط به دست‌آمده باید یکنواخت و محکم باشد (در صورت نیاز می‌توانید آب بیش‌تری اضافه کنید). بطری پلاستیکی را در ظرف مورد نظر به طور ایستاده قرار دهید و خمیر تهیه‌شده را در اطراف آن مانند یک کوه آتشفشان شکل دهید. البته توجه داشته باشید که آن را به طور کامل نپوشانید؛ قسمت دهانه‌ی آن را برای اضافه کردن مواد، خالی نگه دارید. قسمت بیش‌تر بطری را از آب گرم پر کنید و مقدار کمی از رنگ قرمز غذا را به آن بیفزایید. پودر لباس‌شویی و جوش شیرین را به محتویات بطری اضافه کنید. سپس به آرامی سرکه را به آن بیفزایید. مراقب باشید؛ زمان فوران کوه آتشفشان رسیده است.

گدازه‌هایی با رنگ قرمز ملایم در نتیجه‌ی واکنش بین جوش شیرین و سرکه تولید خواهد شد. در این واکنش مانند آتشفشان حقیقی، کربن‌دی‌اکسید ( $\text{CO}_2$ ) هم تولید می‌شود. به دلیل تولید این گاز، در بطری پلاستیکی، فشار ایجاد می‌گردد و به علت حضور پودر لباس‌شویی، حباب‌هایی از آتشفشان خارج می‌شود. پودر ماشین لباس‌شویی حباب‌ها را بادوام‌تر و ماندگارتر می‌کند؛ در نتیجه کف و حباب‌های ریز تولید می‌شود.

اگر چند قطره رنگ زرد هم به آن اضافه کنید، گدازه‌های خارج‌شده، رنگ زیباتر و طبیعی‌تری پیدا خواهند کرد.

### ب) آتشفشان شیمیایی

مواد و وسایل لازم: آمونیوم‌دی‌کرومات، استن، ورقه‌ی آلومینیمی.

شرح آزمایش: مقدار کمی آمونیوم‌دی‌کرومات را در روی یک ورقه‌ی آلومینیمی به شکل تپه یا کوه درآورید. روی نوک این مخروط چند میلی‌لیتر استن بچکانید و آن را آتش بزنید (به جای استن، می‌توانید از چراغ بونزن یا یک فتیله‌ی کوچک هم استفاده کنید). آتشفشان فوران می‌کند و جرقه‌های نارنجی، آتشفشان را دیدنی‌تر می‌نماید.

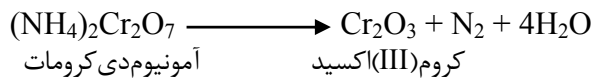


کروم(III) اکسید سبزرنگ



آمونیوم دی‌کرومات

آمونیم‌دی‌کرومات در اثر تجزیه‌ی گرمایی، به کروم(III)اکسید سبزرنگ، گاز نیتروژن و آب تبدیل می‌شود. برای شروع واکنش، مقداری گرما لازم است ولی بعد از آن، واکنش با آزاد کردن انرژی زیاد به همراه گاز نیتروژن ذرات را به بیرون پرتاب می‌کند و حجم محصول سبزرنگ به مراتب بیش‌تر از ماده‌ی اولیه می‌شود (نمک‌های کروم اثرات تنفسی و تحریک‌کننده‌ی پوستی دارند و سرطان‌زا می‌باشند).



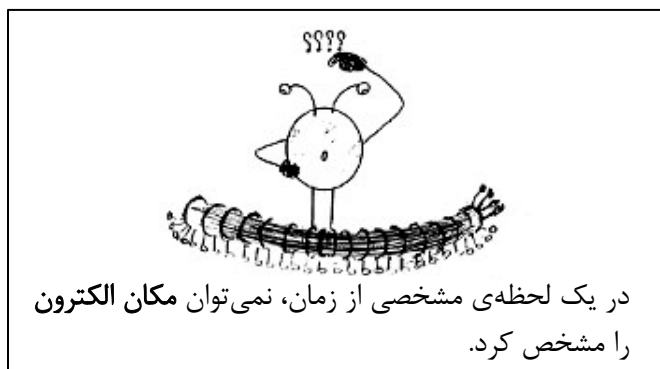
### ج) آتشفشان خوداشتعال

مواد و وسایل لازم: سطح نسوز، پتاسیم پرمنگنات، گلیسرین

شرح آزمایش: پتاسیم پرمنگنات ( $\text{KMnO}_4$ ) یک ضدعفونی‌کننده‌ی قوی می‌باشد که می‌توان آن را از داروخانه‌ها تهیه نمود. گلیسرین نیز در فروشگاه‌ها به راحتی قابل خرید است

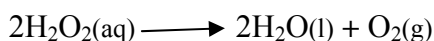
به اندازه‌ی یک قاشق پتاسیم پرمنگنات را بر روی یک سطح نسوز ریخته (از نبودن مواد و وسایل قابل اشتعال در محیط مطمئن شوید)، سپس مقداری گلیسرین روی آن بریزید. چنانچه دمای محیط در حدود ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد باشد، اشتعال خودبه‌خود ناگهانی خواهیم داشت. البته این اشتعال بعد از مدت کوتاهی روی می‌دهد که شما می‌توانید برای هیجان‌زده کردن دوستانتان، در این زمان با آن‌ها شروع به صحبت نموده، حواسشان را پرت نمایید. توجه داشته باشید که دود حاصل از این آزمایش تقریباً سمی است و از استنشاق آن باید خودداری نمود.

اشتعال این دو ماده بسیار پرانرژی و سریع است. پتاسیم پرمنگنات می‌تواند به آسانی مواد قابل اکسایش را اکسید کند. این واکنش گرماده می‌باشد، در نتیجه با شعله و دود همراه است.



### آزمایش ۲۶: تجزیه شدن کاتالیزوری آب اکسیژنه

کاتالیزگر واژه‌ای آشناست که در زبان یونانی به معنی شکستن است؛ ماده‌ای که سرعت یک واکنش شیمیایی را افزایش می‌دهد، بدون آن که مصرف شود. تجزیه‌ی هیدروژن پراکسید، نمونه‌ای از واکنش شیمیایی است که می‌توان با توجه به سرعت تجزیه‌ی آن، نقش کاتالیزگر را در واکنش بررسی کرد. اگر هیدروژن پراکسید در جای خنک نگهداری شود، ماه‌ها پایدار باقی می‌ماند. اما اگر در دمای اطاق قرار گیرد، بنا به واکنش زیر تجزیه می‌شود:



چنان‌چه این واکنش در حضور کاتالیزگری مناسب انجام گیرد، سرعت چشم‌گیری می‌یابد.

### الف) خمیر دندان فیل

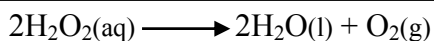
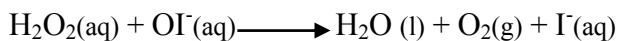
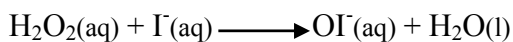
شما همیشه خمیر دندان را در بسته‌های لوله‌ای شکل و کوچک دیده‌اید. به دوستانتان بگویید که قصد دارید بزرگ‌ترین خمیر دندان را برای بزرگ‌ترین دندان‌ها تهیه کنید.

**مواد و وسایل لازم:** استوانه‌ی مدرج بزرگ، هیدروژن پراکسید ۳۰٪، پتاسیم پدید، صابون مایع.

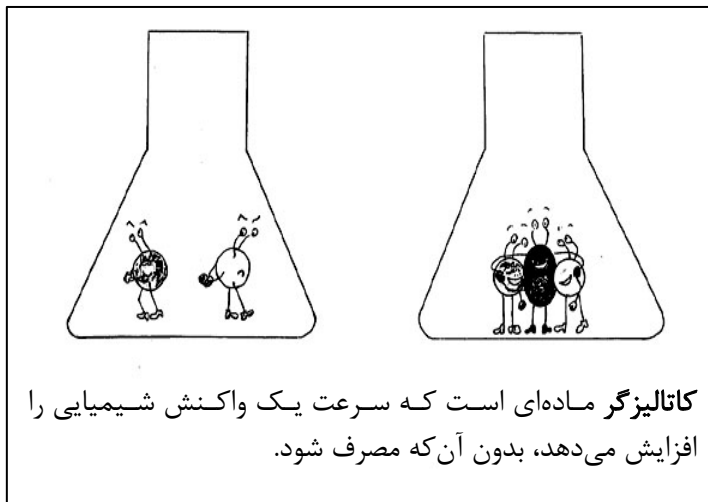
**شرح آزمایش:** ابتدا روزنامه‌ای را روی میز پهن کنید تا تمیز کردن برای شما راحت‌تر باشد. مقداری پتاسیم پدید (KI) را در کف استوانه بریزید تا سطح آن را به طور کامل بپوشاند. در حدود ۵-۱۰ میلی‌لیتر صابون مایع را به استوانه اضافه کنید، در پایان ۱۰ میلی‌لیتر آب اکسیژنه ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) را به ظرف بیفزایید تا واکنش آغاز شود. خمیر دندان بزرگی از استوانه‌ی مدرج بیرون می‌آید که شما را به یاد دندان‌های بزرگ فیل می‌اندازد.



آب اکسیژنه پایدار نیست و به سرعت به آب و اکسیژن تبدیل می‌شود. پتاسیم یدید به عنوان کاتالیزگر این واکنش، تجزیه شدن هیدروژن پروکسید را سرعت می‌بخشد. KI به  $K^+$  و  $I^-$  تبدیل می‌شود. یون یدید طبق معادله‌ی زیر، مسیر واکنش را هدایت می‌کند. گرمادهی واکنش، آب تولیدشده را بخار می‌کند. گازها با کف‌های صابون به دام می‌افتند و از استوانه خارج می‌شوند.



در کار کردن با آب اکسیژنه مراقب باشید تا با دستانتان تماس پیدا نکنند. چون اکسیدکننده‌ی قوی است و به پوست دست آسیب می‌رساند.



### ب) خون کاتالیزگر آب اکسیژنه

آنزیم‌ها، نمونه‌ای از کاتالیزگرهای زیستی هستند که واکنش‌های شیمیایی را در سلول‌های بدن سرعت می‌بخشند.

مواد وسایل لازم: آب اکسیژنه، انواع کاتالیزگرها، شیشه‌ی ساعت.

شرح آزمایش: یک قطعه سیب‌زمینی، یک قطره‌ی خون (از انگشت دست)، مقدار کمی منگنز (IV) دی‌اکسید ( $MnO_2$ )، میخ سالم و میخ زنگ‌زده را به طور جداگانه در شیشه‌های ساعت یا ظرف‌های بلوری بگذارید. مقداری هیدروژن پراکسید را در ظرف‌ها بریزید. انواع گوناگونی از حباب‌زدن را در هر ظرفی مشاهده خواهید کرد.

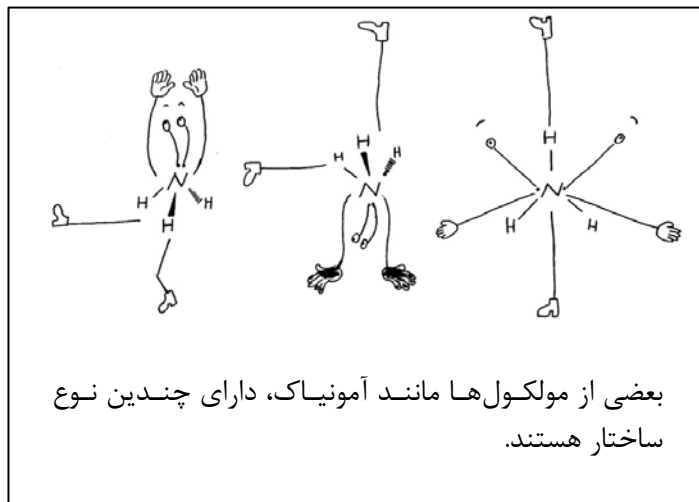
آب اکسیژنه دست‌خوش تسهیم نامتناسب<sup>۱</sup> می‌شود؛ یعنی هم اکسید و هم احیا می‌گردد. انرژی فعال‌سازی واکنش تجزیه‌ی هیدروژن پراکسید بدون کاتالیزگر، ۷۵ کیلوژول بر مول است. در خون، آنزیم کاتالیزگری وجود دارد که این انرژی را به ۸ کیلوژول بر مول می‌رساند.

### ج) دود رنگی

در نمایشی ایمن‌تر، از هیدروژن پراکسید خانگی (۳٪) و مخمر به عنوان کاتالیزگر استفاده می‌شود.

مواد و وسایل لازم: محلول هیدروژن پراکسید خانگی (۳٪)، مخمر خشک (مخمر نانواپی)، مایع ظرف‌شویی یا شامپوی فرش، ژلاتین بی‌رنگ و بو، گلیسرین، رنگ خوراکی، بشر ۵۰۰ میلی‌لیتری.

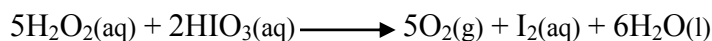
**شرح آزمایش:** در یک بشر، ۲۰۰ میلی‌لیتر هیدروژن پراکسید را تا دمای ۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد گرم کنید. سپس ۸ گرم ژلاتین را به آن بیفزایید. ۵ دقیقه محلول را به‌هم بزنید. در ظرفی دیگر ۵ گرم مخمر نان را با گلیسرین و ماده‌ی شوینده مخلوط کنید. این مخلوط را هم بزنید تا یکنواخت شود. آن‌گاه مقداری رنگ خوراکی به آن بیفزایید. به این ترتیب دودی که هنگام واکنش تشکیل می‌شود، رنگی است. برای این‌که واکنش انجام گیرد، مخلوط مخمر، ماده‌ی شوینده و گلیسرین باید به سرعت به بشر محتوی  $H_2O_2$  و ژلاتین افزوده شود. تکان دادن مخلوط، هنگام افزودن، اثر فراوانی بر سرعت تجزیه‌ی آب‌اکسیژنه دارد. تنها نیمی از کاتالیزگر را استفاده کنید؛ زیرا مقدار بیش‌تر آن به دلیل گرانروی بالا، از انتقال سریع و مشاهده‌ی اثر دلخواه آن جلوگیری می‌کند. مخمر دارای آنزیم کاتالاز است. ژلاتین سبب غلیظ‌شدن و گلیسرین موجب ثابت‌ماندن دود می‌شود.



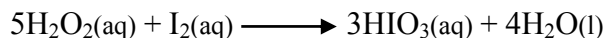
### آزمایش ۲۷: جادوی رنگ‌ها

مواد و وسایل لازم: محلول نشاسته، محلول A: پتاسیم‌یدات ( $KIO_3$ ) و سولفوریک‌اسید ( $H_2SO_4$ ) حل‌شده در آب، محلول B: مالونیک‌اسید ( $C_2H_2O_4$ ) و منیزیم‌سولفات ( $MgSO_4$ ) حل‌شده در آب، محلول C: هیدروژن‌پراکسید ( $H_2O_2$ ) ۳۰٪ در آب.

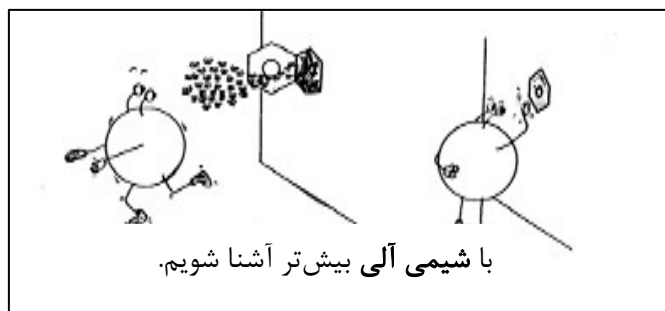
شرح آزمایش: در یک بشر محلول نشاسته را بریزید، در مرحله‌ی بعد محلول A و سپس محلول B و C را به آن بیفزایید. بعد از چند لحظه توالی رنگ‌ها را به ترتیب زیر خواهید دید: آبی تیره، بی‌رنگ، زرد، طلایی، قهوه‌ای و دوباره آبی تیره. در مرحله‌ی اول آب‌اکسیژنه به وسیله‌ی یدیک‌اسید، اکسید می‌شود:



در مرحله‌ی دوم واکنش، اکسایش مولکول ید به وسیله‌ی آب‌اکسیژنه انجام می‌شود:



نتیجه‌ی این واکنش‌ها، تجزیه‌ی هیدروژن‌پراکسید به آب و اکسیژن می‌باشد. نشاسته مولکول ید ( $I_2$ ) را در ساختار خود جذب می‌کند و رنگ آن آبی تیره می‌شود.



### آزمایش ۲۸: اکسید و احیا آبی متیلن

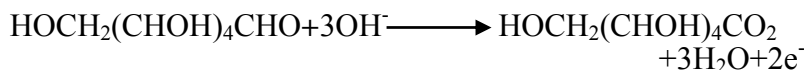
شناساگرها در شیمی جایگاه ویژه‌ای دارند در این دو آزمایش شما را با شناساگر معروف آبی متیلن<sup>۱</sup> آشنا می‌کنیم و آزمایش‌های جالب آن را آموزش می‌دهیم.

#### الف) از آبی تا بی‌رنگی

مواد و وسایل لازم: پتاسیم‌هیدروکسید، گلوکز، آبی متیلن.

شرح آزمایش: در یک ارلن ۵ گرم پتاسیم‌هیدروکسید (KOH) را در آب حل کنید. ۳ گرم دکستروز (گلوکز) را نیز در آن محلول، حل نمایید و مقدار کمی آبی متیلن به آن بیفزایید. بعد از افزایش شناساگر، رنگ محلول آبی به نظر می‌رسد، ولی کم‌کم محو و بی‌رنگ می‌شود. اگر محلول را روی میز بدون حرکت بگذارید، دوباره آبی شده، با تکان دادن شدید بی‌رنگ می‌گردد. چرا؟

تغییرات رنگ به دلیل واکنش اکسید و احیا برگشت‌پذیر شناساگر آبی متیلن می‌باشد. در محیط قلیایی، گلوکز به D-گلوکونیک‌اسید یا  $\alpha$ -D-گلوکونولاکتون اکسید می‌شود:



در مسیر این واکنش آبی متیلن احیا می‌شود و رنگ آن از آبی (حالت اکسید) به بی‌رنگ (حالت احیا) تغییر می‌نماید. تکان دادن ارلن باعث می‌شود اکسیژن هوا وارد محلول شده و آبی متیلن را اکسید نماید.

---

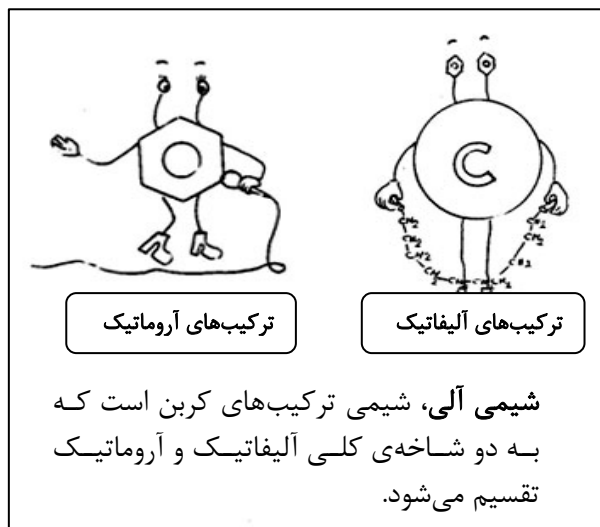
1- methylene blue

### ب) محلول درخشان

مواد و وسایل لازم: آهن(II)سولفات، سولفوریک‌اسید، آبی متیلن

شرح آزمایش: در یک بشر مقداری آهن(II)سولفات ( $\text{FeSO}_4$ ) را در سولفوریک‌اسید حل نمایید و به آن آبی متیلن بیفزایید. بشر را روی یک هم‌زن مغناطیسی قرار دهید تا بچرخد. اطاق را تاریک کنید و یک لامپ با شدت زیاد را بر روی محلول بتابانید؛ محلول می‌درخشد و نورافشانی می‌کند.

با روشن کردن لامپ، رنگ آبی شناساگر کم‌کم ناپدید شده، محلول بی‌رنگ می‌گردد (احیا شناساگر). نور لامپ وقتی به محلول بی‌رنگ تابید، آن را درخشان می‌نماید. بعد از خاموش کردن لامپ، محلول دوباره آبی می‌شود. سازوکار این واکنش هنوز روشن نیست و فقط به این نتیجه رسیده‌اند که گاز اکسیژن در این تغییر رنگ بی‌اثر می‌باشد، چون اگر محلول را گاززدایی کنند، باز هم واکنش انجام می‌شود. به احیایی که با حضور نور انجام می‌شود، احیا فوتوشیمیایی می‌گویند.



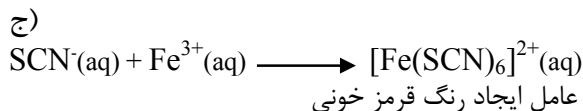
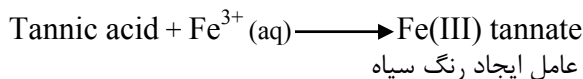
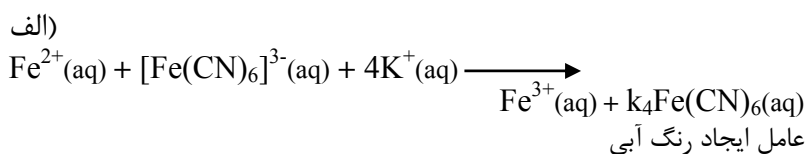
### آزمایش ۲۹: تغییر رنگ

#### الف) پوستره‌های خوش‌آمدگو

مواد و وسایل لازم: آهن (III) کلرید، پتاسیم تیوسیانات، تانیک‌اسید، آمونیوم‌سولفات، پتاسیم‌فروسیانید.  
شرح آزمایش:

الف) جملات مربوط به خوش‌آمدگویی را بر روی صفحه‌ی بزرگی از کاغذ صافی واتمن بنویسید و با محلول  $\text{FeCl}_3$  (آهن (III) کلرید) آغشته کنید (کاری شبیه رنگ زدن با قلم‌مو). با استفاده از محلول‌های بی‌رنگ زیر، می‌توان رنگ‌های متفاوتی بر روی پوستر ایجاد کرد. پتاسیم تیوسیانات ( $\text{KSCN}$ ) برای رنگ قرمز، پتاسیم‌فروسیانات ( $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ ) برای رنگ آبی و تانیک‌اسید ( $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_4$ ) برای رنگ سیاه.

ب) سطح یک پوستر را به وسیله‌ی مخلوطی از پتاسیم‌فروسیانید خشک و آمونیوم‌سولفات ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) بدون آب، آغشته کنید و سپس با قلم‌مویی که در آب فرو برده شده، نقاشی را رنگ آبی کنید  
ج) اگر کاغذی در محلول پتاسیم تیوسیانات ( $\text{KSCN}$ ) غلیظ خیسانده شود، بعد از خشک شدن، اگر انگشت خود را در محلول رقیق  $\text{FeCl}_3$  فرو کرده، روی کاغذ بکشید، یک تصویر خونین بر روی کاغذ رسم می‌شود.







### آزمایش ۳۰: نوشته‌ی سحرآمیز

بر روی یک کاغذ بزرگ، سؤال‌ی را با مرکب صورتی بنویسید. سپس کاغذ را با شعله یا یک سشوار قوی گرم کنید. نوشته‌ی صورتی، آبی‌رنگ و جواب پدیدار می‌شود.

مواد و وسایل لازم: محلول‌های زیر را تهیه کنید.

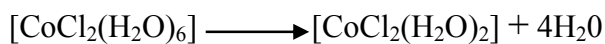
محلول A: در این مورد می‌توان از سرکه، آب‌لیمو یا محلول ۱۰٪ آمونیوم کلرید ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) یا آمونیوم سولفات آهن(III) استفاده کرد.  
 محلول B: محلول ۱۰٪ کبالت(II) کلرید ( $\text{CoCl}_2$ ) را تهیه کنید. در زمان انجام کار از عینک ایمنی و دستکش استفاده نمایید؛ چون کبالت(II) کلرید سمی است.

شرح آزمایش: ابتدا یک سؤال و جواب آن را در نظر بگیرید. مثلاً

سؤال: فرمول آمونیوم کلرید چیست؟ و جواب:  $\text{NH}_4\text{Cl}$

با استفاده از یک قلم‌موی کوچک و محلول A عبارت  $\text{NH}_4\text{Cl}$  را در پایین یک کاغذ بزرگ نوشته، فرصت دهید تا کاغذ خشک شود. وقتی برای شروع آزمایش آماده شدید، در قسمت بالای کاغذ و با قلم‌موی دیگر و محلول B بنویسید: فرمول آمونیوم کلرید چیست؟

به وسیله‌ی چراغ بونزن، با احتیاط و بادقت روی کاغذ را حرارت دهید، سؤال به آبی‌رنگ تبدیل می‌شود ( در صورت حرارت دادن بیش‌تر، سیاه می‌شود) و فرمول آن در پایین کاغذ ظاهر می‌گردد.  
 محلول کبالت کلرید که به عنوان مرکب برای نوشتن سؤال استفاده شد، ضمن خشک شدن آب از دست می‌دهد و سؤال نوشته شده، تغییر رنگ می‌یابد. کمپلکس صورتی کبالت شامل ۶ مولکول آب است که با تغییر آن به ۳ مولکول آب، کمپلکس آبی رنگ می‌شود.



برای تنوع می‌توانید محلول B را با محلول رقیق آمونیاک حاوی چند قطره شناساگر فنل‌فتالین تغییر دهید. با حرارت، محلول ارغوانی بازی بی‌رنگ خواهد شد.

### آزمایش ۳۱: تصویرهای زیبا و عجیب

مواد و وسایل لازم: کبالت(II) کلرید، کبالت(II) استات، آب، شمع، دو عدد قلم مو.

شرح آزمایش: در دو ظرف جداگانه، چند بلور کبالت(II) کلرید ( $\text{CoCl}_2$ ) آب‌دار و بلورهایی از کبالت(II) استات ( $\text{CoOCoCH}_3$ ) را در آب حل کنید. در داخل هر کدام از ظرف‌ها یک قلم‌مو قرار دهید. تصویری را روی یک صفحه‌ی کاغذ نقاشی کنید؛ مثلاً صورت شخصی را بکشید. صورت را با یک قلم‌مو و موی سر را با قلم‌موی دیگر بکشید. تصویر به رنگ صورتی روشن مشاهده می‌شود. وقتی آن را روی شعله‌ی شمع گرم کنید، صورت به رنگ سبز متمایل به آبی تیره و موی سر به رنگ بنفش پررنگ نمایان می‌شود.



فولرن ( $\text{C}_{60}$ ) یکی از آلوتروپ‌های (دگرشکل) کربن می‌باشد که شکل توپ فوتبال است.

### آزمایش ۳۲: قرمز، سفید، آبی

چند محلول آماده را به دوستانتان نشان دهید و از ترکیب آن‌ها، زیبایی رنگ‌های جادویی را زینت محفل گرمتان کنید.

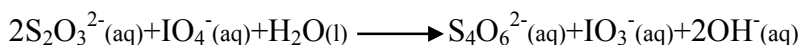
**مواد و وسایل لازم:** سدیم سولفیت، کادمیم نیترات، سدیم پنتا متوکسی تری فنیل متانول، هیدروکلریک اسید، سه عدد بشر.

**شرح آزمایش:** سه محلول زیر را تهیه و به ترتیب با هم ترکیب کنید. محلول A: سدیم سولفیت ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) را در آب حل نمایید و با ۲،۴،۲،۴- پنتامتوکسی تری فنیل متانول حل شده در استن، مخلوط کنید.

محلول B: کادمیم نیترات ( $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ ) و هیدروکلریک اسید ( $\text{HCl}$ ) را به آب اضافه کرده، تکان دهید و سپس رقیق نمایید.

محلول C: سدیم پنتا متوکسی تری فنیل متانول ( $\text{NaIO}_4$ ) را در آب حل کنید. از مخلوط کردن محلول‌های A و B، محلول قرمز رنگی به وجود می‌آید. با افزایش محلول C، محلول سفید شیری می‌شود و بعد از چند لحظه، رنگ آبی ظاهر می‌گردد.

هیدروکلریک اسید در محلول B باعث می‌شود تا شناساگر پنتامتوکسی تری فنیل متانول به رنگ قرمز دیده شود. با افزایش محلول C طبق واکنش زیر pH زیاد شده، شناساگر بی‌رنگ می‌شود.



با بی‌رنگ شدن محلول، سوسپانسیون سفید شیری  $\text{Cd}(\text{IO}_4)^{2+}$  ظاهر می‌گردد. با افزایش pH شناساگر تیمول فتالئین را به محلول اضافه کنید تا آبی‌رنگ شود.

## آزمایش ۳۳: زنگ‌زدن

مواد و وسایل لازم: تعدادی لوله‌ی آزمایش، چوب‌پنبه، پارافین (یا وازلین)، نمک، آب مقطر، آب معمولی، تعدادی تیغ.

شرح آزمایش: در هر لوله‌ی آزمایش، یک تیغه (مثل تیغ‌های صورت‌تراشی) قرار دهید. لوله‌ی آزمایش شماره‌ی ۱ را تا نیمه از آب پر کنید، به طوری که نمونه‌ی تیغ به طور کامل در آب باشد. در لوله‌ی آزمایش را با چوب‌پنبه ببندید.

در لوله‌ی آزمایش ۲، آب عاری از هوا بریزید؛ می‌توانید از آب جوشیده و سرد شده، استفاده نمایید. مقداری پارافین به چوب‌پنبه بمالید تا از رسیدن هوا به نمونه جلوگیری شود. سپس در لوله‌ی آزمایش را محکم ببندید.

در لوله‌ی آزمایش شماره‌ی ۳ کلسیم کلرید بی‌آب ( $\text{CaCl}_2$ ) قرار دهید و با چوب‌پنبه آغشته به پارافین، در آن را ببندید. لوله‌ی آزمایش ۴ را با آب نمک پر کنید و در آن را با چوب‌پنبه ببندید. بعد از ۱۰ روز تیغ‌های لوله‌های آزمایش ۱ و ۴ زنگ می‌زند ولی در لوله‌ی ۲ و ۳ تغییری مشاهده نمی‌شود.

آب و اکسیژن دو عامل مهم برای زنگ‌زدن (اکسید شدن) آهن هستند. در لوله‌ی شماره‌ی ۲، هوای حل‌شده در آب خارج شده است، بنابراین اکسیژن لازم برای زنگ‌زدن وجود ندارد. در لوله‌ی ۳ کلسیم کلرید بی‌آب به عنوان جذب‌کننده رطوبت است؛ در نتیجه آب و هوایی برای اکسیدشدن در دسترس آهن نیست (چوب‌پنبه‌ی آغشته به پارافین از ورود هوا جلوگیری می‌کند).

در لوله‌ی ۴ نمک به زنگ‌زدن تیغ‌ها کمک می‌کند. زیرا در آب نمک، به خاطر وجود یون‌های کلرید، سولفات، نیترات و غیره هیدرولیز خفیفی صورت می‌گیرد. بر اثر هیدرولیز، هیدروکلریک‌اسید و یون هیدروکسید ( $\text{OH}^-$ ) تشکیل می‌شود که شرایط را برای زنگ‌زدن مناسب‌تر می‌کند.

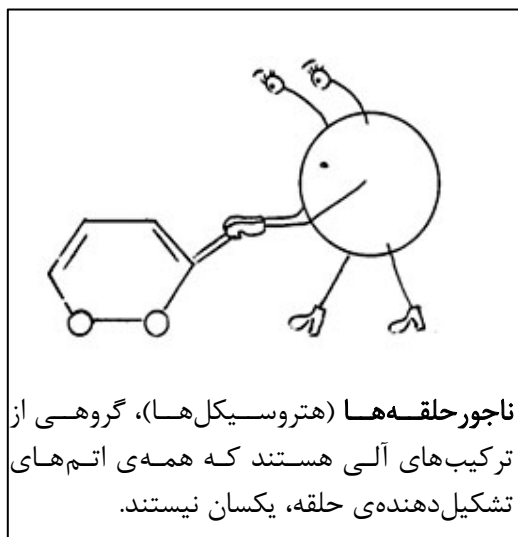
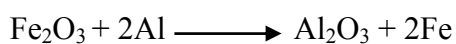
### آزمایش ۳۴: احیا زنگ آهن

اگرچه آهن در فرایند اکسید شدن، تولید  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  می‌کند، ولی می‌توان آن را به وسیله فلز آلومینیم احیا کرد.

مواد و وسایل لازم: آهن(III) اکسید یا زنگ آهن، آلومینیم، شعله.

شرح آزمایش: مخلوطی از زنگ آهن و آلومینیم را آماده کنید. با حرارت این مخلوط را شعله‌ور نمایید. آهن سفید مذاب از این مخلوط بیرون می‌ریزد.

آلومینیم یک فلز احیاکننده قوی است که در یک واکنش گرماده، زنگ آهن را به عنصر آهن احیا می‌کند.



## آزمایش ۳۵: پیل الکتروشیمیایی

مواد و وسایل لازم: آب جوش، ژلاتین، نمک طعام، پتاسیم‌هگزاسیانوفرات، فنل‌فتالئین، میخ، ظرف پیرکس.

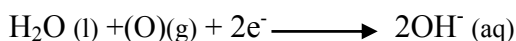
شرح آزمایش: یک فنجان آب جوش تهیه کنید و در آن ۱٫۵ قاشق ژلاتین، یک‌هشتم قاشق نمک طعام و یک‌هشتم قاشق بلور پتاسیم‌هگزاسیانوفرات (پتاسیم‌فری‌سیانید) و ۱۰-۸ قطره فنل‌فتالئین بریزید و مخلوط را خوب بهم بزنید. میخ تمیزی را در یک بشقاب پیرکس قرار دهید و محلول را روی میخ بریزید و بگذارید یک شب بماند. مشاهده خواهید کرد که نقاطی به رنگ صورتی و آبی در روی میخ پدیدار می‌شود.

میخ به صورت یک پیل الکتروشیمیایی درمی‌آید. جایی که یون  $Fe^{2+}$  تشکیل می‌شود، آند است که با پتاسیم‌فری‌سیانید ترکیب و رنگ آبی ظاهر می‌گردد. در کاتد پیل، یون‌های  $OH^-$  تشکیل می‌شود و فنل‌فتالئین به رنگ صورتی درمی‌آید.

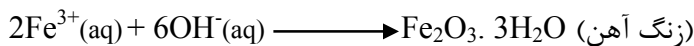
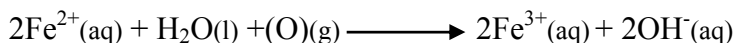
فرایند زنگ زدن آهن در حقیقت پیل الکتروشیمیایی را به وجود می‌آورد. در آند واکنش زیر صورت می‌گیرد.



الکترون‌های آزادشده از واکنش فوق به سمت کاتد می‌رود و طبق واکنش زیر یون‌های هیدروکسید را تولید می‌کند.



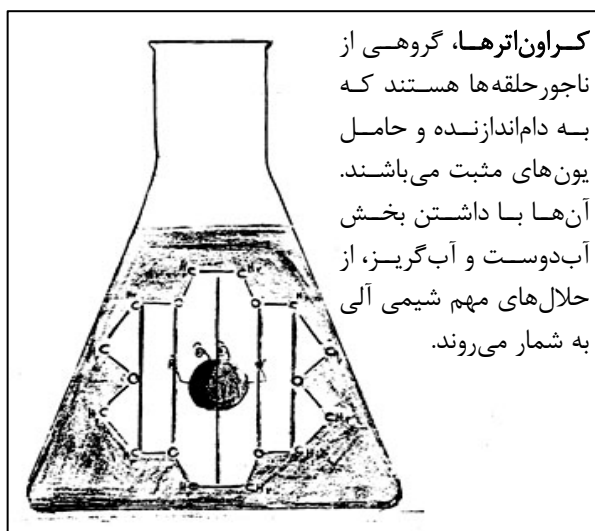
تحت تأثیر اکسیژن محلول در آب، فعل و انفعالاتی صورت می‌گیرد که درنهایت، منجر به تشکیل زنگ آهن یا اکسید فریک آبدار، می‌شود.



### آزمایش ۳۶: تمیز کردن نقره

مواد و وسایل لازم: جسم نقره، جوش شیرین، آب، ظرف آلومینیمی. شرح آزمایش: در یک ظرف آلومینیمی تمیز، یک قاشق نقره که کمی سیاه شده است، قرار دهید و در ظرف آب بریزید تا روی قاشق را بپوشاند. آن گاه یک قاشق جوش شیرین به آب اضافه کنید و ظرف را روی چراغ گاز به مدت چند دقیقه در حال جوشیدن قرار دهید. قاشق نقره سفید می‌شود. با یک دستمال زبر آن را صیقل دهید. شما می‌توانید زینت‌آلات نقره را نیز به همین شیوه تمیز کنید.

در این آزمایش یک واکنش الکتروشیمیایی انجام می‌شود. سطح بیرونی جسم نقره که در تماس با هواست، اکسید می‌شود و نقره‌اکسید ( $Ag_2O$ ) سیاه‌رنگ، ظاهر و جلای نقره را کدر می‌کند. نقره‌اکسید در محلول جوش شیرین به محصول  $Ag(HCO_3)$  تبدیل می‌شود و با تشکیل یون نقره ( $Ag^+$ )، سطح نقره دوباره جلای خود را به دست می‌آورد.



کراون‌ترها، گروهی از ناجور حلقه‌ها هستند که به دام‌اندازنده و حامل یون‌های مثبت می‌باشند. آن‌ها با داشتن بخش آب‌دوست و آب‌گریز، از حلال‌های مهم شیمی آلی به شمار می‌روند.

### آزمایش ۳۷: روشن شدن لامپ با نارنج

#### الف) الکترولیز نارنج

مواد و وسایل لازم: نارنج، باطری، لامپ.

شرح آزمایش: یک نارنج یا پرتقال را انتخاب کرده، درون آن دو الکتروود زغالی یا دو تیغه‌ی نازک فلزی قرار دهید. دو سر آن را به یک باطری و لامپ کوچک متصل کنید. لامپ روشن می‌شود. نارنج به عنوان الکتروولیت عمل می‌کند و ضمن الکترولیز، لامپ روشن می‌شود.

#### ب) پیل نارنج

مواد و وسایل لازم: نارنج، تیغه‌ی روی، تیغه‌ی مس، لامپ.

شرح آزمایش: ۶ تا نارنج را به صورت سری ببندید، به طوری که در هر نارنج یک تیغه‌ی مس و یک تیغه‌ی روی قرار داشته باشد. تیغه‌ی روی نارنج را به وسیله‌ی سیم‌های مسی به تیغه‌ی مس نارنج دیگر متصل کنید و تا آخر، این کار را انجام دهید. یک لامپ (دیود) را به سیم‌ها وصل کرده تا لامپ روشن شود.

### آزمایش ۳۸: پیل انسانی

امروز برای دوستانتان از تولید برق صحبت کنید و از آن‌ها بخواهید تا یک منبع تولید برق را به همه معرفی کنند. نوبت به شما می‌رسد، شما دست‌های خود را نشان دهید و اعلام کنید بدن ما نیز برق تولید می‌کند و شما می‌توانید مقدار آن را مشاهده کنید.

مواد و وسایل لازم: دو صفحه از جنس مس و روی، تخته‌ی چوبی، میلی‌آمپر متر.



**شرح آزمایش:** دو صفحه از جنس مس و روی به ابعاد  $20 \times 25$  سانتی‌متر به فاصله ۱۰ سانتی‌متر از هم، روی یک تخته بچسبانید. هر یک از صفحه‌ها را به وسیله‌ی یک سیم به یک میلی‌آمپر متر وصل نمایید به طوری که قطب منفی به صفحه‌ی روی و قطب مثبت به مس متصل شود.

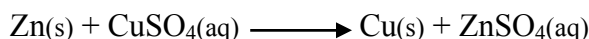
برای انجام آزمایش کافی است که هر شخص کف دستان خود را روی صفحه‌ها قرار دهد. در این پیل انسانی، عرق کف دست به عنوان الکترولیت می‌باشد و بدن مانند یک رسانا عمل می‌کند. هرچه رطوبت کف دست شما بیشتر باشد، میزان جریان تولید شده نیز بیشتر است.



## آزمایش ۳۹: احیا و اکسید مس در حضور روی

## الف) مس در حضور روی احیا می‌شود

مواد و وسایل لازم: مس (II) سولفات، فلز روی، روی سولفات، فلز مس. شرح آزمایش: در بشر A محلول مس (II) سولفات ( $\text{CuSO}_4$ ) بریزید تا نیمی از ظرف پر شود. یک میله از جنس فلز روی (Zn) را در محلول قرار دهید. در بشر B محلول روی سولفات ( $\text{ZnSO}_4$ ) را آماده کنید و یک میله از جنس فلز مس (Cu) را در آن بگذارید. بعد از چند روز محلول‌ها را نگاه کنید. در بشر A میله‌ی روی، پوشیده از فلز مس سیاه‌رنگ می‌شود ولی در بشر B هیچ تغییری مشاهده نمی‌گردد. اکسیدشدن زمانی اتفاق می‌افتد که عدد اکسایش یک اتم بزرگ‌تر باشد و احیا زمانی انجام می‌شود که عدد اکسایش اتم کم‌تر باشد. در بشر A، یون مس قادر است که فلز روی را اکسید نماید، چون اکسیدکننده‌ی قوی‌تری از اتم روی می‌باشد. بنابراین در بشر B هرگز واکنشی انجام نخواهد شد.



## ب) مس در حضور روی اکسید می‌شود


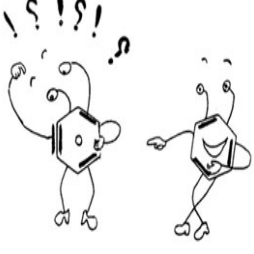
بخش (الف) را عنوان کردیم تا این آزمایش زیباتر به نظر بیاید. در این قسمت شما می‌توانید ببینید که عکس واکنش بالا اتفاق می‌افتد.

مواد و وسایل لازم: دی‌متیل سولفوکسید، کربن تتراکلرید، سکه.

شرح آزمایش: در یک بشر، مخلوطی از حلال‌های دی‌متیل سولفوکسید (DMSO) و کربن تتراکلرید ( $\text{CCl}_4$ ) را تهیه کنید. یک سکه را در آن بیندازید و با شیشه‌ی ساعت، بشر را بپوشانید. بعد از چند روز فلز مس موجود در سکه حل می‌شود (یعنی مس اکسید

می‌شود) ، ولی فلز روی بدون تغییر باقی می‌ماند. عدد اکسایش روی بیش‌تر از مس می‌باشد و اگر شرایط برای اکسیدشدن فراهم است، روی باید اکسید گردد. اما در این واکنش فرایندی معکوس انجام می‌شود. چرا؟

فلز مس در این محلول به محصول‌های بی‌رنگ  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{DMSO}$  و کربن‌مونوکسید (CO) تبدیل می‌شود. مسیر این واکنش از حدواسطی به نام دی‌کلروکاربن ( $\text{CCl}_2$ ) می‌گذرد که حدواسطی بسیار فعال است. البته حدواسط دیگری به نام فسژن ( $\text{COCl}_2$ ) نیز تولید می‌شود. این واکنش عادی نیست؛ چون مس در آن اکسید می‌شود. محصول‌های به دست‌آمده، آن‌قدر پایدار و مقاوم هستند که مس می‌تواند در حضور روی اکسید گردد.

 <p>Friedrich August Kekule</p> <p>ککوله، فرم‌های رزونانسی بنزن را پیشنهاد کرد.</p>	 <p>حدواسط‌ها در مسیر واکنش تولید می‌شوند و بسیار فعالند. مانند: بنزاین یا دی‌کلروکاربن.</p>
---	---

### آزمایش ۴۰: بلورهای خزه‌ای

مواد و وسایل لازم: سرب‌استات حل‌شده در آب مقطر، نوار مارپیچی و طولانی روی، ارلن بزرگ.

شرح آزمایش: صفحه‌ای از فلز روی را به صورت نوارهای بلند و باریک قطع کنید و آن را به شکل مارپیچ درآورید. در یک ارلن، محلولی از سرب‌استات  $(\text{Pb}(\text{OCOCH})_2)$  حل شده در آب مقطر تهیه نمایید و نوار مارپیچ روی را توسط یک چوب‌پنبه، داخل ارلن آویزان کنید. بلورهای سرب به صورت خزه رسوب می‌کند.

فلز روی (Zn)، به سرعت با سرب‌استات ترکیب می‌شود. فلز روی (Zn)، به یون روی  $(\text{Zn}^{2+})$  تبدیل شده، به داخل محلول می‌رود و بلورهای کوچک سرب (Pb) به جای روی رسوب می‌کند. فعل و انفعالات روی، هم زمان با احیای یون‌های سرب  $(\text{Pb}^{2+})$  انجام می‌شود.

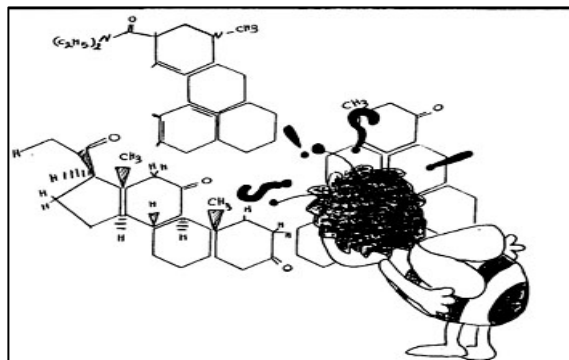
### آزمایش ۴۱: تحقق رویای کیمیاگران

شما نیز بارها شنیده‌اید که کیمیاگران قدیم تلاش می‌کردند تا مس را به طلا تبدیل کنند. شما امروز به دوستانتان ثابت کنید که به این آرزوی کیمیاگران، جامه‌ی عمل می‌پوشانید.

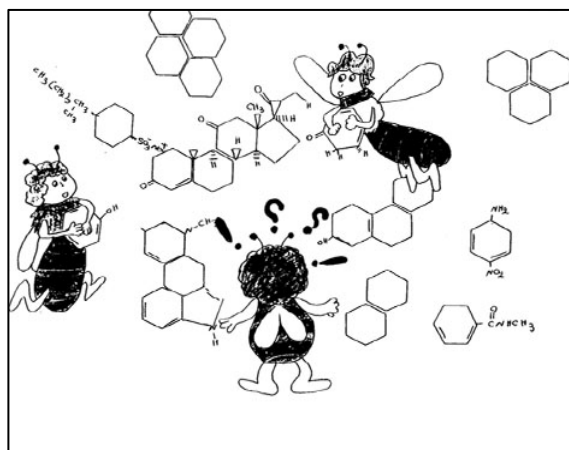
مواد و وسایل لازم: سکه‌ی مسی، سدیم‌هیدروکسید، فلز روی، بشر.

شرح آزمایش: سکه‌ی مسی را درون بشری که دارای محلول سدیم‌هیدروکسید و قطعه‌های فلز روی می‌باشد، قرار دهید و آن را به ملایمت گرم کنید؛ سکه‌ی مسی نقره‌ای رنگ می‌شود. با ادامه‌ی گرم کردن همین سکه، مشاهده می‌کنید که به رنگ زیبای طلایی، تغییر رنگ می‌دهد. اما علت این تغییر رنگ‌های شگفت‌انگیز در چیست؟

وقوع یک واکنش الکتروشیمیایی درون محلول و در سطح مس، تغییر رنگ اول را ایجاد را می‌کند. طی این واکنش، سطح مس با روکشی نازک از فلز روی پوشیده می‌شود که به سکه‌ی مسی، جلوهای نقره‌ای می‌بخشد. وقتی که همین سکه را با شعله گرم می‌کنید، روکش فلزی روی، در سطح مس نفوذ می‌کند و به دنبال این پدیده‌ی فیزیکی، لایه‌ای نازک از آلیاژ مس - روی (آلیاژ برنج) در سطح سکه‌ی مسی تشکیل می‌شود که جلوهای طلایی رنگ به آن می‌بخشد.



از مسایل اصلی در شیمی آلی، آگاهی از طرز قرار گرفتن اتم‌ها در مولکول‌ها و یا تعیین ساختار ترکیب‌ها می‌باشد.



آزمایش ۴۲: هر که بامش بیش، برفش...  
مواد و وسایل لازم: آب، اتانول، بشر یک لیتری.

شرح آزمایش: در یک بشر، ۵۰۰ میلی‌لیتر اتانول خالص را به همان حجم آب بیفزایید. از روی درجه‌های تنظیم‌شده بر دیواره‌ی بشر، انتظار دارید حجم به دست آمده، ۱۰۰۰ میلی‌لیتر باشد. ولی از ترکیب این دو مایع، ۹۷۰ میلی‌لیتر محلول در بشر دیده می‌شود. یعنی با افزایش دو مایع حجم آن‌ها کاهش می‌یابد.

آب و الکل‌ها مایعات قطبی هستند و می‌توانند با هر نسبتی با هم ترکیب شوند. این مایعات بر اساس بارهایی که حمل می‌کنند و پیوندهای هیدروژنی که تشکیل می‌دهند، شبکه‌ی بین مولکولی به وجود می‌آورند. به علت ضرورت شکل شبکه‌ها (شبکه‌ها فضای خالی دارند)، مایعات به هم فشرده نمی‌شوند. وقتی دو مایع مخلوط می‌شوند، مولکول‌های مایع می‌توانند به فضای قابل دسترس مایعات دیگر بروند؛ در نتیجه حجم مخلوط آن‌ها کاهش می‌یابد.



### آزمایش ۴۳: کشش سطحی و پیوند هیدروژنی آب

این آزمایش‌ها به وسایل بسیار ساده‌ای نیاز دارد با انجام آن‌ها مفهوم کشش سطحی و پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آب را بهتر درک کنید.

#### الف) نگه‌داشتن سوزن یا تیغ روی آب

با استفاده از یک دستمال کاغذی، به آرامی سوزن یا یک تیغ نازک را روی سطح آب داخل یک ظرف، بگذارید و با احتیاط دستمال کاغذی را به داخل آب هل دهید. به جای دستمال کاغذی، می‌توانید از کاغذ یا چنگال نیز استفاده کنید.

کشش سطحی آب باعث می‌شود با این‌که چگالی سوزن از آب بیش‌تر است، در آب فرو نرود. یک قطره مایع ظرف‌شویی، روی سطح آب بیندازید؛ بلافاصله سوزن فرو می‌رود. در واقع مایع ظرف‌شویی کشش سطحی آب را کم می‌کند و باعث فرورفتن سوزن می‌شود.

#### ب) لمس سحرآمیز

مقداری آب در تشتک ریخته، گرد گوگرد را روی سطح آن بپاشید، به طوری که روی سطح آب را بپوشاند. سپس از دانش‌آموزان بخواهید تا به سطح آب دست بزنند؛ اتفاقی نخواهد افتاد. حالا شما انگشت خود را درون محلول مایع ظرف‌شویی یا هر ماده‌ی ترکننده‌ی دیگری فرو برده، سطح آب را لمس کنید. مشاهده خواهید کرد، ذرات گوگرد ناگهان ته‌نشین می‌شوند.

کشش سطحی آب سبب می‌شود تا سطح آب مانند غشایی قابل ارتجاع، عمل کند و از فرو رفتن ذره‌های ریزی مانند گوگرد جلوگیری نماید. مواد ترکننده از کشش سطحی آب می‌کاهند و سبب می‌شوند تا ذرات ریز گوگرد به عمق آب فرو روند. در این آزمایش می‌توانید

از ذره‌های فلفل نیز استفاده کنید. هم‌چنین از پودر لباس‌شویی به جای مایع ظرف‌شویی می‌توان استفاده کرد.

### ج) استعداد آب در خوردن سکه

یک لیوان یا شیشه‌ای با دهانه‌ی گشاد را روی میز قرار دهید و آن را تا لبه از آب پر کنید، به طوری که آب لبریز نشود و دیواره‌ی خارجی لیوان خشک بماند. حال تعدادی سکه یا کلید را داخل آب بیندازید. خواهید دید که تعداد غیر قابل‌تصوری سکه در آب جای می‌گیرد بدون این‌که آب از لیوان بیرون بریزد. کشش سطحی آب کمک می‌کند تا سطح آب برآمده شده و از لبه‌های لیوان هم بالاتر برود.

### د) قایق صابونی

یک قایق کاغذی بسازید. یک شکاف در عقب قایق به وجود آورده، تکه‌ای صابون را در آن قرار دهید. این قایق را روی سطح آرام آب در یک ظرف بزرگ بگذارید. کاهش کشش سطحی در عقب قایق و کشش سطحی آب از جلو قایق، باعث حرکت آرام آن می‌شود. در واقع صابون به عنوان سوخت قایق به کار رفته است.

### ه) رنگ کردن با آب

محلولی از رنگ خوارکی (در شیرینی‌پزی‌ها استفاده می‌شود) را در آب بسازید. سپس قسمت انتهایی ساقه‌ی یک گل میخک تازه را بریده و آن را از قسمت بریده‌شده در این محلول قرار دهید. پس از ۲۴ ساعت رنگ گلبرگ‌ها را ببینید.

می‌توانید برای به دست آوردن نتیجه‌ی جالب‌تر، ساقه‌ی گل را از وسط بشکافید و نصف آن را در یک محلول و نصف دیگر آن را در محلولی با رنگ دیگر قرار دهید تا یک گل میخک رنگ و وارنگ به

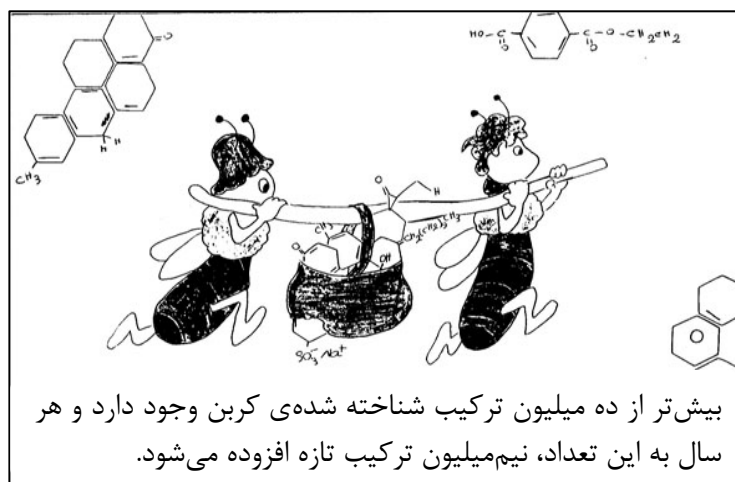


دست آورید. این آزمایش را با انواع گل‌ها و گیاهانی مانند کرفس نیز می‌توانید تکرار کنید.

### ی) جریان‌های دارای جاذبه

با مداد چهار سوراخ در یک لیوان یک‌بار مصرف ایجاد کنید. سوراخ‌ها باید نزدیک به هم و در یک خط مستقیم و در قسمت پایین لیوان باشد. لیوان را از آب پر کنید. جریان‌های آب ضمن خارج شدن از چهار سوراخ، به هم می‌پیوندند و یک جریان یا گاهی دو جریان تشکیل می‌دهند.

پیوند هیدروژنی بین مولکول‌های آب، جریان‌های مجزا را به سمت هم می‌کشد. اگر جریان‌ها به طور خودبه‌خود به هم نپیوستند، با هدایت دست آن‌ها را بچسبانید.



### آزمایش ۴۴: شعله‌ی آبی

مواد و وسایل لازم: ۴ گرم آمونیوم‌نیترات، ۱ گرم آمونیوم‌کلرید، پودر روی، صفحه‌ی نسوز، قطره‌چکان.

شرح آزمایش: آمونیوم‌نیترات ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )، آمونیوم‌کلرید ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) و پودر روی ( $\text{Zn}$ ) را به طور جداگانه ساییده و نرم کنید. در روی صفحه‌ی نسوزی، آمونیوم‌نیترات و آمونیوم‌کلرید را به صورت توده‌ی کوچکی درآوردید. یک فرورفتگی در وسط مواد درست کنید و کنار بایستید. با احتیاط به وسیله‌ی قطره‌چکان یک تا دو قطره آب روی آن بریزید؛ شعله‌ی آبی همراه با دود تولید می‌شود.

هدف از این آزمایش اثر کاتالیزگری آب بر روی مخلوطی از مواد اکسیدکننده و احیاکننده می‌باشد. در غیاب آب، واکنش صورت نمی‌گیرد؛ زیرا برای شروع نیاز به انرژی فعال‌سازی (اکتیواسیون) دارد.

### آزمایش ۴۵: آتش سبز خودبه‌خودی

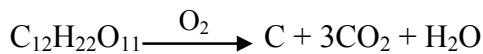
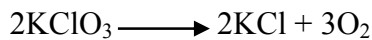
مواد و وسایل لازم: لوله‌ی آزمایش، آمونیوم‌نیترات، آمونیوم‌کلرید، باریم‌نیترات، پودر فلز روی، صفحه‌ی نسوز، آب.

شرح آزمایش: در یک لوله‌ی آزمایش، ۴ گرم آمونیوم‌نیترات، یک گرم آمونیوم‌کلرید، نیم گرم باریم‌نیترات ( $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ) بریزید. ۴ گرم پودر فلز روی را در یک شیشه‌ی خیلی کوچک (به حجم ۲ میلی‌لیتر) بریزید. در هنگام اجرای نمایش، پودر روی را به شیشه‌ی بزرگ‌تر بیفزایید و در آن را گذاشته، به شدت تکان دهید. مخلوط خاکستری‌رنگ را بر روی یک سطح نسوز، به صورت یک کپه درآورید. چند قطره آب بر روی کپه بپاشید. آتش سبزرنگی به طور خودبه‌خودی فوران می‌کند.

### آزمایش ۴۶: آتش سرخ خودبه‌خودی

مواد و وسایل لازم: پتاسیم کلرات، استرنسیم نیترات، سولفوریک اسید، شکر، لوله‌ی آزمایش، سطح نسوز.

شرح آزمایش: یک شیشه‌ی کوچک یا لوله‌ی آزمایش خیلی کوچک را با پتاسیم کلرات ( $KClO_3$ ) پر کنید و در آن را ببندید. لوله‌ی آزمایش دیگری را با شکر و حدود ۰.۵ گرم استرنسیم نیترات ( $St(NO_3)_2$ ) پر کنید و در آن را ببندید. لوله‌ها را تا زمان آزمایش در یک بشر ۱۵۰ میلی‌لیتری نگهدارید. درست در زمانی که برای نمایش آماده شدید (نه قبل از آن)، محتوای دو لوله را در یک بشر تمیز و خشک، به طور کامل مخلوط کنید و با یک میله‌ی هم‌زن خشک و تمیز خوب بهم بزنید. روی یک سطح نسوز مانند پنبه‌ی کوهی ۱ تا ۳ میلی‌لیتر سولفوریک اسید غلیظ بریزید. اتاق را تاریک کنید و مخلوط را روی اسید بریزید و عقب بایستید. پس از ایجاد قدری سروصدا شعله‌ی سرخ شدیدی ایجاد می‌شود.



برخی از ترکیب‌های  
آلی از منابع گیاهی و  
جانوری به دست  
می‌آیند، لیکن بسیاری  
از آنها نیز سنتز  
می‌شوند و یا از سایر  
مواد آلی تهیه  
می‌گردند.

### آزمایش ۴۷: سوختن قند

#### الف) شعله‌ور شدن قند

مواد و وسایل مورد نیاز: قند، ظرف بزرگ، خاکستر سیگار.  
شرح آزمایش: کمی خاکستر سیگار را روی صفحه‌ای بریزید و یک حبه‌ی قند را به این خاکستر آغشته کنید. قند را در یک بشقاب بگذارید و کبریت افروخته‌ای را به آن نزدیک نمایید. قند می‌سوزد و مشتعل می‌شود.

سوختن شکر یا قند با ایجاد شعله نیست، بلکه فقط می‌سوزد و کربن سیاه‌رنگ و آب تولید می‌کند؛ چون در ساختار قندها نسبت اکسیژن به کربن خیلی بیش‌تر است. در این آزمایش، خاکستر سیگار به عنوان یک کاتالیزگر عمل می‌کند و سوختن شمع را آسان می‌نماید.

#### ب) موز سیاه

مواد و وسایل مورد نیاز: شکر، سولفوریک‌اسید، بشر.  
شرح آزمایش: ۱۵ تا ۱۸ میلی‌گرم شکر (ساکارز دانه دانه) را در یک بشر ۳۰ میلی‌لیتری بریزید و ۱۵-۱۲ میلی‌لیتر سولفوریک‌اسید غلیظ به آن بیفزایید. چند ثانیه صبر کنید؛ شکر سیاه خواهد شد و حباب‌های ریز به سمت بالا و بیرون بشر خواهد آمد.  
ساختار قندها که از اکسیژن، کربن و هیدروژن تشکیل شده است، می‌تواند در حضور یک اسید قوی مانند سولفوریک‌اسید تجزیه شده و به کربن سیاه‌رنگ و آب تبدیل می‌شود.



### آزمایش ۴۸: شیمی آتش‌بازی

مواد و وسایل لازم: شکر، پتاسیم کلرات، سولفوریک اسید غلیظ، استرنسیم نیترات، مس کلرید، باریوم کلرید، فلز منیزیم، قطره‌چکان، هاون و دسته‌ی هاون، لوله‌ی آزمایش، بشر پر از شن.

شرح آزمایش: در یک هاون، شکر و پتاسیم کلرات ( $KClO_3$ ) را به طور جداگانه خوب بسایید و آن‌ها را مخلوط کنید. نمک‌های فلزات دیگر مانند: باریوم کلرید ( $BaCl_2$ )، مس کلرید ( $CuCl_2$ )، استرنسیم نیترات ( $Sr(NO_3)_2$ ) و فلز منیزیم را به مخلوط بیفزایید و خوب به هم بزنید. نصف یک لوله‌ی آزمایش را از این مخلوط پر کنید.

لوله‌ی آزمایش را در بشر پر از شن قرار دهید تا به صورت عمودی بایستد. آن را در مکان مناسبی بگذارید (زیر هود یا در هوای آزاد) و یک قطره سولفوریک اسید غلیظ، به آن بیفزایید و عقب بایستید. یک آتش‌بازی زیبا از انواع رنگ‌ها را می‌بینید.



واکنش شکر و پتاسیم کلرات پیچیده‌تر از آن هست که توضیح دهیم. واکنش بین سولفوریک اسید و شکر، گرما تولید می‌کند و باعث سوختن فلز می‌شود. هر عنصری در هنگام سوختن رنگ خاصی دارد. نمک فلزهای مختلف، رنگ‌های گوناگونی را تولید می‌کنند.

**آزمایش ۴۹: شعله‌های رنگی**

برای تولید رنگ در آتش، دو سازوکار وجود دارد: التهاب<sup>۱</sup> و درخشش<sup>۲</sup>. در پدیده‌ی التهاب، تولید نور با کمک حرارت صورت می‌گیرد. گرما باعث می‌شود که ماده ابتدا داغ و نورانی شود و سپس نورهای مادون قرمز، قرمز، نارنجی، زرد و سفید (به ترتیب با افزایش دما) ایجاد شوند. با کنترل دما می‌توان رنگ مناسب را در زمان دلخواه به دست آورد. از فلزهایی نظیر آلومینیم، منیزیم و تیتانیم که خیلی درخشان و روشن می‌سوزند، برای بالا بردن دما می‌توان استفاده کرد. پدیده‌ی درخشش در آزمایش نور سرد توضیح داده خواهد شد.

**مواد لازم:** انواع فلزات و نمک فلزات (به صورت پودر)، آب‌فشان.

**شرح آزمایش:** برای بهتر رنگی شدن شعله، می‌توان از انواع محلول‌های نمک فلزات و فلزات استفاده کرد. محلول‌ها را داخل آب‌فشان جداگانه‌ای بریزید. با آب‌فشان، محلول‌ها را روی شعله بپاشید و تغییر رنگ شعله را ببینید. نمک فلزات را می‌توان در اتانول یا ایزوپروپیل‌الکل حل کرد. برخی از نمک فلزات را باید در مقدار کمی آب حل نمود و سپس به آن، الکل اضافه کرد. اگر فلزات حل نشدند، آن‌ها را باید سایید تا به صورت معلق در مایع دربیایند. در این‌جا تعدادی مثال بیان می‌شود.

---

1 - Incandescence

2 - Luminescence

فلزات یا نمک فلزات	رنگ مشاهده شده
مس استات	شعله‌ی سبز
مس	شعله‌ی آبی - سبز
پتاسیم یدید	شعله‌ی بنفش
منیزیم	جرقه‌ی سفید
آهن	جرقه‌ی زرد
لیتیم کربنات	شعله‌ی آبی
استرنسیم نیترات	شعله‌ی قرمز
سدیم کلرید	شعله‌ی زرد
کلسیم کلرید	شعله‌ی نارنجی

وقتی یک فلز یا نمک فلزی به شعله اضافه می‌شود، واکنش سوختن اتفاق می‌افتد. در این واکنش یک الکترون از حالت پایه، برانگیخته می‌شود و به اربیتال بالاتر می‌رود. این حالت برانگیختگی ناپایدار می‌باشد؛ برای برگشت به حالت پایه، الکترون انرژی اضافی خود را به صورت نور آزاد می‌کند. الکترون فلزهای گوناگون، نورهایی با طول موجهای مختلف را نشر می‌کنند؛ بنابراین شعله‌هایی با رنگ‌های متفاوت دارند. آزمایش شعله می‌تواند روشی برای شناختن یک عنصر ناشناخته باشد.



**آزمایش ۵۰: تست شعله**

با تست شعله<sup>۱</sup> برخی از ترکیب‌های یک نمونه شناخته می‌شود. با استفاده از این آزمایش، شناسایی یون فلزات (و یون‌های مخصوص دیگر) امکان‌پذیر است.

**مواد و وسایل لازم:** نمک فلزات، آب مقطر، هیدروکلریک‌اسید، شعله، سیم یا قطعه‌ی چوب.

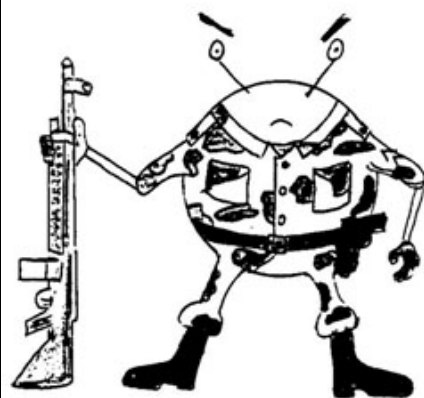
**شرح آزمایش:** ابتدا یک سیم (سیم را باید در هیدروکلریک‌اسید غوطه‌ور کرد و سپس با آب مقطر شستشو داد) یا قطعه‌ای چوب را داخل محلول نمونه یا پودر نمک فلزات قرار دهید. سپس آن را روی شعله بگذارید و از رنگ شعله، نوع فلز را تشخیص دهید.

فلز یا نمک فلزات	رنگ شعله	فلز یا نمک فلزات	رنگ شعله
مس (II) غیرهالید، تیتانیوم	سبز	آنتیموان، تلوریم	سبز کم‌رنگ
منیزیم	سفید	آهن	طلایی
ارسنیک، مس (I)، ایندیم، سرب	آبی	پتاسیم	بنفش یاسی
مس (II) هالید، روی	آبی - سبز	بور	سبز روشن
منگنز (II)، مولیبدن	سبز متمایل به زرد	کلسیم	نارنجی - قرمز
باریم	سبز کم‌رنگ تا سبز معمولی	روبییدیم	قرمز
فسفر	آبی کم‌رنگ - سبز	استرنسیم	قرمز سیر (لاکی)



تست شعله دارای محدودیت‌هایی است؛ به طور مثال شناختن برخی رنگ‌ها مانند شعله‌ی سبز تالیم با شعله‌ی سبز درخشان بور قابل شناسایی نیست که باید از تجزیه‌ی کیفی استفاده کرد. این آزمایش برای شناسایی غلظت کم فلزات در نمونه مناسب نمی‌باشد. ناخالصی‌ها روی رنگ شعله اثرگذار است؛ مثلاً حضور سدیم آن‌قدر رنگ شعله را درخشان می‌کند که بقیه رنگ‌ها را می‌پوشاند. در این مورد از شیشه‌ی کبالت آبی، برای دیدن استفاده می‌شود تا رنگ زرد حذف گردد.

واکنشگر محافظ در واکنش شیمیایی، قسمتی از مولکول را در برابر واکنشگرهای دیگر محافظت می‌کند.



واکنشگر محافظ

## آزمایش ۵۱: ساخت فشفشه

یک مخلوط آتش‌بازی حاوی یک اکسیدکننده، سوخت، ماده‌ی چسبنده و ماده‌ای برای اثرهای ویژه است. نمک‌های پتاسیم ( $\text{KNO}_3$ ) به عنوان اکسیدکننده کاربرد بیش‌تری دارند. البته از  $\text{KClO}_3$  و  $\text{KClO}_4$  نیز استفاده می‌شود. در این بین  $\text{KClO}_4$  ایمنی بیش‌تری دارد. آلومینیوم، منیزیم، تیتان، زغال، گوگرد، آنتیموان سولفید، به عنوان سوخت، به کار می‌رود. ماده‌ی چسبنده به کار برده شده نیز اغلب دکسترین، صمغ قرمز و بسپارهای سنتزی است.

مواد و وسایل لازم: کلرات و نیترات انواع فلزات، شعله.

شرح آزمایش: کلرات و نیترات فلزات در اثر سوختن، رنگ‌های گوناگونی از شعله را تولید می‌کنند. کلرات به کلرید و اکسیژن تبدیل می‌شود. نیترات به نیتريت تبدیل می‌شود و اگر ناپایدار باشد، گازهای اکسیژن و نیتروژن تولید می‌کند. این گازها باعث پراکنده شدن پودرهای فلزی به هوا می‌شود و آن‌ها نیز به اکسیدشدن خود ادامه می‌دهند و در هوا گرما و نور تولید می‌کنند.

جالب‌ترین بخش‌های آتش‌بازی رنگ‌های خیره‌کننده‌ی آن است. نور سفید از اکسایش منیزیم و آلومینیوم فلزی در دمای بالا حاصل می‌شود و جرقه‌های درخشانی که در آتش‌بازی چشم هر بیننده‌ای را خیره می‌کند، از ویژگی‌های مخلوط منیزیم و پتاسیم‌پرکلرات است.

تولید رنگ زرد به راحتی توسط نمک‌های سدیم امکان‌پذیر است. به طور معمول برای مخلوط‌های آتش‌بازی دارای سدیم، از ترکیب‌هایی که جاذب رطوبت نباشند، مانند کریولیت ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ) استفاده می‌شود. سدیم‌اگزالات هم برای تولید رنگ زرد کاربرد دارد. از نمک‌های استرنسیم برای تولید رنگ قرمز استفاده می‌شود. مانند: استرنسیم‌نیترات و استرنسیم‌کربنات. رنگ سبز توسط نمک‌های باریم

مانند  $Ba(NO_3)_2$  ایجاد می‌شود. رنگ آبی که در آتش‌بازی‌ها بسیار کمیاب است از نشر نور از مس(I) کلرید در دمای پایین حاصل می‌گردد.  
اثرهای ویژه:

صدای زوزه: پتاسیم بنزوات یا سدیم سالیسیلات

جرقه‌های سفید: آلومینیوم، منیزیم، آلیاژ آلومینیوم و منیزیم، تیتان

جرقه‌های طلایی: براده‌ی آهن - زغال

شعله‌ی سفید: فلزهای منیزیم و آلومینیوم

دود سفید: مخلوط پتاسیم نیترات و گوگرد

دود رنگی: مخلوط پتاسیم کلرات، گوگرد

### آزمایش ۵۲: ستاره‌های سحرآمیز

مواد و وسایل لازم: میله‌ی آهنی، شعله، سوهان.

شرح آزمایش: یک میله‌ی آهنی را که بر روی شعله‌ی شمعی قرار گرفته، به وسیله‌ی سوهانی بسایید. در اطاق تاریک، جرقه‌های زیبایی تولید می‌شود و شب پرستاره‌ای را به خطر تان می‌آورد.



## آزمایش ۵۳: اکسایش لومینول

در پدیده‌ی نور سرد یا درخشش، تولید نور با استفاده از منابع انرژی غیر از حرارت است و چون در دمای اطاق یا سردتر از آن هم این فرایند می‌تواند رخ دهد، به آن نور سرد می‌گویند. برای تولید پدیده‌ی درخشش، انرژی جذب‌شده توسط الکترون یک اتم یا مولکول، سبب تهییج و ناپایداری آن می‌شود. وقتی الکترون به یک حالت انرژی پایین‌تر برمی‌گردد، انرژی آزاد شده به صورت یک فوتون آزاد می‌شود. انرژی این فوتون از روی طول موج یا رنگ آن، مشخص می‌گردد.

## الف) نور سرد

مواد و وسایل لازم: لومینول (۳-آمینوفتال‌هیدرازید)<sup>۱</sup>، سدیم‌هیدروکسید، هیدروژن پراکسید، پتاسیم‌فری‌سیانید، آب، بشر، قیف.

محلول A و B را آماده کنید.

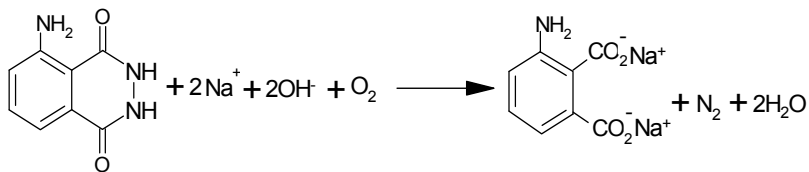
محلول A: ۰٫۱ گرم لومینول، ۵ میلی‌لیتر سدیم‌هیدروکسید (NaOH) ۵٪ و ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب را با هم مخلوط کنید.

محلول B: ۱۰ میلی‌لیتر آب‌اکسیژنه (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ۳۰٪، ۰٫۲۵ گرم پتاسیم‌فری‌سیانید (K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]) و ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب را با هم مخلوط کنید.

شرح آزمایش: محلول‌های A و B را با هم ترکیب کنید. برای زیبایی آزمایش، یک ستون مارپیچ را انتخاب نمایید. در بالای آن یک قیف شیشه‌ای و در پایین ستون، یک بالن بزرگ بگذارید. در داخل بالن مقدار کمی فلوئورسین، پتاسیم‌فری‌سیانید و چند میلی‌لیتر NaOH ۵٪ بریزید (این قسمت آزمایش اختیاری است).

اطاق را تاریک کنید. محلول‌های A و B را به طور هم‌زمان در قیف بریزید. در هنگام عبور از ستون مارپیچ نور آبی متمایل به سبزی می‌درخشد. وقتی این محلول به بالن می‌رسد، ناگهان سبز درخشان می‌شود (در اثر فلوئورسین).

طبق واکنش زیر، اکسایش لومینول در حضور سدیم‌هیدروکسید با آب‌اکسیژنه یا سدیم‌هیپوکلریت انجام می‌شود و نمک دی‌سدیم ۳-آمینو فتالیک‌اسید تشکیل می‌گردد. در اثر این واکنش، نور پرشدت و درخشان آبی‌رنگی دیده می‌شود.

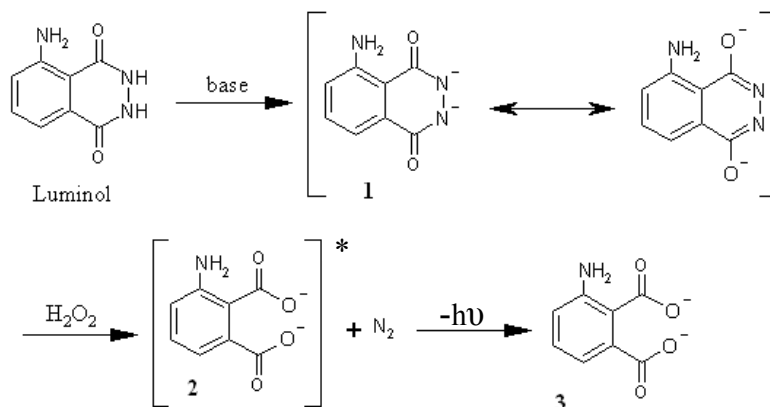


لومینول در حضور یک باز، به دی‌آنیون ۱ تبدیل می‌شود (پدیده‌ی رزونانس باعث پایداری می‌گردد). سپس با هیدروژن‌پراکسید، اکسید شده و یون دی‌کربوکسیلات ۲ به وجود می‌آید. مولکول ۲ در حالت الکترونی برانگیخته (با انرژی بالاتر) است؛ انرژی اضافی به صورت نور ( $h\nu$ ) نشر می‌شود و مولکول به حالت پایدار ۳ می‌رسد.

اکسیدشدن لومینول جزء واکنش‌های کمی‌لومینسانس<sup>۱</sup> است؛ یعنی واکنش‌هایی که تولید نور، بدون گرما انجام می‌شود و به تابش نور سرد معروف می‌باشد. در این واکنش‌ها مانند واکنش‌های فسفرسانس و لومینسانس، نشر نور صورت می‌گیرد، ولی نشر نور با شناساگرهای شیمیایی روی می‌دهد و واکنش گرماده می‌باشد. نور سرد در کرم شب‌تاب نیز تولید می‌شود و به واکنش‌های بیولومینسانس<sup>۲</sup> معروف است.

1- Chemiluminescence

2 - Bioluminescent reactions



### ب) تشخیص خون

واکنش کمی لومینسانس لومینول برای تشخیص خون نیز به کار می‌رود. پودر لومینول ( $C_8H_7O_2N_3$ ) با هیدروژن پراکسید ( $H_2O_2$ ) و پتاسیم هیدروکسید (KOH) مخلوط شده، بر روی نمونه‌ی مشکوک به خون پاشیده می‌شود.

آهن موجود در هموگلوبین خون، به عنوان کاتالیزگر در واکنش اکسیدشدن لومینول شرکت می‌کند و محصول ۳-آمینوفتالات تولید می‌شود. الکترون در ۳-آمینوفتالات در حالت برانگیخته است؛ وقتی الکترون به حالت پایه برمی‌گردد، انرژی آزاد شده، نور آبی نشر می‌شود.



### آزمایش ۵۴: فسفرسانس

فسفرسانس<sup>۱</sup>، پدیده‌ای است که در آن، یک ماده‌ی ویژه که به طور عام به آن فسفر گفته می‌شود، پس از قرار گرفتن در مقابل نور مرئی، غیر مرئی یا حرارت، انرژی را در خود ذخیره می‌کند؛ انرژی توسط الکترون یک اتم یا مولکول، سبب تهییج آن می‌شود. وقتی الکترون به یک حالت انرژی پایین‌تر برمی‌گردد، این انرژی به صورت طیفی از امواج مرئی در طول موجی خاص نشر می‌شود.

**مواد و وسایل لازم:** اتانول، یخ، ساعت قدیمی، بشر، شیشه‌ی ساعت، پارچه‌ی مخمل، چراغ قوه.

**شرح آزمایش:** در کف یک بشر، یک پارچه‌ی سیاه مخملی آغشته به الکل قرار دهید. سپس شماره شب‌نمای یک ساعت قدیمی و غیر قابل استفاده را روی پارچه‌ی مخملی بریزید و روی دهانه‌ی بشر، یک شیشه‌ی ساعت قرار دهید. روی شیشه‌ی ساعت یخ بگذارید تا بخار الکل، درون بشر جمع شود. ظرف آزمایش را به اطاق تاریکی ببرید و با چراغ قوه به بشر نور بتابانید. در بخار الکل اشباع، بهتر جواب می‌دهد. برای ساختن مواد درخشان در تاریکی، باید فسفری وجود داشته باشد که با استفاده از نور معمولی انرژی بگیرد و طول تابش آن زیاد باشد. دو فسفری که این ویژگی‌ها را دارند: روی سولفید<sup>۲</sup> و استرنسیم‌آلومینات<sup>۳</sup> است. این مواد را با پلاستیک مخلوط می‌کنند و مواد درخشان در تاریکی را می‌سازند. ممکن است شما موادی را ببینید که می‌درخشند، ولی به انرژی احتیاجی ندارند! یکی از آن مثال‌ها، عقربه‌های ساعت‌های قدیمی است. در آن‌ها، فسفر با یک عنصر

---

1 - Phosphorescent

2 - Zinc Sulfide

3 - Strontium Aluminate

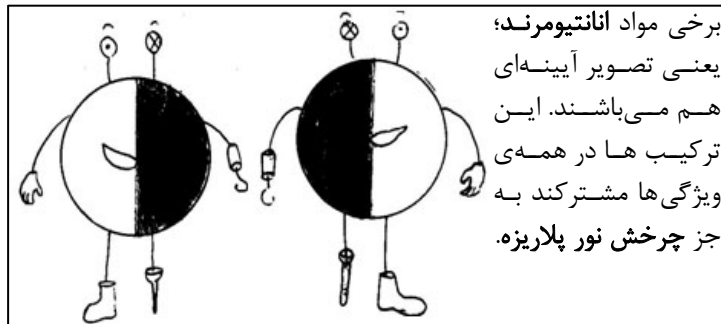
رادیواکتیو (مثل رادیوم) مخلوط می‌شود که آن عنصر با انتشار رادیواکتیو، فسفر را به طور مرتب با انرژی می‌کند.

### آزمایش ۵۵: نرم شدن استخوان

مواد و وسایل لازم: استخوان ران مرغ، سرکه‌ی غلیظ.

شرح آزمایش: یک استخوان ران مرغ را پس از آن که گوشت و چربی آن به طور کامل تمیز شد، به مدت پنج روز در سرکه‌ی غلیظ قرار دهید. پس از این مدت، آن را از سرکه در آورده، بشویید و خشک کنید. این استخوان‌ها نرم می‌شوند و حالت پلاستیکی به خود می‌گیرند. به آسانی می‌توانید به هر طرف خم و راست کنید.

استخوان دارای مواد آلی و معدنی می‌باشد که مواد معدنی آن باعث استحکام استخوان می‌شود. مواد معدنی استخوان در سرکه‌ی غلیظ حل شده، بخش آلی استخوان به نام آسین باقی می‌ماند؛ این ماده نرم و قابل انعطاف است.





## آزمایش ۵۶: قیافه‌ها عوض می‌شود

### الف) چهره‌های ترسناک

این آزمایش مخصوص شب و اطاق تاریک است. در نور چراغ الکلی، وقتی افراد به قیافه‌ی همدیگر نگاه می‌کنند، همه تعجب‌زده می‌شوند؛ چهره‌ها عبوس و ترسناک به نظر می‌رسد و افراد به زحمت همدیگر را می‌شناسند.

مواد و وسایل لازم: نمک طعام، خاک رس، الک، چراغ الکلی.

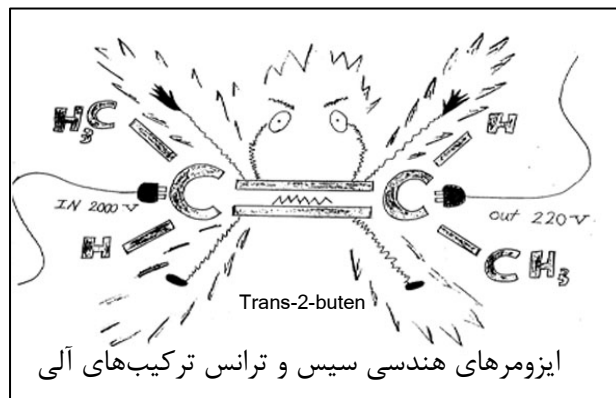
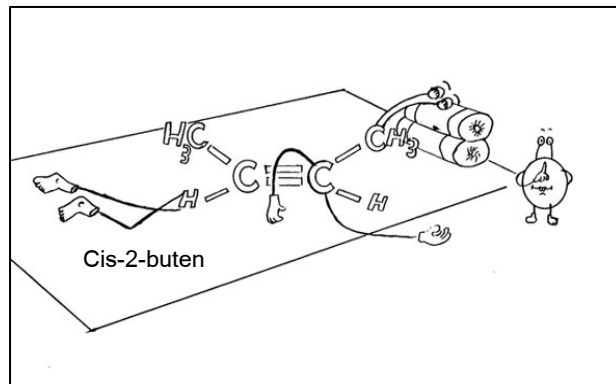
شرح آزمایش: قبل از آزمایش، نمک طعام و خاک رس را به مقدار مساوی مخلوط کرده، بعد از ساییدن، از الک ظریف عبور دهید. یک فتیله را بعد از خیس کردن در الک، به پودر حاصل خوب آغشته کنید. وقتی چراغ الکلی را با این فتیله روشن کنید، قیافه‌ها تغییر خواهد کرد. از سوختن الک، نمک طعام و خاک رس به ترتیب رنگ‌های آبی، زرد و قرمز به وجود می‌آید که از ترکیب این رنگ‌ها، روشنایی خاصی شکل می‌گیرد که قیافه‌ها را تغییر می‌دهد.

### ب) تغییر رنگ صورت اشخاص

چراغ‌های اتاق را خاموش کنید و یک چراغ بونزن را روشن کنید. چهره‌ی افراد به رنگ سبز مایل به بنفش درمی‌آید. راز این آزمایش چیست؟

مواد و وسایل لازم: الک، زعفران، چراغ الکلی.

شرح آزمایش: مقداری زعفران را در ۲ سانتی‌متر مکعب الکل حل کنید. فتیله‌ی تازه‌ی یک چراغ الکلی را در این محلول قرار دهید تا آغشته به الکل شود. این فتیله را در یک چراغ الکلی بدون الکل قرار دهید و آن را روشن کنید. در مدت کوتاهی که چراغ روشن است، رنگ صورت اشخاص را سبز مایل به بنفش نشان می‌دهد.

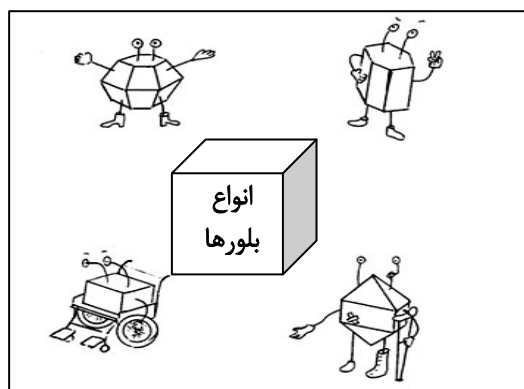


### آزمایش ۵۷: درخت پرتقالی‌رنگ

مواد و وسایل لازم: پتاسیم‌دی‌کرومات، آب داغ، لوله پاک‌کن.

شرح آزمایش: در یک بشر ۲۰۰ گرم پتاسیم‌دی‌کرومات ( $K_2Cr_2O_7$ ) را در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب بریزید و به هم بزنید. محلول را گرم کنید تا به جوش بیاید، در این صورت محلول داغ اشباع‌شده پتاسیم‌دی‌کرومات به دست می‌آید. با یک لوله پاک‌کن، یک درخت کاج درست کنید و نوک درخت را با یک نخ ببندید. درخت کاج را به آرامی وارد محلول کنید، به طوری که به جداره‌ی ظرف تماس پیدا نکند و به طور کامل در محلول غوطه‌ور شود. سپس نخ را به گیره‌ای متصل کنید و بگذارید دو روز به همان شکل باقی بماند. بعد از این مدت بلورهای نارنجی‌رنگ پتاسیم‌دی‌کرومات بر روی درخت تشکیل شده و رشد می‌کند.

وقتی محلول اشباع‌داغی به آرامی سرد شود، بلورهایی از ماده‌ی حل‌شده را بر روی هر جسمی که در داخل محلول است، باقی می‌گذارد و کم‌کم رشد می‌کند. اگر این سرد شدن آهسته باشد، بلورهای درشت‌تری تشکیل می‌شود و اگر ناگهانی سرد گردد، بلورهای ریزتری به وجود می‌آید. شما می‌توانید از مس (II) سولفات آبی‌رنگ و زاج‌های سبز وسایل رنگین‌زیبایی را درست کنید.



### آزمایش ۵۸: گردباد نارنجی

مواد و وسایل لازم: آب، پتاسیم‌یدید، سرب‌نیترات، بشر.  
 شرح آزمایش: یک بشر را پر از آب مقطر کنید و با هم‌زن مغناطیسی و یک مگنت، گردابی را در وسط ظرف ایجاد نمایید. سرب‌نیترات ( $Pb(NO_3)_2$ ) را به بشر بیفزایید. پتاسیم‌یدید (KI) را قطره قطره به محلول اضافه کنید. با افزایش هر قطره KI، گرداب داخل بشر نارنجی می‌شود، اما خیلی سریع ناپدید می‌گردد. با ادامه‌ی این کار مدت نارنجی بودن گرداب طولانی‌تر می‌شود، تا جایی که عاقبت گرداب ناپدید شده، بشر پر از رسوب می‌شود.

در ابتدای آزمایش در وسط گرداب، میزان غلظت یون نمک تولید شده، بزرگ‌تر از حل شدن آن است، در نتیجه در وسط گرداب رنگ نارنجی محصول نمک دیده می‌شود. ولی همان‌طور که یون در تماس با مناطق بیرونی گرداب قرار می‌گیرد، حلالیت محصول بزرگ‌تر از غلظت آن می‌شود؛ بنابراین محصول یونی حل و ناپدید می‌گردد. بعد از افزایش ۳۵ میلی‌لیتر KI، به حد کافی غلظت محصول یونی در سراسر محلول زیاد می‌شود، تا جایی که سرانجام رسوب می‌کند.



## آزمایش ۵۹: برف شیمیایی

### الف) کولاک برف شیمیایی

مواد و وسایل لازم: بوریک‌اسید، روغن‌دان کوچک، لیوان، آب سرد.

شرح آزمایش: ۵ گرم بوریک‌اسید ( $H_3BO_3$ ) را در یک لیوان که تا نیمه آب دارد، بریزید و مخلوط را به‌هم بزنید. سپس آن را در یک روغن‌دان کوچک ریخته، بجوشانید تا به طور کامل حل شود. محلول را به یک لیوان بزرگ شیشه‌ای منتقل کنید و آن را در یک ظرف بزرگ آب سرد قرار دهید. وقتی محلول سرد شد، باریدن دانه‌های برف شروع می‌شود و کولاکی از برف تشکیل می‌گردد.

آب داغ، بهتر از آب سرد بوریک‌اسید را در خود حل می‌کند. وقتی محلول سرد شد، بوریک‌اسید اضافی از حلال آب خارج شده، شبیه دانه‌های برف بر زمین می‌نشیند.

### ب) درخت کریسمس

مواد و وسایل لازم: بنزوئیک‌اسید، سینی، درخت کاج، استوانه، بشر، هیتر.

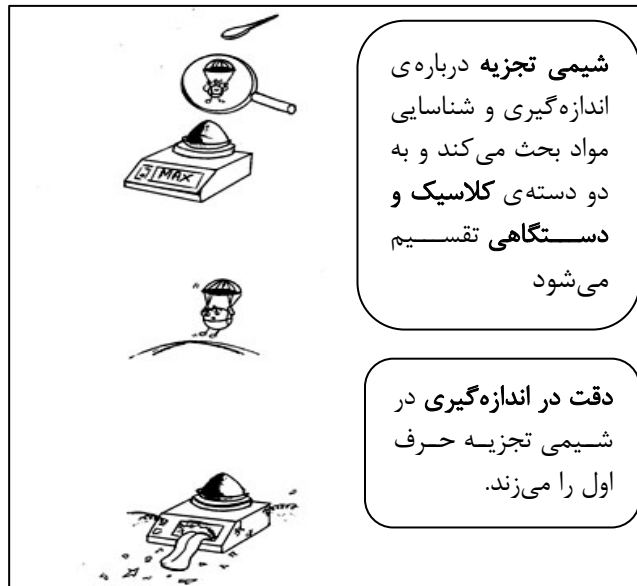
شرح آزمایش: بنزوئیک‌اسید ( $C_7H_6O_2$ ) را در سینی بریزید. شاخه‌ی کاجی را درون استوانه‌ی مدرجی قرار دهید و آن را نیز در سینی بگذارید. بر روی شاخه‌ی کاج یک بشر قرار دهید. به وسیله‌ی یک هیتر، سینی محتوی بنزوئیک‌اسید را حرارت دهید تا فرایند تصعید صورت گیرد. بعد از آن که تمام بنزوئیک‌اسید تصعید شد، هیتر را خاموش کنید و اجازه دهید سرد شود و فرایند تبرید انجام پذیرد. بارش برف مصنوعی بر روی درخت کریسمس شما را به زمستانی سرد و رویایی خواهد برد.

### آزمایش ۶۰: باغ شیمیایی

مواد و وسایل لازم: سدیم‌سیلیکات ( $\text{Na}_2\text{SiO}_4$ ) یا آب شیشه، بلورهای بزرگ نمک‌های: کبالت کلرید ( $\text{CoCl}_2$ )، آهن سولفات ( $\text{FeSO}_4$ )، نیکل سولفات ( $\text{NiSO}_4$ )، منگنز کلرید ( $\text{MnCl}_2$ )، روی سولفات ( $\text{ZnSO}_4$ )، کروم (III) نیترات ( $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ )، بشر یا ظرف بزرگ.

شرح آزمایش: مقدارهای مساوی از سدیم‌سیلیکات تجارتي و آب را در یک ظرف بزرگ مخلوط نمایید. سپس نمک‌های نام‌برده را به محلول بیفزایید. بلورها خیلی سریع شروع به رشد می‌کنند و به سمت بالای ظرف می‌آیند.

یک پرده کلوییدی نیمه تراوا دور هر بلور تشکیل می‌شود و آب به داخل این قشر نفوذ کرده، محلول غلیظ داخل آن را رقیق می‌کند. نفوذ آب باعث می‌شود تا قشر احاطه شده دور هر بلور، به سمت بالا بیاید. فشار در کنار این پرده کلوییدی، بیش‌تر از بالای آن است؛ بنابراین به سمت بالا رشد می‌کند.



### آزمایش ۶۱: تبدیل شربت آب‌لیمو به آلبالو و برعکس

حتماً شما هم در نمایش‌های شعبده‌بازی مشاهده کرده‌اید که شخص نمایشگر با مهارت و زیبایی، از یک ظرف مایعی را درون چندین لیوان می‌ریزد ولی هر لیوان رنگی متفاوت با بقیه دارد. شما را با تعدادی از این آزمایش‌ها آشنا می‌کنیم تا بدانید تغییر رنگ‌ها یک شعبده بازی نیست، بلکه تعدادی واکنش شیمیایی است که از ترتیب آن‌ها، نمایش جذابی برای تماشاگران مهیا می‌شود.

**مواد و وسایل لازم:** تانیک‌اسید، آهن(III) کلرید، سولفوریک‌اسید، بالن ۲ لیتری، شش عدد بشر یا لیوان.

**شرح آزمایش:** محلولی از تانیک‌اسید (محلول ذخیره‌ی حاصل از انحلال ۵۰ گرم تانیک‌اسید در ۴۰۰ میلی‌لیتر آب) تهیه نمایید. یک بالن ۲ لیتری (یا تنگ شیشه‌ای بزرگ) و شش عدد بشر یا لیوان ۴۰۰ میلی‌لیتری آماده کنید. مهم است که بشرها به ترتیب با نصب شماره، کنار هم قرار گیرند.

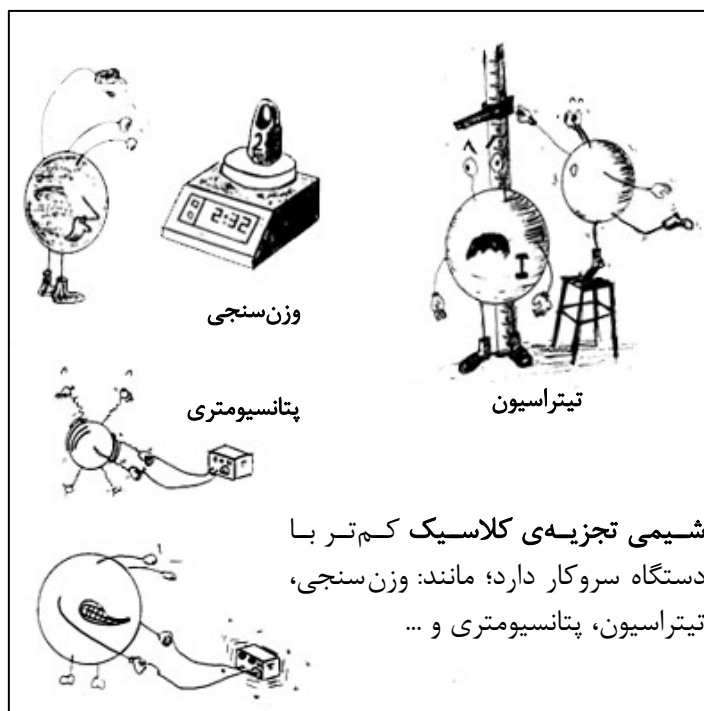
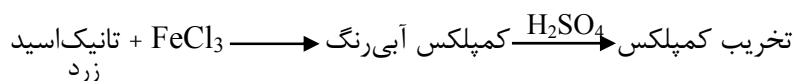
۱۵ میلی‌لیتر از محلول تانیک‌اسید ( $C_{76}H_{52}O_{46}$ ) ذخیره را در بالن ۲ لیتری بریزید و با آب تا سه‌چهارم پر کنید. مقدار تانیک‌اسید را طوری تغییر دهید که پس از رقیق‌سازی رنگ زرد کهربایی ایجاد شود. بشرهای ۱، ۳ و ۵ را بگذارید خالی بمانند. یک قطره محلول سیرشده‌ی آهن(III) کلرید ( $FeCl_3$ ) به بشر ۲ اضافه کنید. ته بشرهای ۴ و ۶ را با سولفوریک‌اسید غلیظ خوب آغشته کنید. این نمایش شامل یک ترفند دو قسمتی است که به ترتیب با استفاده از بشرهای ۳-۱ و ۶-۴ انجام می‌گیرد.

در قسمت اول، شربت آب‌لیمویی که در بشرهای ۱ و ۳ ریخته شده، همان شربت آب‌لیمو می‌ماند. در حالی که شربتی که در بشر ۲ ریخته

شده، شربت آلبالو می‌شود. سپس هر سه بشر را در بالن ۲ لیتری خالی کنید که تبدیل به شربت آلبالو شوند.

در قسمت دوم ترفند، شربت آلبالو را در بشرهای ۴ و ۶ بریزید تا شربت آلبالو به شربت آبلیمو تبدیل شود ولی بشر ۵ به صورت شربت آلبالو می‌ماند. هر سه بشر را در بالن خالی کنید تا دوباره شربت آبلیمو شوند. این نمایش وقتی از لحاظ دیداری مؤثر است که بشرها به ترتیب پر شده باشند.

تغییرهایی که در رنگ محلول‌ها ایجاد می‌شود به دلیل واکنش‌های زیر است:





## آزمایش ۶۲: جادوی آب در شیمی

این آزمایش دارای دو قسمت می باشد:

الف) آب خالص را از پارچی داخل ۶ لیوان بریزید. لیوان ۲ و ۴ قرمز می شود ولی بقیه‌ی لیوان‌ها بی‌رنگ می‌ماند. همه‌ی آب‌ها را به پارچ برگردانید و آب را از پارچ به داخل یک بطری شیر بریزید، رنگ شیری ظاهر می‌شود.

ب) ۶ لیوان دیگر آماده کنید. از پارچ دیگری به داخل هر لیوان مقداری آب بریزید و تنوع رنگ‌ها را مشاهده نمایید. هر لیوان رنگ مخصوصی دارد که به ترتیب: قرمز، سفید، آبی، سیاه، سبز و کهربایی می‌باشد.

**مواد و وسایل لازم:** سدیم‌هیدروکسید، سولفوریک‌اسید، آنتیموان کلرید، هیدروکلریک‌اسید، فنل فتالئین، پتاسیم تیوسیانات، باریم کلرید، پتاسیم فروسیانات، سدیم‌هیدروژن سولفیت، تانیک‌اسید، تارتاریک‌اسید، فریک آمونیوم سولفات، چند عدد لیوان، پارچ

**شرح آزمایش:** در قسمت (الف) داخل لیوان اول سولفوریک‌اسید، در لیوان‌های ۲ و ۴ سدیم‌هیدروکسید (NaOH) و در لیوان ۳، ۵ و ۶ آب ریخته شده است. در ظرف شیر نیز آنتیموان کلرید ( $SbCl_3$ ) در هیدروکلریک‌اسید وجود دارد. آب پارچ دارای چند قطره فنل فتالئین و مقدار بسیار کمی اسید رقیق می‌باشد (تغییرهای فنل فتالئین از بی‌رنگ به قرمز، در حضور یک باز قوی مشاهده می‌شود).

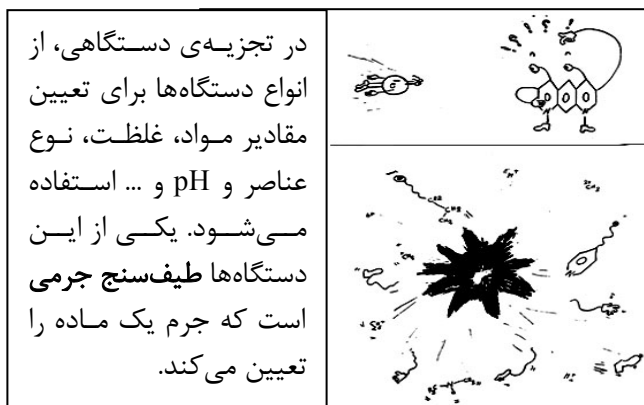
در قسمت (ب)، آب پارچ حاوی مقداری آمونیوم سولفات آهن(III) است و لیوان‌ها به ترتیب دارای پتاسیم تیوسیانات (KSCN)، باریم کلرید ( $BaCl_2$ )، پتاسیم فروسیانات ( $K_4Fe(CN)_6$ )، تانیک‌اسید، تارتاریک‌اسید ( $C_4H_6O_6$ ) و سدیم‌هیدروژن سولفیت ( $NaHSO_3$ ) می‌باشد.

### آزمایش ۶۳: آب سحرآمیز

مواد و وسایل لازم: تانیک اسید، فریک کلرید، آمونیاک، اگزالیک اسید، سولفوریک اسید، آب مقطر، ۷ لیوان، کوزه.

شرح آزمایش: ۷ لیوان خالی را پشت سر هم روی میز قرار دهید. از آبی که در داخل کوزه‌ی ماست است در لیوان‌ها بریزید. لیوان ۱ و ۳ بدون تغییر می‌ماند، آب در لیوان ۲ و ۴ به رنگ جوهر ظاهر می‌شود. محلول داخل لیوان‌ها را به کوزه برگردانید و دوباره در لیوان‌ها بریزید. لیوان ۱ و ۲ به رنگ جوهر در می‌آید، در لیوان ۳ آب دیده می‌شود و در لیوان ۶ شراب ظاهر می‌گردد. دوباره محلول‌ها را به تنگ برگردانید و محلول شراب‌رنگ تنگ را در لیوان شماره‌ی ۷ بریزید تا شراب به بی‌رنگی آب شود.

تانیک اسید را در کوزه‌ی ماست بریزید و به آن آب مقطر اضافه کنید و خوب به هم بزنید تا اسید حل شود. لیوان‌های ۱ و ۳ را خالی بگذارید و در لیوان‌های ۲ و ۴ پنج قطره فریک کلرید ( $FeCl_3$ )، در لیوان ۵ پانزده قطره اگزالیک اسید، در لیوان شماره‌ی ۶ ده قطره آمونیاک ( $NH_3$ ) و در لیوان ۷ پنج قطره سولفوریک اسید بریزید.



### آزمایش ۶۴: قرمز، سفید، آبی

مواد و وسایل لازم: الکل، فنل فتالئین، سرب‌نیترات، مس‌سولفات، آمونیوم‌هیدروکسید، چند عدد بشر.

شرح آزمایش: در بشر اول محلول الکل با فنل فتالئین، در بشر دوم محلول اشباع‌شده‌ی سرب‌نیترات ( $\text{PbNO}_3$ ) و در بشر سوم محلول اشباع مس‌سولفات ( $\text{CuSO}_4$ ) بریزید. در یک بطری دیگر محلول رقیق آمونیوم‌هیدروکسید ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) تهیه کنید و قطره قطره به هر یک از بشرها بیفزایید. رنگ‌های قرمز، سفید و آبی به ترتیب در بشرها مشاهده می‌شود.

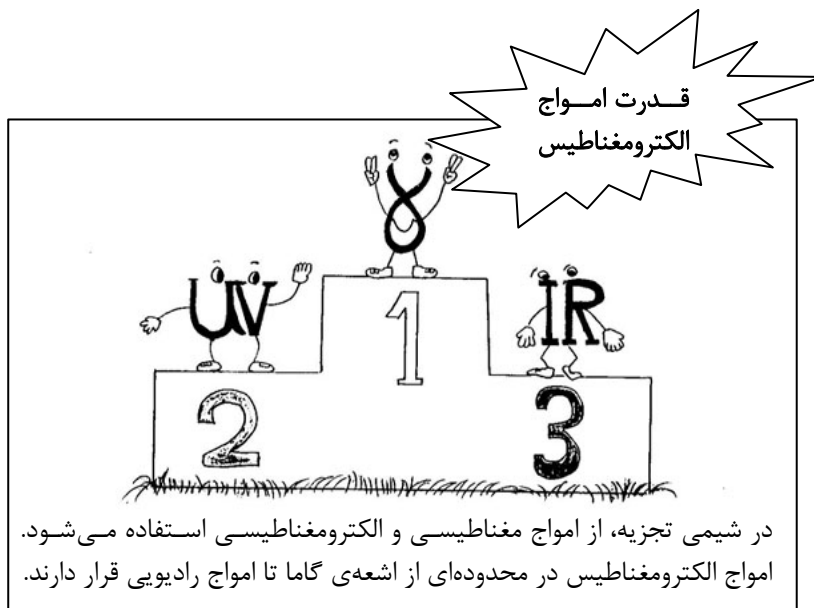
رنگ محلول قرمز بشر اول، مربوط به شناساگر فنل فتالئین می‌باشد که در حضور یون هیدروکسید ( $\text{OH}^-$ ) قرمز می‌شود. در بشر دوم جابه‌جایی یون‌ها صورت می‌گیرد و با تشکیل کمپلکس، بشر سوم آبی‌رنگ می‌شود.

### آزمایش ۶۵: تبدیل شربت به آب و آب به شیر

مواد و وسایل لازم: پتاسیم‌پرمنگنات، سدیم‌سولفیت، باریم کلرید، سولفوریک‌اسید، بطری شربت.

شرح آزمایش: یکی از بطری‌ها را از گاز  $\text{SO}_2$  پر کنید. برای تهیه‌ی این گاز، چند میلی‌لیتر سولفوریک‌اسید رقیق را به سدیم‌سولفیت ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) اضافه نمایید. بطری شربت حاوی مقداری آب، دو میلی‌لیتر سولفوریک‌اسید و چند بلور پتاسیم‌پرمنگنات ( $\text{KMnO}_4$ ) می‌باشد. بطری شیر نیز دارای سه گرم باریم کلرید ( $\text{BaCl}_2$ ) در چند میلی‌لیتر آب است.

بطری حاوی شربت را که محلول رنگی دارد، به بطری دوم (حاوی گاز  $\text{SO}_2$ ) بیفزایید تا بی‌رنگ مثل آب گردد؛ در این حالت سولفوریک‌اسید تولید می‌شود. سپس محتویات این بطری را به بطری سوم باریم‌کلرید اضافه کنید تا آب تبدیل به شیر شود. تشکیل رسوب سفید باریم‌سولفات ( $\text{BaSO}_4$ )، رنگ محلول را تغییر می‌دهد.

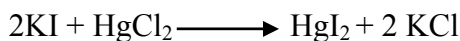


### آزمایش ۶۶: شربت یک‌طرفه

دو محلول بی‌رنگ را به تماشاگران نشان دهید. وقتی محلول (۱) را به محلول (۲) اضافه می‌کنید، هیچ تغییری ایجاد نمی‌شود؛ اما اگر عکس این کار را انجام دهید، رسوب نارنجی رنگ معلق به وجود می‌آید که مانند شربت پرتقال است.

مواد و وسایل لازم: ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول پتاسیم‌یدید، ۵۰ میلی‌لیتر محلول جیوه (II) کلرید، دو عدد بشر.

شرح آزمایش: محلول پتاسیم‌یدید (KI) را به محلول جیوه (II) کلرید ( $\text{HgCl}_2$ ) اضافه کنید، رسوب نارنجی رنگ جیوه (II) یدید ( $\text{HgI}_2$ ) تشکیل می‌شود. اگر این کار را برعکس انجام دهیم، چه انتظاری داریم؟ هیچ اتفاقی نمی‌افتد و رسوب نارنجی رنگ دیده نمی‌شود. چرا؟ در این آزمایش مطابق واکنش زیر، جیوه (II) یدید به وجود می‌آید.



در مرحله‌ی اول، رسوب جیوه (II) یدید ( $\text{HgI}_2$ ) در محلول جیوه (II) کلرید حل نمی‌شود، ولی در آزمایش بعدی، رسوب جیوه (II) یدید در اضافی محلول پتاسیم‌یدید حل می‌شود.



### آزمایش ۶۷: تبدیل آب به نوشابه و قهوه

یک لیوان پر از آب روی میز آزمایش است. با یک همزن شیشه‌ای آب را به هم بزنید، آب به رنگ نوشابه در می‌آید. دوباره آن را به هم بزنید، این دفعه نوشابه به رنگ قهوه‌ای ظاهر می‌شود.

**مواد و وسایل لازم:** آب، تانیک‌اسید، پتاسیم‌پرمنگنات، همزن شیشه‌ای.

**شرح آزمایش:** به یک سر همزن شیشه‌ای، چند بلور کوچک پتاسیم‌پرمنگنات ( $\text{KMnO}_4$ ) و به انتهای دیگر آن، مقدار کمی تانیک‌اسید ( $\text{C}_{76}\text{H}_{52}\text{O}_{46}$ ) چسبانده شده است. وقتی بلور پتاسیم‌پرمنگنات وارد آب می‌شود، این ماده در آب حل شده، به رنگ نوشابه مشاهده می‌شود. بدون آن که دیگران متوجه شوند، با انتهای دیگر همزن که دارای تانیک‌اسید است، محلول را به هم بزنید تا رنگ آن، قهوه‌ای‌رنگ شود.

### آزمایش ۶۸: تبدیل آب به نوشابه و برعکس

دو لیوان شیشه‌ای روی میز بگذارید؛ یکی پر از آب و دیگری به ظاهر خالی است. ابتدا یک جرعه از آب لیوان را بخورید و به تماشاگران بگویید که دلتان نوشابه می‌خواهد. در این لحظه آب موجود در لیوان اول را به لیوان دوم بریزید تا به رنگ نوشابه درآید.

**مواد و وسایل لازم:** تنتورید، سدیم‌هیپوسولفیت، آب، لیوان

**شرح آزمایش:** لیوان اول دارای آب خالص است ولی در لیوان دوم از قبل ۵ قطره تنتورید (مرکورکورم یا دواگلی) بریزید تا خشک شود. رنگ نوشابه به حل شدن تنتورید در آب مربوط می‌شود.

می‌توان نوشابه به دست آمده را دوباره به آب تبدیل کرد. در این صورت باید در لیوان دیگری، مقداری سدیم‌هیپوسولفیت ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) حل شده در آب ریخت. اگر این مایع بی‌رنگ به لیوان نوشابه اضافه شود،

همدیگر را خنثی می‌کنند و مایع حاصل به طور کامل بی‌رنگ می‌شود. دلیل بی‌رنگ شدن محلول، تشکیل سدیم تتراتیونات و یون یدید می‌باشد.

**آزمایش ۶۹: تبدیل آب به شیر و بر عکس**  
مواد و وسایل لازم: آب مقطر، کلسیم کلرید، آمونیوم‌اگزالات، سولفوریک‌اسید، ۳ عدد بطری.

**شرح آزمایش:** در بطری اول، محلول ۱ گرم کلسیم کلرید ( $BaCl_2$ ) را در ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل کنید. در بطری دوم محلول ۱٫۵ گرم آمونیوم‌اگزالات در ۱۰ میلی‌لیتر آب آماده نمایید و در بطری سوم ۵ میلی‌لیتر سولفوریک‌اسید غلیظ بریزید.

وقتی که محتویات بطری اول را در بطری دوم بریزید، آب به شیر تبدیل می‌شود. وقتی این محلول شیری را به سولفوریک‌اسید غلیظ اضافه کنید، این محلول دوباره مثل آب بی‌رنگ می‌شود.

از مخلوط کردن کلسیم کلرید و آمونیوم‌اگزالات، کلسیم‌اگزالات سفید نامحلول تشکیل می‌شود. وقتی کلسیم‌اگزالات به سولفوریک‌اسید افزوده شد، اگزالیک‌اسید ( $C_2H_2O_4$ ) محلول به وجود می‌آید.



### آزمایش ۷۰: تبدیل شیر به نوشابه

ظرف تقریباً بزرگی را که پر از شیر است به حاضران نشان دهید و سپس مقداری از آن را در یک لیوان بریزید. بلافاصله شیر در لیوان به صورت نوشابه درمی‌آید. این کار چگونه ممکن است؟

**مواد و وسایل لازم:** سدیم هیدروکسید، شیر، فنل فتالئین، شربت کارامل.

**شرح آزمایش:** از قبل و دور از چشم حاضران، یک لیتر شیر را در یک ظرف شیشه‌ای ریخته، به آن یک قاشق غذاخوری سود (NaOH) بیفزایید و خوب بهم بزنید.

لیوان دیگری را آماده کنید که به ظاهر خالی است، اما سه قطره محلول الکلی فنل فتالئین را در آن بریزید و چند قطره شربت کارامل را به آن بیفزایید (معمولاً ته این لیوان‌ها ضخیم بوده، محفظه‌ی کوچکی در آن ایجاد شده است و برای این که مواد ریخته شده در آن‌ها دیده نشود، در پایین‌ترین قسمت بدنه‌ی لیوان، یک حاشیه به رنگ سفید زده می‌شود، که به ظاهر جنبه‌ی تزئینی دارد).

دلیل آزمایش را می‌توان چنین توضیح داد که، تغییر اسیدیته‌ی محیط در لیوان دوم با شناساگر فنل فتالئین و وجود شربت کارامل، سبب می‌شود که تماشاگر تصور کند، شیر به نوشابه تبدیل شده است.

### آزمایش ۷۱: ستون رنگارنگ

**مواد و وسایل لازم:** ید در کربن تتراکلرید، مس (II) کلرید، گلیسرین مایع، سولفوریک اسید، متیل اورانژ، ید، روغن مایع، اتانول.

**شرح آزمایش:** در داخل یک استوانه‌ی مدرج بزرگ، به ترتیب: محلول ید در کربن تتراکلرید ( $I_2/CCl_4$ )، محلول آبی مس (II) کلرید ( $CuCl_2$ )، گلیسرین مایع، محلول رقیق سولفوریک اسید و چند قطره

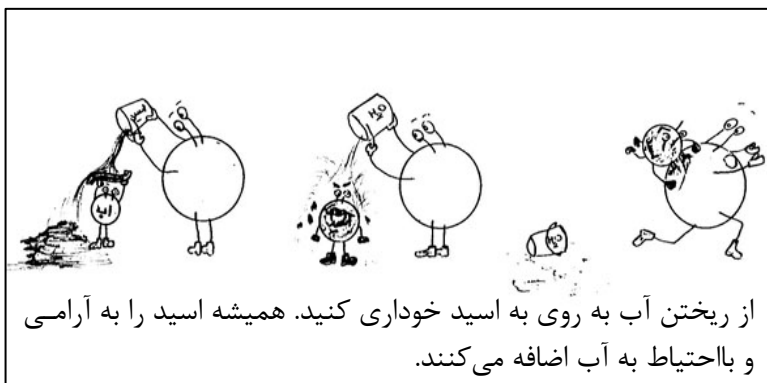


متیل‌اورانژ، روغن مایع و در لایه‌ی آخر اتانول به همراه ید بریزید. به این ترتیب یک ستون رنگارنگ حاصل می‌شود.

### آزمایش ۷۲: رنگی بالاتر از سیاهی

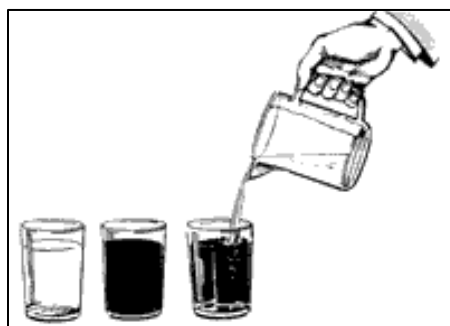
مواد و وسایل لازم: آب، دو لیوان، پودر سفید حاوی کلر (کلروردوشو).

شرح آزمایش: مقدار کمی پودر سفید حاوی کلر ( $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ) را در یک لیوان بریزید و آن را روی میز قرار دهید (این لیوان خالی به نظر می‌رسد). لیوان دیگری را تا نیمه پر از آب کنید و به اندازه‌ی کافی به آن جوهر بیفزایید تا رنگش به خوبی نمایان شود. در این لحظه محلول جوهر را در لیوان به ظاهر خالی بریزید؛ جوهر سیاه‌رنگ بی‌رنگ می‌شود. بالاترین رنگ بی‌رنگی است؛ مثل دل‌های پاک و بی‌آلایش. کلر میل ترکیبی شدیدی با هیدروژن دارد. کلر موجود در پودر به سرعت با هیدروژن آب ترکیب می‌شود و اکسیژن را آزاد می‌کند. اکسیژن با مواد رنگین جوهر ترکیب شده، آن را به مایع بی‌رنگی تبدیل می‌نماید.



### آزمایش ۷۳: کلم قرمز، شناساگر اسید و باز

نمایش ساده‌ای که در این جا مطرح می‌شود، در نوع خود خیلی تماشایی است. روی میز نمایش سه لیوان بزرگ محتوی مایعات بی‌رنگ قرار دارد و شما آن‌ها را به عنوان آب به دیگران معرفی کنید. یک پارچ شیشه‌ای نیز دارای یک مایع بنفش رنگ است. از مایع داخل پارچ، در هر کدام از لیوان‌ها بریزید، چه رنگی را مشاهده خواهید کرد؟



**مواد و وسایل لازم:** یک برگ کلم قرمز، ۱۰۰ میلی‌لیتر سرکه، مقداری سود حل‌شده در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب.

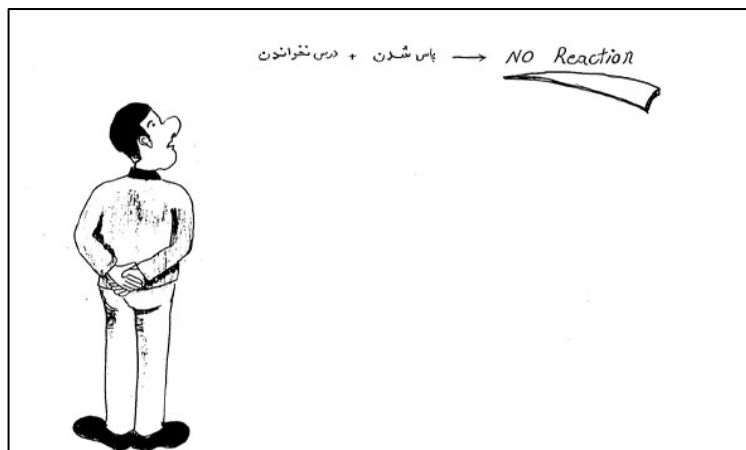
**شرح آزمایش:** برگ‌های کلم قرمز را به قطعه‌های کوچک ببرید و روی آن آب جوش بریزید و بعد از نیم‌ساعت مایع بنفش‌رنگ را از الک یا صافی عبور دهید و در پارچ بریزید. در لیوان اول مقداری آب، در لیوان دوم مقداری سرکه و در سوم سود حل‌شده در آب بریزید (همه‌ی این لیوان‌ها دارای محلول بی‌رنگی هستند). از مایع بنفش‌رنگ داخل پارچ در هر کدام از لیوان‌ها بریزید؛ مایع اول به رنگ بنفش، مایع دوم به رنگ قرمز و مایع سوم سبزرنگ می‌شود.

آزمایش‌های جذاب شیمی □ ۱۰۷

مایع بنفش‌رنگی که از برگ کلم به دست می‌آید، در محیط خنثی رنگ بنفش خود را حفظ می‌کند و در شرایط اسیدی قرمز می‌شود و در محیط قلیایی به رنگ سبز درمی‌آید.

کلم قرمز محتوی رنگ‌دانه‌ی محلول در آب، به نام فلاوین (یک نوع آنتوسیانین) است. آنتوسیانین‌ها در محلول‌های اسیدی به رنگ سرخ درمی‌آیند و در محیط‌های بازی به زرد مایل به سبز تغییر رنگ می‌دهند. در جدول زیر رنگ‌های مختلف محلول شناساگر کلم قرمز در محدوده‌ی pHهای گوناگون آورده شده است.

۱۲	۱۰	۸	۶	۴	۲	pH
زرد مایل به بنفش	آبی - سبز	آبی	بنفش	زرشکی	سرخ	رنگ شناساگر کلم قرمز

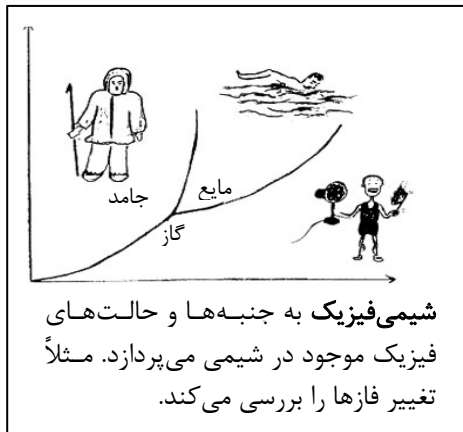


### آزمایش ۷۴: کشف اسید و باز با کلم قرمز

مواد و وسایل لازم: یک قاشق غذاخوری پودر لباس‌شویی، ۶۰ میلی‌لیتر سرکه، ۱۸۰ میلی‌لیتر آب، یک قاشق سوپ‌خوری جوش شیرین، آب کلم قرمز، لیوان بزرگ، سینی، قاشق چای‌خوری.

**شرح آزمایش:** لیوان را در یک سینی قرار دهید. جوش شیرین و پودر لباس‌شویی را در آن بریزید و آب را هم به محتویات ظرف بیفزایید (حباب‌هایی را مشاهده می‌کنید). آب کلم قرمز را هم اضافه نمایید و خوب به هم بزنید. در آخرین مرحله، سرکه را نیز در لیوان بریزید. به تغییر رنگ حباب‌ها دقت نمایید. حباب‌ها و کف‌های تولیدشده از لیوان سرریز می‌شود.

آب کلم قرمز، باعث تغییر رنگ مخلوط می‌گردد. قبل از افزایش سرکه (محیط بازی)، مخلوط به رنگ آبی - سبز و بعد از افزودن آن (محیط اسیدی) به رنگ قرمز - نارنجی مشاهده می‌شود. جوش شیرین (سدیم بیکربنات) با اغلب اسیدها واکنش می‌دهد. سرکه نیز شامل استیک اسید حل‌شده در آب است که در واکنش با جوش شیرین تولید گاز کربن‌دی‌اکسید، سدیم استات و آب می‌کند.



## آزمایش ۷۵: خواهی نشوی رسوا هم‌رنگ جماعت شو

### الف) پایین نرفتن آب از غربال

این آزمایش جذاب را شاید دیده‌اید ولی علت آن برایتان ناشناخته است. در این بخش ترفندی از شیمی را عنوان می‌کنیم که حتماً جالب و دیدنی است. به نظر شما نمایشگر چندبار باید یک آزمایش را تکرار کند تا بتواند به ظرافت و زیبایی آن را برای تماشاچیان اجرا نماید.

**مواد و وسایل لازم:** بنزن، کربن تتراکلرید، ظرفی پیرکس، صافی.

**شرح آزمایش:** شعبده‌باز یک صافی آشپزخانه در دست دارد، یک ظرف بزرگ شیشه‌ای که تا نصف آن محتوی آب است، روی میز گذاشته شده و کنار آن یک پارچ شیشه‌ای پر از آب نیز دیده می‌شود. نمایشگر مقداری از آب پارچ را می‌خورد و آن‌گاه صافی را بالای ظرف بزرگ نگه‌داشته و اظهار می‌دارد: آب در غربال حمل کردن - برخلاف تصور عموم - کاری ساده است! و در این موقع شروع به ریختن آب در صافی می‌کند. همه متوجه می‌شوند که قطره‌ای آب پایین نمی‌ریزد. به این ترتیب نصف آب پارچ را توی صافی خالی می‌کند. بعد از این، کمی آب از لبه‌ی صافی خالی کرده، خود صافی را هم داخل آب قرار می‌دهد. سپس از یک تماشاگر می‌خواهد که این کار را تکرار کند و آن وقت صافی را از توی ظرف خارج کرده و به دست او می‌دهد. تماشاچی بقیه‌ی آب را توی صافی می‌ریزد، ولی قطره‌ای آب در غربال نمی‌ماند و همه پایین می‌ریزد. دلیل این تفاوت در چیست؟

به طور خیلی ساده، وقتی نمایشگر آب را در صافی می‌ریزد، توی صافی یک کاسه‌ی شیشه‌ای بزرگ از جنس پیرکس وجود دارد که خیلی نازک و غیر قابل رؤیت است. هم‌چنین ظرف بزرگ شیشه‌ای روی میز، محتوی آب خالص نیست بلکه دارای مخلوط کربن تتراکلرید و

بنزن می‌باشد. وقتی این دو مایع با نسبت‌های یکسان با هم مخلوط شوند، ضریب شکست آن با ضریب شکست شیشه‌ی پیرکس یکسان می‌شود و اشیاء شیشه‌ای در داخل آن دیده نمی‌شوند. نمایشگر هنگام قرار دادن صافی در داخل مایع مزبور، آن را کمی می‌چرخاند تا از صافی خارج شده، داخل مایع به طور معکوس قرار گیرد.



پس اساس نمایش از این قرار است: هنگامی که نمایشگر آب را در صافی می‌ریزد، کاسه‌ی پیرکس داخل آن قرار دارد؛ اما زمانی که از مایع درمی‌آورد تا آن را به تماشاگر بسپارد، کاسه‌ی مزبور را توی مایع باقی می‌گذارد که البته کسی متوجه نمی‌شود و آب در نوبت تماشاچی از صافی به پایین می‌ریزد.

#### ب) ناپدید شدن بشر

یک بشر بزرگ و یک بشر کوچک را در مقابل تماشاچیان بگیرید و بشر کوچک‌تر را داخل بشر بزرگ‌تر قرار دهید. مایع بی‌رنگی را در بشرها بریزید و با ناپدید شدن بشر کوچک‌تر، باعث شگفتی دیگران شوید.

مواد و وسایل لازم: بنزن، کربن‌تتراکلرید، بشر کوچک و بزرگ.

شرح آزمایش: مایعی که از مخلوط ۵۹۰ میلی‌لیتر کربن‌تتراکلرید ( $\text{CCl}_4$ ) و ۴۱۰ میلی‌لیتر بنزن ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ) تشکیل شده است، به داخل بشر بزرگ‌تر بریزید. بشر کوچک‌تر ناپدید می‌شود (هنگام کار کردن با این مایعات، حتماً از ماسک استفاده کنید و زیر هود انجام دهید). در این جا نیز مخلوط کربن‌تتراکلرید و بنزن، دارای ضریب شکستی برابر با ضریب شکست شیشه‌ی پیرکس می‌شود. بنابراین وقتی داخل بشر بزرگ‌تر ریخته می‌شود، بشر کوچک‌تر داخل این مایع قرار می‌گیرد و ناپدید می‌شود.



## آزمایش ۷۶: ساعت طلایی سنتزی

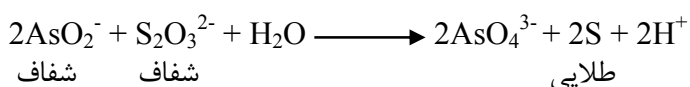
مواد و وسایل لازم: سدیم‌آرسنیت، آب، استیک‌اسید، سدیم‌تیوسولفات، ارلن.

دو محلول زیر را تهیه کنید.

محلول A: ۳ گرم سدیم‌آرسنیت ( $\text{NaAsO}_2$ ) را در ۱۵۰ میلی‌لیتر آب حل کنید و ۱۶٫۵ میلی‌لیتر استیک‌اسید ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) یخی را به آن بیفزایید.

محلول B: ۳۰ گرم سدیم‌تیوسولفات ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) را در ۱۵۰ میلی‌لیتر آب حل نمایید.

شرح آزمایش: در دو ارلن جداگانه، ۱۵۰ میلی‌لیتر از محلول‌های A و B را بریزید و این محلول‌ها را با هم ترکیب کنید. در مدت ۳۰ ثانیه رنگ طلایی ظاهر خواهد شد. می‌توان غلظت واکنش‌گرها را تغییر داد و طول زمان واکنش را بررسی کرد. با افزایش غلظت، واکنش سریع‌تر می‌شود در حالی که با کاهش غلظت، زمان بیش‌تری طول می‌کشد تا رنگ طلایی ظاهر گردد. آزمایش مطابق واکنش زیر انجام می‌شود:



رنگ طلایی محلول به علت تشکیل گوگرد است. هرچه واکنش تشکیل گوگرد سریع‌تر باشد، تغییر رنگ محلول نیز به سرعت انجام شود.

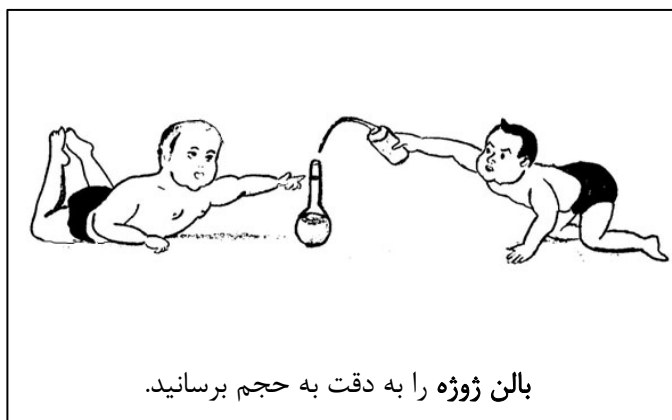
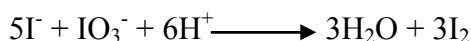
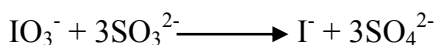


### آزمایش ۷۷: ساعت یدی

مواد و وسایل لازم: در بشر A: ۰٫۲۵ گرم پتاسیم‌یدات ( $KIO_3$ ) را در آب حل کنید و حجم آن را به ۱۵۰ میلی‌لیتر برسانید.  
در بشر B: ۰٫۱ گرم سدیم‌سولفیت ( $Na_2SO_3$ ) را در ۰٫۵ میلی‌لیتر سولفوریک‌اسید ۶ نرمال حل کنید.

شرح آزمایش: ۸ میلی‌لیتر محلول نشاسته ۱٪ را تهیه کنید (حل‌شدن ۱ گرم نشاسته‌ی سیب‌زمینی در ۹۹ میلی‌لیتر آب داغ) و حجم آن را به ۱۴۰ میلی‌لیتر برسانید. محلول‌های A و B را مخلوط کرده و در محلول نشاسته بریزید، نشاسته بعد از ۱۵ ثانیه، آبی‌رنگ می‌شود. می‌توانید غلظت واکنش‌گرهای بشر A و B را تغییر دهید و طول زمان واکنش را اندازه‌گیری نمایید. با کم و زیاد شدن غلظت واکنش‌گرها، زمان ظاهرشدن رنگ آبی نیز تغییر می‌کند.

مطابق واکنش زیر، از واکنش بین محلول‌های A و B، مولکول ید ( $I_2$ ) آزاد می‌شود و جذب نشاسته شده، رنگ آن را آبی تیره می‌کند.



### آزمایش ۷۸: تخم مرغ در بطری

شما می‌توانید با نشان دادن یک بطری که دهانه‌ی آن نسبتاً تنگ است، ابتدا از دوستان خود بپرسید که آیا به نظر شما می‌شود بدون شکستن این تخم مرغ آن را درون بطری جا داد؟ اجازه دهید دوستانتان پاسخ‌های خود را بدهند که در نوع خود جالب توجه است. سپس به شکل زیر عمل نمایید:



#### الف) روش اول

مواد و وسایل لازم: تخم مرغ ۱ عدد، بطری شیشه‌ای با دهانه‌ی نسبتاً تنگ، سرکه، وازلین، پنبه و الکل.

شرح آزمایش: شما برای شگفت‌زده کردن دوستانتان بایستی یک تخم مرغ را حداقل ۶ ساعت قبل درون سرکه قرار داده باشید. این کار را طوری انجام دهید که سرکه تمام سطح تخم مرغ را بپوشاند. توجه داشته باشید که تخم مرغ تازه در سرکه و در آب شناور نمی‌شود و به طور کامل غرق خواهد شد.

پوسته‌ی تخم مرغ با سرکه واکنش داده، تبدیل به یک لایه‌ی لاستیکی شکل و انعطاف‌پذیر می‌گردد. وقتی که پوسته‌ی تخم مرغ به طور کامل انعطاف‌پذیر گردید، دهانه‌ی بطری را با وازلین چرب نموده، سپس مقداری پنبه را به الکل آغشته کرده و با احتیاط آتش زده، درون

بطری بیندازید. حال اگر تخم مرغ انعطاف‌پذیرتان را بر دهانه‌ی بطری قرار دهید، طی یک واکنش ناگهانی به درون بطری مکیده می‌شود و دوستانتان را شگفت‌زده خواهد نمود. دقت کنید اگر دهانه‌ی بطری خیلی تنگ باشد، آزمایش با شکست مواجه خواهد شد. چنان‌چه تمایل به نگهداری این تخم مرغ دارید، باید مقداری الکل در بطری بریزید تا سطح تخم مرغ را کاملاً بپوشاند. در غیر این صورت تخم مرغ به سرعت فاسد خواهد شد.

### ب) روش دوم

مقداری کاغذ لوله‌شده، وقتی شروع به سوختن کرد، در یک بطری شیر بیندازید. تخم مرغ پخته و پوست‌کنده شده‌ای را خیس کرده، روی دهانه‌ی بطری قرار دهید. در این لحظه بعد از چند ارتعاش که به بطری وارد می‌شود، ناگهان تخم مرغ به داخل بطری کشیده می‌شود. برای بیرون آوردن تخم مرغ، دهانه‌ی بطری را به طرف پایین نگاه‌داشته و با شدت در آن بدمید تا تخم مرغ بیرون بیاید.

حرارت حاصل از سوختن کاغذ باعث می‌شود، بیش‌تر هوای داخل بطری بیرون بیاید. خلاً ایجادشده، تخم مرغ را به داخل بطری می‌کشاند. دمیدن هوا به داخل بطری، باعث زیاد شدن فشار هوا در آن شده و تخم مرغ بیرون می‌آید. اختلاف فشار در داخل و خارج بطری باعث حرکت تخم مرغ می‌شود.



در هنگام کار با  
ترازو، مراقب باشید  
تا روی آن  
وزنه‌های سنگین  
قرار ندهید.

**آزمایش ۷۹: تخم مرغی از جنس نقره**  
 مواد و وسایل لازم: تخم مرغ، شعله، ظرف آب.

**شرح آزمایش:** نخست یک تخم مرغ را روی شمع یا نفت بگیرید و به این طریق آن را کاملاً از یک ورقه‌ی دوده بپوشانید. سپس تخم مرغ را در یک کاسه‌ی آب قرار دهید. چنان به نظر می‌رسد که از نقره پوشیده شده است. این تخم مرغ را به یک نفر بدهید و بگویید آن را از آب بیرون بیاورد؛ ولی او با کمال تعجب خواهد دید که آن تخم مرغ نقره‌ای قشنگ، تبدیل به همان تخم مرغ دوده‌ای می‌شود



دوده‌ای که روی تخم مرغ را گرفته، از ذرات بسیار ریز کربن تشکیل شده است، بنابراین نفوذناپذیر بوده، مانع از نفوذ آب به سطح تخم مرغ می‌شود و هنگام فرو رفتن در آب، یک لایه‌ی نازک هوا را همراه خود می‌برد. این لایه‌ی هوا که به طور یکنواخت سطح تخم مرغ را پوشانده، مثل آینه عمل می‌کند و باعث ایجاد شکست در نور عبوری از آب می‌شود؛ همین شکست نور، رنگ سیاه تخم مرغ را نقره‌ای نمایش می‌دهد. برای مشاهده‌ی یک پدیده‌ی مشابه، می‌توانید یک لوله‌ی آزمایش را در آب فرو برده، از روبه‌رو به آن نگاه کنید، مشاهده خواهید نمود که قسمتی از لوله که داخل آب قرار دارد، نقره‌ای به نظر می‌رسد.

### آزمایش ۸۰: انرژی گرمای دست

اگر به شما بگوییم می‌توانید با گرمای دستتان یک سکه ۵۰ تومانی را به حرکت درآورید، حتماً تعجب خواهید نمود. اگر باور نمی‌کنید می‌توانید با انجام این آزمایش باورهایتان را متحول نمایید.

**مواد و وسایل لازم:** سکه‌ی ۵۰ تومانی، ۱ عدد بطری شیشه‌ای نوشابه، مقداری آب.

**شرح آزمایش:** بطری نوشابه را تا یک‌سوم از آب پر کرده، در یخچال بگذارید. توجه نمایید که در بطری را نیسته باشید. وقتی بطری به اندازه‌ی کافی سرد شد، قبل از خروج بطری از یخچال سکه‌ی خود را با کمی آب خیس کنید و وقتی بطری را از یخچال درآوردید. بلافاصله سکه را در دهانه‌ی بطری بگذارید. حال قسمت خالی بطری را با دستانتان نگه‌دارید و به حرکت‌های سکه دقت کنید. همان‌طور که مشاهده می‌کنید سکه در دهانه‌ی بطری، شروع به تکان خوردن می‌نماید. به نظر شما حرکت سکه چه دلیلی می‌تواند داشته باشد؟

با سرد شدن بطری، هوای داخل بطری منقبض می‌شود. به این ترتیب هوای بیش‌تری داخل بطری جمع می‌شود. وقتی شما با دستتان بطری را گرم می‌کنید، هوای داخل بطری منبسط شده، سعی در خارج شدن از بطری دارد که فشار وارده از سوی هوا، سکه را تکان می‌دهد. باید در بطری به مقدار یک‌سوم آب می‌ریزیم، این است که آب دارای ظرفیت گرمایی ویژه‌ی بالایی است و وجود آب درون بطری شیشه‌ای، موجب جلوگیری از ایجاد شک حرارتی می‌شود.

### آزمایش ۸۱: دماسنج گازی گالیه

تاریخ استفاده از دماسنج‌ها برای اندازه‌گیری دما به اوایل سال ۱۵۹۳ برمی‌گردد. از یک دماسنج برای اندازه‌گیری مقدار انرژی جنبشی متوسط مولکول‌ها استفاده می‌شود. در این آزمایش، بطری نوشابه مدل

ساده‌شده‌ای از دماسنج گازی گاليله است. گاليله، دماسنج خود را در سال ۱۵۹۳ طراحی کرد و آن را ترموسکوپ نامید.

**مواد و وسایل لازم:** آب، رنگ غذای آبی‌رنگ، ظرف دهان‌گشاد یک لیتری، بطری شیشه‌ای نوشابه، نی نوشابه‌خوری، خمیر مجسمه‌سازی.

**شرح آزمایش:** حدود ۵ سانتی‌متر، در بطری نوشابه آب بریزید. آن‌قدر از ماده‌ی آبی‌رنگ به این آب اضافه کنید تا رنگ آن، آبی پررنگ شود. حدود ۵ سانتی‌متر از انتهای نی را درون بطری نوشابه وارد کنید. قطعه‌ای از خمیر مجسمه‌سازی را در دهانه‌ی بطری نوشابه قرار داده، خوب دهانه را مسدود کنید. کف دست‌های خود را روی بطری بگذارید و تا آن‌جا که ممکن است، بطری را فشار دهید؛ البته نه آن‌قدر که خطر شکستن آن پیش آید. به مدت یک دقیقه بطری را در دست‌های خود نگه‌دارید. بطری نوشابه را همراه با نی، به صورت واژگون روی بطری محتوی آب رنگی قرار دهید؛ بطوری که سر دیگر نی، درون آب قرار گیرد. به مدت ۲ تا ۳ دقیقه به نی نگاه کنید؛ آب رنگی در نی بالا می‌رود.

وقتی بطری را در دست‌های خود نگه‌دارید، هوای داخل بطری گرم می‌شود. مولکول‌های گاز گرم شده، منبسط می‌شوند و از انتهای نی خارج می‌گردند. با سرد شدن شیشه، مولکول‌های باقی‌مانده در شیشه منقبض می‌شوند. از آن‌جا که در این حالت، تعداد کم‌تری مولکول در شیشه موجود است، به علت کمبود مولکول، یک خلاء نسبی ایجاد می‌شود و فشار داخل شیشه از فشار بیرون شیشه کم‌تر می‌گردد. بنابراین هوا روی سطح آب ظرف، فشار می‌آورد و آب را به درون سر دیگر نی می‌راند و آب در نی بالا می‌رود.

## آزمایش ۸۲: تولید هیدروژن با چننه

شما می‌توانید با استفاده از چننه و کمی فویل آلومینیومی، گاز هیدروژن تهیه نموده، از آن در آزمایش‌هایتان استفاده نمایید. چننه ماده‌ای است که از آن برای باز کردن لوله‌های فاضلاب استفاده می‌شود، با توجه به این مطلب باید بدانید که چننه همان سود سوزآور است که می‌توانید با قیمت بسیار مناسب آن را از فروشگاه‌ها تهیه نمایید.

مواد و وسایل لازم: چننه، فویل آلومینیومی، آب، بطری شیشه‌ای.

**شرح آزمایش:** مقداری آب درون بطری بریزید؛ طوری که یک‌سوم بطری را پر کند. حال مقداری چننه را در این بطری بریزید، مواظب باشید که سود سوزآور با دستتان تماس پیدا نکند؛ زیرا بلافاصله آب دستتان را جذب کرده، ضمن واکنش با پوست باعث ایجاد سوزش و خارش در محل تماس می‌گردد. در هنگام آزمایش نیز دستتان را به دهان یا چشم خود نزنید. مقداری فویل آلومینیومی را به صورت گلوله‌های کوچک درآورده، داخل بطری بیندازید. طی یک واکنش شیمیایی گاز هیدروژن ایجاد می‌شود که به آرامی بالا می‌آید.

حال اگر با احتیاط کامل، کبریت مشتعلی را به دهانه‌ی بطری نزدیک نمایید، پدیده‌ی پرهیجانی را مشاهده خواهید نمود. از هیدروژن به دست‌آمده برای بادکردن بادکنک هم می‌توانید استفاده نمایید. این بادکنک تا ارتفاع زیادی بالا می‌رود. محلول داخل بطری را به همراه آب زیاد داخل سینک می‌توانید تخلیه نمایید.

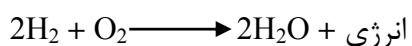
### آزمایش ۸۳: بادکنک‌های هیدروژن

مواد و وسایل لازم: بادکنک، نخ بلند، گاز هیدروژن.



شرح آزمایش: پیش از انجام آزمایش، بادکنک‌های متوسط تا بزرگی را از گاز هیدروژن پر کنید و با نخ بلندی ببندید؛ به طوری که نخ آن (به بلندی حدود ۲٫۵ تا ۴ متر) روی میز نمایش بسته شده، در هوا معلق باشد. در حالی که محل نمایش تاریک است، با استفاده از یک چوب بلند، شمع روشنی را بالا ببرید و بادکنک‌ها را منفجر کنید. به این ترتیب صدا و نور ایجاد می‌شود (برای شروع یک نمایش، آغاز زیبایی است).

از ترکیب گاز هیدروژن ( $H_2$ ) و اکسیژن ( $O_2$ ) هوا، مولکول‌های آب به وجود می‌آید که به شدت فعال و گرماده می‌باشد. اما همین آزمایش به ظاهر ساده برای شروع واکنش نیاز به انرژی دارد که از شعله‌ی شمع تأمین می‌شود. اگر این دو گاز در کنار هم باشند، بدون ایجاد یک جرقه یا شعله هیچ برهم‌کنشی با هم ندارند.





### آزمایش ۸۴: اژدهای فرعون

مواد و وسایل لازم: ۳ گرم پارانیترواستانیلید، یک میلی‌لیتر سولفوریک‌اسید غلیظ، بشر.

شرح آزمایش: پارانیترواستانیلید را در بشر بریزید و به آن سولفوریک‌اسید غلیظ بیفزایید. ظرف واکنش را حرارت دهید. بعد از چند دقیقه، ماری که به احتمال زیاد بیش‌تر از ۳۰ سانتی‌متر طول و چند سانتی‌متر قطر دارد، به طرف بالا پرش می‌کند.

در این آزمایش به وسیله‌ی سولفوریک‌اسید عمل آب‌گیری (دهیدراته کردن) انجام می‌گیرد و در اثر واکنش شیمیایی، گاز  $\text{CO}_2$  و کربن تولید می‌شود. دود و گاز تولیدشده به چشم‌ها و ریه‌ها آسیب می‌رساند، بهتر است آزمایش را در زیر هود انجام دهید.



بالن انواع گوناگونی دارد: بالن ته‌گرد، ته‌صاف، دودهانه، سه دهانه و...

## آزمایش ۸۵: نوشته‌ی نامریی

### الف) مرکب مخفی

مواد و وسایل لازم: آب پیاز یا آب‌لیمو، ورق کاغذ.

شرح آزمایش: برای تهیه‌ی مرکب، آب‌لیموی ترش را بگیرید یا این‌که پیازی را رنده نمایید و عصاره‌ی آن را با یک صافی پارچه‌ای جدا کنید و به عنوان مرکب به کار ببرید. قلم‌موی خود را در داخل مرکب تهیه‌شده فرو برده، بر روی یک صفحه‌ی کاغذ کلمه‌ای را بنویسید. وقتی این مرکب خشک می‌شود، نوشته‌ی مورد نظر ناپدید می‌گردد. برای آشکارشدن، کاغذ را به ملایمت بالای شعله‌ی شمع یا چراغی حرارت دهید تا نوشته نمایان شود. مخلوط حاصل، در مجاورت هوا اکسید و سیاه می‌شود. شیر و سرکه هم می‌تواند به عنوان مرکب استفاده شود، ولی بهترین مرکب آب‌لیمو و آب پیاز می‌باشد.

### ب) نوشته‌ی اسرارآمیز

مواد و وسایل لازم: تخم مرغ تازه، چنگال، کاسه، کاغذ سیاه، قلم.

شرح آزمایش: تخم مرغ را در کاسه بشکنید و با چنگال خوب هم بزنید. مدتی صبر کنید و دوباره به هم بزنید. قلم‌مویی را در این جوهر فرو برده، روی کاغذ سیاه کلمه‌ای را بنویسید. اجازه بدهید نوشته خشک شود. برای ظاهر کردن نوشته، کاغذ را با اتوی داغ حرارت دهید تا نوشته به رنگ سفید ظاهر شود. این مرکب به نور خورشید هم حساس می‌باشد.

### آزمایش ۸۶: لیوان‌های پر آب وارونه مواد و وسایل لازم: آب، سه عدد لیوان.

شرح آزمایش: یک لیوان را پر از آب کرده و صفحه‌ی کاغذی را روی آن قرار دهید. با احتیاط آن را به صورت وارونه روی میز بگذارید (اگر لیوان را بردارید، آب روی میز می‌ریزد). لیوان دوم را مانند مرحله‌ی قبل پر از آب کرده، با صفحه‌ی کاغذی بپوشانید و به طور وارونه روی لیوان اول قرار دهید. با احتیاط ورقه‌ی کاغذ را از بین دو لیوان بیرون بیاورید، به این ترتیب با لیوان سوم هم همین کار را تکرار کنید. شما دارای سه لیوان پر آب وارونه خواهید بود. فشار هوا از خروج آب لیوان وارونه جلوگیری می‌کند.



### آزمایش ۸۷: برج رنگین

مواد و وسایل لازم: ۲۰۰ میلی‌لیتر اتانول (با رنگ خوراکی رنگ شده باشد)، ۲ لیوان آب‌خوری، ۲ عدد جام شیشه‌ای، بشقاب تخت، دو فتیله‌ی پنبه‌ای.

شرح آزمایش: روی یک بشقاب، دو لیوان پر از آب را که به صورت وارونه روی هم قرار دارد، بگذارید. روی لیوان بالایی، یک جام شیشه‌ای که پر از الکل رنگین می‌باشد، قرار دهید. دو فتیله‌ی پنبه‌ای در دو طرف این جام بگذارید؛ به طوری که قسمت انتهایی آن‌ها از لیوان بیرون باشد. اتانول رنگین از انتهای این دو فتیله، روی جداره‌ی لیوان وارونه‌شده‌ی فوقانی قطره قطره می‌چکد. این قطره‌ها از فاصله‌ی بین دو لیوان آب‌خوری وارد آن‌ها می‌شود و به طرف بالا رفته، قسمت فوقانی لیوان وارونه‌ی بالایی را پر می‌کند؛ به این ترتیب جایگزین آب می‌شود. فتیله‌های پنبه‌ای، بر اساس خاصیت لوله‌های موئین، باعث خارج شدن اتانول رنگین از جام می‌شوند. به علت سبکی الکل، این مایع رنگی به سمت بالای لیوان می‌رود و قسمت فوقانی آن را اشغال می‌کند. درون جام را مرتب پر از الکل رنگین نمایید.



### آزمایش ۸۸: عبور سیخ از بادکنک

در این سری از آزمایش‌ها، با گروهی از ترکیب‌های آلی به نام بسپارها (پلیمرها) آشنا می‌شوید. این آزمایش ساده و کم‌هزینه را انجام دهید و دوستانتان را متعجب کنید.

**مواد و وسایل لازم:** روغن معدنی (سیلیکون)، بادکنک، سیخ.

**شرح آزمایش:** سیخی را به روغن معدنی آغشته کنید (نیمی از آن پوشیده شود). در بادکنکی بدمید تا نیمی از آن از هوای بازدم شما پر شود و آن را گره بزنید. سیخ را به آهستگی از قسمت بالای بادکنک که ضخیم‌تر است، درون بادکنک فشار بدهید؛ بادکنک نمی‌ترکد. شما می‌توانید سیخ را از بادکنک دریاورید، ولی امکان دارد باد آن خالی شود.

بسپارها شامل زنجیرهای طولانی از مولکول‌ها هستند، بادکنک نیز نوعی بسپار است که خاصیت کشیده شدن یا منبسط شدن را دارد. زمانی که سیخ بدون درنگ و سریع به بادکنک زده می‌شود، بادکنک می‌ترکد؛ چون مولکول‌های بادکنک (بسپار) فرصت ندارند تا کشیده شوند و سیخ یا سوزن را احاطه کنند، در نتیجه از هم گسیخته می‌شوند. وقتی سیخ آرام داخل بادکنک فرو می‌رود، سرعت کم‌تر فشار، اجازه می‌دهد تا مولکول‌های بسپار باز شوند و به اطراف حرکت نمایند. روغن مناطق بین سیخ و بادکنک را می‌بندد و باعث کاهش اصطکاک می‌شود.

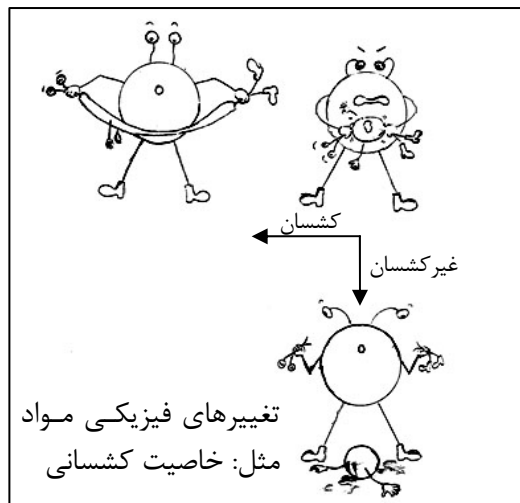


در هنگام کار حتماً عینک ایمنی بزنید.

### آزمایش ۸۹: تغییر شکل چسب

مواد و وسایل لازم: چسب سفید<sup>۱</sup> (سریش)، آب، رنگ غذا، محلول بوراکس، میله‌ی هم‌زن، بشر ۱۰۰۰ میلی‌لیتری یا ظرف بزرگ.  
 شرح آزمایش: یک محلول آبی سیرشده‌ی بوراکس را تهیه نمایید. حجم برابری (۵۰ میلی‌لیتر) از آب و چسب را با هم مخلوط کنید و مقداری رنگ غذا را به آن بیفزایید. این مخلوط را به آهستگی در محلول بوراکس بریزید (در حالی که مخلوط را به شدت به هم می‌زنید). در ظرف ماده‌ی چسبناکی دیده می‌شود. آب موجود در ظرف را خارج کنید و بسپار را بیرون بیاورید؛ اگر آن را به آرامی بکشید، از هم جدا نخواهد گردید.

چسب به عنوان یک نوع بسپار از مولکول‌های وینیل استات تشکیل شده است. بوراکس بین مولکول‌های بسپار، اتصال‌های عرضی<sup>۲</sup> به صورت پل ایجاد می‌کند؛ در نتیجه بسپار بیش‌تر ناروان (ویسکوز) و چسبناک می‌شود.



1 - White Glue  
 2 - Cross-linked

### آزمایش ۹۰: آب دوستی یا آب‌گریزی

مواد و وسایل لازم: ۱-۲ گرم پودر سدیم پلی‌آکریلات، ۷۰۰ میلی‌لیتر آب، نمک (اختیاری)، بشر ۱۰۰۰ میلی‌لیتری، میله‌ی هم‌زن.

شرح آزمایش: در یک بشر شیشه‌ای بین ۵۰۰-۷۰۰ میلی‌لیتر آب بریزید و به آن پودر سدیم پلی‌آکریلات بیفزایید و به شدت به هم بزنید. مخلوط را به تماشاگران نشان دهید تا لمس کنند. مقداری از یک جامد یونی مانند نمک طعام یا جوش شیرین را به محتویات بشر اضافه کنید و به هم بزنید تا دوباره مانند قبل روان شود.

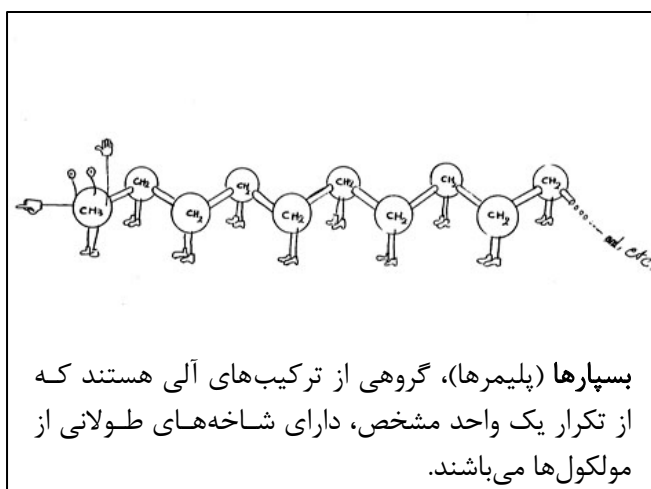
بسیار سدیم پلی‌آکریلات تمایل زیادی به آب دارد یا به اصطلاح آب‌دوست می‌باشد. در حالت پودر، زنجیرهای این ترکیب به صورت مارپیچ (فنرمانند) و درهم وجود دارد و با گروه‌های کربوکسیل ( $\text{COOH}$ ) پوشیده شده است. زمانی که سدیم پلی‌آکریلات در تماس با مولکول‌های آب قرار می‌گیرد، تشکیل یون‌های کربوکسیلات ( $\text{COO}^-$ ) با بار منفی می‌دهد که این یون‌های هم‌نام در طول زنجیر بسیار همدیگر را دفع می‌کنند. در این هنگام کلاف درهم بسیار، باز می‌شود و اجازه می‌دهد مولکول‌های آب در تماس بیشتر با گروه‌های کربوکسیل قرار گیرد. پیوندهای هیدروژنی بین اتم هیدروژن آب و اتم اکسیژن یون کربوکسیلات، تشکیل می‌گردد. در نهایت بسیار متورم شده و شبیه ژل می‌شود.

وقتی نمک، به بسیار ژل شده افزوده شود، هر یون سدیم ( $\text{Na}^+$ ) و هر یون کلرید ( $\text{Cl}^-$ )، به سرعت به وسیله‌ی ۶ مولکول آب احاطه می‌شود و آب از کمپلکس آب - بسیار خارج می‌گردد. ترکیب‌های یونی مانند نمک طعام، جوش شیرین یا سرکه توانایی بسیار را در جذب آب کاهش می‌دهند و ژل دوباره به مایع تبدیل می‌شود.

### آزمایش ۹۱: لاستیک مصنوعی

مواد و وسایل لازم: لاتکس لاستیک مصنوعی، بشر کوچک، محلول ۱۰٪ استیک‌اسید.

شرح آزمایش: یک بشر کوچک را بردارید و نصف آن را لاتکس مصنوعی بریزید، این بشر دارای مایع شیری‌رنگ می‌باشد. در بشر کوچک دیگری محلول بی‌رنگ ۱۰٪ استیک‌اسید ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) بریزید. محتویات این دو ظرف را در یک بشر بزرگ‌تر ریخته، با یک هم‌زن شیشه‌ای مخلوط نمایید. ماده‌ی جامد لاستیک‌مانندی، شروع به انعقاد می‌کند. این توده را با دست بیرون آورده، فشار دهید تا مایع همراه آن خارج شود. سپس آن را به شکل توپی درآورید و محکم به زمین بزنید؛ توپ برمی‌گردد و به سقف می‌خورد. لاتکس به وسیله‌ی اسید منعقد می‌شود. محصول دارای خواص لاستیکی می‌باشد. مخلوط حاصل روی پوست دست بی‌تأثیر است.





### آزمایش ۹۲: از کاغذ باطله، ابریشم تهیه کنیم

مواد و وسایل لازم: آب مقطر، محلول آبی سدیم‌هیدروکسید، محلول ۵۰٪ آمونیاک در آب، محلول رقیق سولفوریک‌اسید، مس‌سولفات، کاغذ باطله، الیاف ریز ساقه‌ی موز، ارلن، سرنگ، حمام شیشه‌ای.

شرح آزمایش: در یک ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری، ۱۰ گرم سولفات‌مس ( $\text{CuSO}_4$ ) بریزید و با افزودن آب مقطر کافی و هم‌زدن، یک محلول سیرشده تهیه کنید. به محلول سیرشده‌ی سولفات‌مس، قطره قطره محلول آبی سدیم‌هیدروکسید اضافه نمایید تا رسوب مس(II)‌هیدروکسید تشکیل شود. افزودن محلول سود را آن قدر ادامه دهید تا تشکیل رسوب به طور کامل انجام گیرد. رسوب را صاف کنید و با محلول ۵۰٪ آمونیاک ( $\text{NH}_3$ ) شتسو دهید تا به تدریج حل شود و محلول آبی پررنگی به نام محلول آمونیاکی هیدروکسید‌مس به دست آید. رنگ آبی مربوط به تشکیل تترآمین‌مس‌هیدروکسید ( $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ ) است. این محلول به نام محلول شوایتزر<sup>۱</sup> معروف می‌باشد.

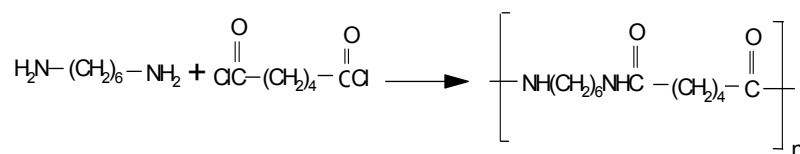
کاغذهای باطله و الیاف بسیار نازک ساقه‌ی موز را به تکه‌های ریز تبدیل کنید و در این محلول بریزید. مخلوط را به هم بزنید و چند روزی کنار بگذارید. محلول سفت و غلیظی تشکیل می‌شود. آن را در یک سرنگ بریزید و نوک سرنگ را در یک حمام شیشه‌ای محتوی محلول رقیق سولفوریک‌اسید قرار دهید. در حالی که نوک سوزن سرنگ را به سرعت در محلول سولفوریک‌اسید حرکت می‌دهید، با فشار محلول ناروان (ویسکوز) را از درون سرنگ خارج کنید. رشته‌های باریک و بلندی در محلول اسید غوطه‌ور می‌شود.

این رشته‌ها همان رایون<sup>۱</sup> یا ابریشم مصنوعی می‌باشد. حمام سولفوریک اسید را برای ۲۴ ساعت آرام در کناری بگذارید تا رنگ رشته‌ها، سفید شود. رشته‌ها را از محلول خارج کرده، با آب شتسو دهید و روی کاغذ صافی بگذارید تا خشک شود. می‌توانید با بافتن دو یا چند رشته به یکدیگر، نخ رایون تهیه کنید.

### آزمایش ۹۳: طناب نایلونی

**مواد و وسایل لازم:** هگزامتیلن دی‌آمین، سدیم هیدروکسید، آدیپویل کلرید، بشر.

**شرح آزمایش:** ۲۵ میلی‌لیتر از محلول آبی هگزامتیلن دی‌آمین ۰٫۵ مولار و سدیم هیدروکسید ۰٫۵ مولار را در یک بشر ۱۰۰ میلی‌لیتری بریزید. ۲۵ میلی‌لیتر محلول ۰٫۲۵ مولار آدیپویل کلرید در سیکلوهگزان را به آرامی و با احتیاط از جداری بشر به محلول قبلی اضافه کنید؛ به طوری که دو لایه‌ی فاز آلی (سیکلوهگزان) و آبی مخلوط نشوند و مرز بین آن‌ها مشخص باشد. با نوک یک سیم مسی، نایلونی را که در سطح مشترک بین دو لایه‌ی آبی و آلی تشکیل شده است، بگیرید و دور یک قرقره‌ی کوچک هدایت کنید و بیچید. از واکنش بین هگزامتیلن دی‌آمین و آدیپویل کلرید طبق معادله‌ی زیر، نایلون که یک نوع بسپار<sup>۲</sup> می‌باشد، به وجود می‌آید.



1 - Rayon  
2 - Polymer

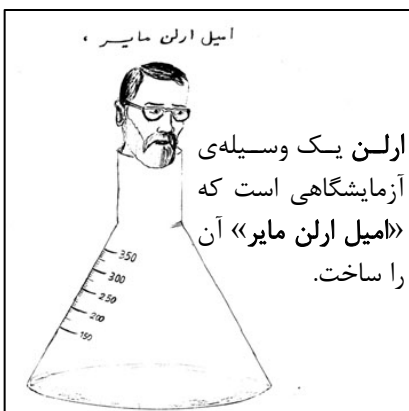
### آزمایش ۹۴: بلورهای یخ در دمای محیط

مواد و وسایل لازم: آمونیوم تیوسیانات، باریم هیدروکسید، صفحه‌ی چوبی مرطوب، بشر ۱۵۰ میلی‌لیتری.

شرح آزمایش: ۱۶ گرم آمونیوم تیوسیانات ( $\text{NH}_4\text{SCN}$ ) یا آمونیوم نیترات ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) و ۳۲ گرم باریم هیدروکسید آب‌دار ( $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ ) را در یک بشر ۱۵۰ میلی‌لیتری بریزید. بشر را روی یک صفحه‌ی چوبی مرطوب قرار دهید و مخلوط داخل آن را خوب هم بزنید. بعد از چند لحظه بشر را از روی صفحه بردارید. تعجب نکنید، نمی‌توانید بشر را از چوب مرطوب جدا کنید. معلوم است، آب اطراف بشر یخ می‌بندد و مانع جدا شدن بشر و چوب می‌گردد. در این آزمایش واکنش زیر انجام می‌شود:



افزایش زیاد آنتروپی (بی‌نظمی) در سیستم، نتیجه‌ی شمار زیادی از مولکول‌های تشکیل‌شده در مقایسه با مواد اولیه می‌باشد. افزایش آنتروپی آن قدر زیاد است که برگرماگیر بودن واکنش غلبه کرده، واکنش خودبه‌خودی انجام می‌شود. گرماگیر بودن واکنش، انرژی گرمایی را از محیط اطراف می‌گیرد و آب اطراف بشر یخ می‌زند.



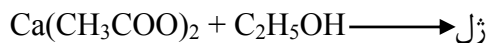


### آزمایش ۹۵: یخ در آتش

مواد و وسایل لازم: محلول سیرشده‌ی کلسیم‌استات، اتانول، بشر.

شرح آزمایش: ۱۵۰ گرم کلسیم‌استات  $(Ca(CH_3COO)_2)$  را در ۵۰۰ میلی‌لیتر آب حل کنید تا محلول اشباع کلسیم‌استات تهیه شود. ۴۰ میلی‌لیتر از این محلول اشباع را در یک بشر بریزید. به همان حجم اتانول  $(C_2H_5OH)$ ,

به آن بیفزایید. مخلوط را قدری تکان دهید تا جامدی که مشابه یخ است، تشکیل شود. الکل اضافی روی یخ را خارج کنید و با وارونه کردن بشر، محصول جامد را به صورت قالبی درآورید. اگر به آن، شعله‌ای را نزدیک کنید، الکل به دام‌افتاده در محصول، آتش می‌گیرد و یخ شعله‌ور می‌شود ولی ذوب نمی‌شود.



در این آزمایش می‌توانید در محلول کلسیم‌استات، مقداری سود بریزید. الکل مورد استفاده را نیز به همراه فنل‌فتالئین اضافه کنید تا یخ شما در محیط بازی رنگی شود.

### آزمایش ۹۶: نفس سرد

مواد و وسایل لازم: ۱۵۰ میلی‌لیتر اتر، ۵ میلی‌لیتر آب، لوله‌ی آزمایش، لوله‌ی لاستیکی، بشر.

شرح آزمایش: اتر را داخل یک بشر بریزید و لوله‌ی آزمایش حاوی آب را، در آن قرار دهید. لوله‌ی لاستیکی را درون بشر بگذارید و در آن بدمید (فوت کنید). آب داخل لوله‌ی آزمایش یخ می‌زند. اتر مایع بی‌رنگ و بی‌اثری است، بنابراین جزء حلال‌های آزمایشگاهی می‌باشد. خیلی سریع بخار می‌شود. اتر در هنگام تبخیر، حرارت را از اطراف خود جذب می‌کند و در نتیجه باعث پایین آمدن درجه‌ی حرارت شده و آب یخ می‌زند.



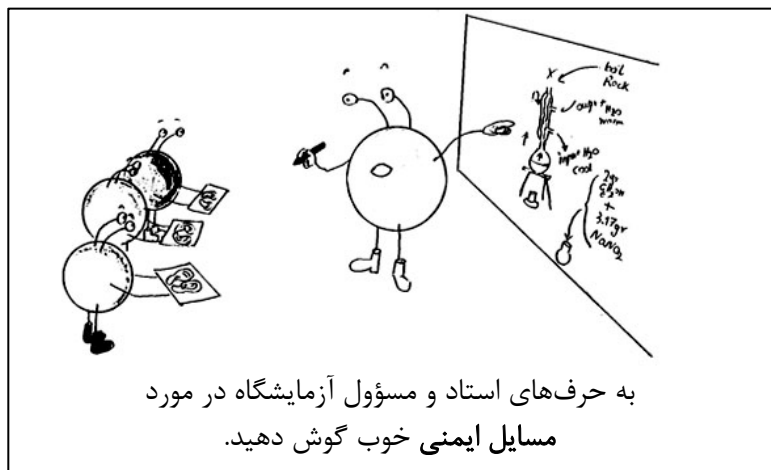
### آزمایش ۹۷: دمای زیر صفر

دو لیوان که دارای مخلوط آب و یخ است، به تماشاچیان نشان دهید و از آن‌ها سؤال کنید: دماسنج، دمای آب دو لیوان را چه عددی نشان می‌دهد؟ جواب می‌دهند: صفر درجه‌ی سانتی‌گراد. اما دمای آب یکی از لیوان‌ها ۱۰- درجه‌ی سانتی‌گراد است. چرا؟

مواد و وسایل لازم: آب، یخ خردشده، نمک طعام، دماسنج، لیوان.

شرح آزمایش: یخ را به قطعه‌های ریز خرد کنید و در لیوان‌های آب بریزید. دماسنج دمای آب را صفر درجه‌ی سانتی‌گراد نشان می‌دهد. مقداری نمک طعام در یکی از لیوان‌ها بریزید و دمای ۱۰- درجه‌ی سانتی‌گراد آب را مشاهده کنید.

نمک، نقطه‌ی انجماد آب را پایین می‌آورد. هرچه مقدار نمک بیش‌تر باشد، نقطه‌ی انجماد آب کم‌تر می‌شود. به همین علت در زمستان بر روی برف کوچه و خیابان نمک می‌ریزند تا تبدیل به یخ نشود.



### آزمایش ۹۸: نیتروژن مایع

نیتروژن ۸۰٪ هوایی را تشکیل می‌دهد که ما تنفس می‌کنیم. گاز نیتروژن در ۱۹۶- درجه‌ی سانتی‌گراد تبدیل به مایع می‌شود. در این قسمت چند آزمایش با نیتروژن مایع بیان می‌شود (در هنگام کار با نیتروژن مایع باید از دستکش استفاده کرد. هرگز دستان خود را در این مایع داخل نکنید).

**مواد و وسایل لازم:** نیتروژن مایع، بالن دهانه گشاد، انواع میوه، بادکنک، دستکش حرارتی، انبر.

#### الف) دمای جوش

**شرح آزمایش:** مقداری نیتروژن مایع را در بالن دهانه گشادی بریزید و جوشیدنش را مشاهده نمایید. دمای جوش آن ۱۹۶- درجه‌ی سانتی‌گراد است.

با احتیاط در نیتروژن مایع بدمید. بخاری از بازدم، مانند روزهای سرد زمستان دیده می‌شود. در اثر سرمای زیاد نیتروژن، آب موجود در بازدم شما بخار می‌گردد.

#### ب) بادکنک

**شرح آزمایش:** یک بالن دهانه گشاد یک یا دو لیتری را تا حجم دوسوم با نیتروژن مایع پر کنید. چند بادکنک را که از قبل پر از هوا کرده‌اید، در بالن فرو ببرید؛ بادکنک‌ها به شکل مچاله شده‌ای درمی‌آیند. آن‌ها را با انبر بیرون بیاورید و روی میز بگذارید تا در اثر گرم‌شدن منبسط شوند. می‌توانید آن‌ها را به سمت دیوار پرتاب کنید تا خرد شود.

وقتی بادکنک پر از هوا است، مولکول‌های گاز خیلی سریع حرکت می‌کنند و به دیواره‌های بادکنک فشار وارد می‌آورند (مثل کیسه‌ی شن مشت‌زنی). وقتی مولکول‌های هوا سرد می‌شود، حرکت مولکول‌های گاز کند شده، فشار به دیواره‌های بادکنک کم می‌گردد. مقداری از هوای بادکنک به مایع تبدیل و بادکنک مچاله می‌شود.

### ج) گل

**شرح آزمایش:** گل سرخ و گل میخک را در نیتروژن مایع فرو کنید و دست کم یک دقیقه فرصت دهید تا منجمد شود. سپس آن‌ها را با چکش بشکنید. برای جابه‌جا کردن اجسام در داخل نیتروژن مایع، از دستکش و انبر استفاده نمایید.  
گل‌ها در ساختار خود آب دارند. وقتی آب داخل آن‌ها یخ می‌زند، خرد و شکننده می‌شوند.

### د) میوه‌ها

**شرح آزمایش:** موزی را در نیتروژن مایع قرار دهید تا یخ بزند (حدود ۵ دقیقه). در این آزمایش باید فرصت کافی برای یخ زدن را به میوه بدهید (تا زمانی که از نیتروژن مایع نجوشد)، چون در غیر این صورت، بعد از بیرون آوردن از نیتروژن مایع می‌شکند. اگر یخ‌زدن موفقیت‌آمیز باشد، موز را با چکش و میخ به تخته‌ای وصل نمایید. اگر چکش یا میخ وجود نداشت، موز را خرد کنید.  
آب موجود در میوه‌ها یخ زده، آن‌ها را ترد و شکننده می‌نماید.



### ه) بادکنک حاوی کربن‌دی‌اکسید

شرح آزمایش: قبل از نمایش، یخ خشک را داخل بادکنک بریزید و آن را گره بزنید. بعد از چند دقیقه بادکنک پرباد می‌شود. در همان لحظه بادکنک را در نیتروژن مایع فرو کنید و بعد از بیرون آوردن، یخ خشک را از بادکنک خارج نمایید.

گاز کربن‌دی‌اکسید در  $-76$  درجه ی سانتی‌گراد به یخ خشک تبدیل می‌شود. زمانی که بادکنک پر باد شد، یخ خشک به گاز کربن‌دی‌اکسید تبدیل شده است. سرمای نیتروژن مایع نیز، گاز کربن‌دی‌اکسید را تصعید و به یخ خشک تبدیل می‌کند.

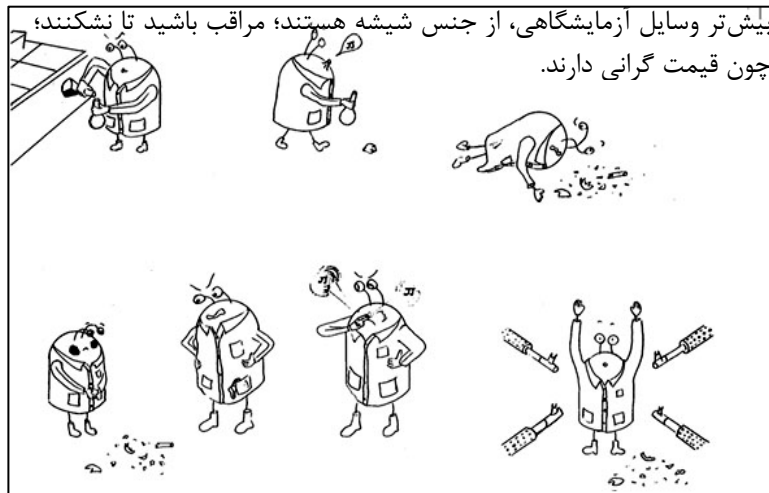


### آزمایش ۹۹: ماسک ضدگاز

مواد و وسایل لازم: خاکه اره، لوله‌ی آزمایش، پایه‌ی فلزی، آمونیاک.

**شرح آزمایش:** تا دوسوم لوله‌ی آزمایش را با خاکه اره پر کنید و دهانه‌ی آن را با یک چوب‌پنبه که از آن یک لوله‌ی رابط عبور کرده، ببندید. لوله‌ی آزمایش را به پایه‌ی فلزی متصل کنید و آن را با شعله‌ی ملایم حرارت دهید. گازهای قابل اشتعال متانول و متان از لوله خارج می‌شود که می‌توانید آن را شعله‌ور سازید. پس از سرد شدن لوله‌ی آزمایش، چند قطره آمونیاک در آن و لوله‌ی آزمایش دیگری که فقط خاکه اره نسوخته وجود دارد، بچکانید. بوی آمونیاک کم‌تر، از لوله‌ای به مشام می‌رسد که آن را حرارت دادید. چرا؟

از حرارت دادن خاکه اره، زغال‌اکتیو تولید می‌شود که در تهیه‌ی ماسک‌های ضدگاز استفاده می‌گردد. ساختار متخلخل زغال‌اکتیو، آمونیاک را جذب می‌کند و از انتشار آن در هوا جلوگیری می‌نماید.



### آزمایش ۱۰۰: چراغ راهنمایی (I)

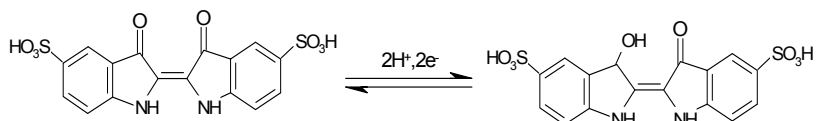
مواد و وسایل لازم: شناساگر ایندیگوکارمین<sup>۱</sup>، دکستروز (گلوکز)، سدیم هیدروکسید، آب، ارلن.

شرح آزمایش: محلول A را تهیه کنید.

محلول A: ۳ گرم دکستروز و ۵ گرم سدیم هیدروکسید را در ۲۵۰ میلی لیتر آب حل نمایید.

۵۰ میلی لیتر محلول A را در یک ارلن ۲۵۰ میلی لیتری بریزید و ۱۰-۵ میلی لیتر از محلول ۱۰٪ شناساگر ایندیگوکارمین را به آن بیفزایید. محلول به رنگ زرد روشن دیده می‌شود. در ارلن را ببندید و به آرامی بچرخانید تا رنگ قرمز ظاهر گردد. ارلن را سریع و به شدت تکان دهید تا رنگ سبز نمایان شود. محلول را در حالت سکون قرار دهید تا دوباره به رنگ زرد درآید.

ایندیگوکارمین واکنش برگشت پذیر زیر را انجام می‌دهد. با تکان دادن بالن، اکسیژن وارد محلول شده، شناساگر اکسید شده، به رنگ سبز دیده می‌شود. ایندیگوکارمین در حالت احیا، زرد رنگ می‌باشد. حدواسط قرمز رنگ نیز در اثر تشکیل سمی کوئینون<sup>۲</sup> است.



1 - Indigo carmine

2 - Semiquinone

## آزمایش ۱۰۱: چراغ راهنمایی (II)

مواد و وسایل لازم: ، نمک پتاسیم، سدیم ۲ و ۳- دی‌هیدروکسی‌بوتان دیوات<sup>۱</sup> یا نمک پتاسیم سدیم تارتارات معروف به نمک راشل<sup>۲</sup>، آب اکسیژنه، کبالت کلرید، یخ، بشر، دماسنج، استوانه‌ی مدرج، سه پایه، توری نسوز، پی‌پت مکنده، لوله‌ی آزمایش، آب مقطر.

شرح آزمایش: در یک بشر، ۱ گرم نمک راشل ( $\text{CO}_2\text{K}(\text{CHOH})_2\text{CO}_2\text{Na}\cdot\text{H}_2\text{O}$ ) را در ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل کنید و محلول را تا دمای ۷۰ درجه‌ی سانتی‌گراد گرم نمایید. ۲۰ میلی‌لیتر آب اکسیژنه را به بشر بیفزایید و دوباره تا دمای ۷۰ درجه‌ی سانتی‌گراد گرم کنید و به هر تغییری که روی می‌دهد، دقت کنید. یک لوله‌ی آزمایش را در کاسه‌ای یخ قرار دهید. در لوله‌ی آزمایشی دیگری ۰٫۲۵ گرم کبالت کلرید ( $\text{CoCl}_2$ ) را در ۵ میلی‌لیتر آب مقطر حل کنید و آن را به محلول داغ اضافه نمایید.

وقتی رنگ محلول داخل بشر سبز شد، بی‌درنگ کمی از محتویات بشر را با پی‌پت بمکید و در لوله‌ی آزمایشی که در یخ قرار دارد، بریزید. تغییر رنگ‌ها را به وضوح و روشنی ببینید.

در این آزمایش نمک راشل، در حضور یون‌های کبالت (II)، توسط آب اکسیژنه اکسید می‌شود. با پیشرفت واکنش تغییر رنگ‌های جالبی مشاهده می‌گردد. مخلوط واکنش در آغاز به رنگ صورتی است، سپس به رنگ سبز تیره درمی‌آید و باز به رنگ صورتی باز می‌گردد. هرگاه یک واسطه‌ی رنگی ویژه را مشاهده کردید، با سرد کردن مخلوط می‌توانید آن را به شکل پایدار درآورید.



1 - Potassium sodium 2,3-dihydroxy butanedioate

2 - Rochelle salt

### آزمایش ۱۰۲: کبریت در میان شعله‌ها نمی‌سوزد مواد و وسایل لازم: چراغ گاز، کبریت، سنجاق.

شرح آزمایش: ابتدا شعله‌ی چراغ گاز را تنظیم کنید. بعد شیر گاز را ببندید تا چراغ خاموش شود. از گلوی یک چوب کبریت، سنجاقی را عبور داده، چوب کبریت را وارد دهانه‌ی چراغ گاز نمایید؛ به طوری که سر چوب کبریت بیرون و در وسط دهانه قرار گیرد. وجود سنجاق به منظور جلوگیری از سقوط چوب کبریت در داخل لوله است. حال شیر گاز را باز و گاز را مشتعل کنید. چوب کبریت نمی‌سوزد. چوب کبریت با این‌که دارای ماده‌ی قابل احتراق است، نمی‌سوزد. چون در سوختن علاوه بر ماده‌ی قابل سوختن، اکسیژن و دمای احتراق نیز اهمیت دارد. شدت زیاد گاز در دهانه‌ی چراغ گاز، از رسیدن اکسیژن به سر چوب کبریت جلوگیری می‌کند. در ضمن مرکز شعله نمی‌تواند دمای لازم برای سوختن کبریت را فراهم کند، داغ‌ترین جای شعله، در نزدیکی انتهای شعله می‌باشد.



### آزمایش ۱۰۳: پنبه‌ی تفنگی<sup>۱</sup>

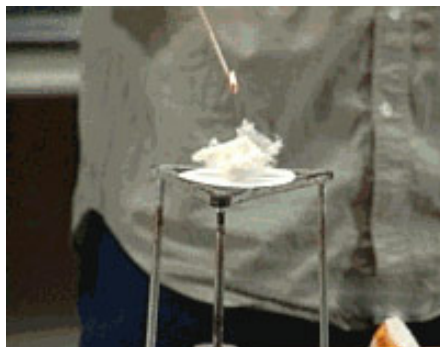
مقداری پنبه‌ی معمولی را آتش بزنید و نشان دهید که به طور ناقص و به آهستگی می‌سوزد. مقداری پنبه‌ی تفنگی را نیز بسوزانید و تلالؤ زیاد آن را مشاهده نمایید.

ماده‌ی اولیه برای تهیه‌ی پنبه‌ی تفنگی، سلولز است که همان ماده‌ی اصلی تشکیل‌دهنده‌ی الیاف گیاهان و چوب می‌باشد. این محصول از تأثیر نیتریک‌اسید بر پنبه یا هر نوع دیگری از فیبر چوب تولید می‌شود. برای این منظور، سولفوریک‌اسید و پتاسیم‌نیترات یا سولفوریک‌اسید و نیتریک‌اسید با نسبت‌های مشخصی با هم مخلوط می‌شوند (این آزمایش نباید در محیط‌های بسته و محدود انجام شود، چون امکان انفجار وجود دارد).

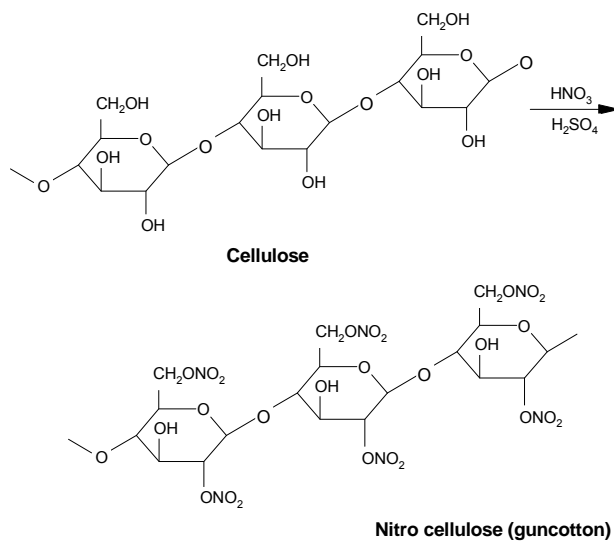
**مواد و وسایل لازم:** پنبه، سولفوریک‌اسید، نیتریک‌اسید، کاغذ صافی، حمام یخ.

**شرح آزمایش:** ابتدا مخلوطی از سولفوریک‌اسید و نیتریک‌اسید غلیظ را تهیه کنید (این کار را بسیار بااحتیاط و بادقت انجام دهید). در یک ظرف سولفوریک‌اسید بریزید و آن را درحمام یخ قرار دهید. سپس نیتریک‌اسید را به آرامی به ظرف سولفوریک‌اسید اضافه نمایید (نیتریک‌اسید باید تازه باشد). مخلوط کردن این دو اسید، گرماده است، بنابراین ازحمام یخ اسفاده نمایید. پنبه را ۲۴ ساعت در این مخلوط قرار دهید. بعد از این مدت، پنبه را بیرون آورده، با آب چندبار شستشو دهید و ۲۴ ساعت بگذارید تا خشک شود. گلوله‌ی کوچکی از پنبه را آماده کنید، کاغذ صافی را روی سه‌پایه قرار دهید و و گلوله‌ی پنبه را روی کاغذ صافی قرار داده، روشن کنید (مواظب باشید دستتان نسوزد).

پنبه با صدای آرام و تلاًو زیادى روشن شده و مى‌سوزد؛ بدون آن‌که کاغذ صافى آتش بگیرد.



مخلوط سولفوریک‌اسید و نیتریک‌اسید غلیظ باعث مى‌شود که به جای سه گروه OH در هر واحد شش کربنه  $(C_6H_{10}O_5)_n$  سلولز موجود در پنبه، گروه نیترو ( $NO_2$ ) قرار بگیرد (مطابق واکنش زیر). این دو اسید اکسیدکننده هستند. سولفوریک‌اسید به عنوان ماده‌ی جاذب آب هم عمل مى‌کند.



به این ماده یعنی؛ تری‌نیترات سلولز (TNC)، نیتروسلولز یا سلولز نیترات  $(C_6H_7O_5(NO_2)_3)_n$  نیز می‌گویند. این نوع پنبه نیز به نام پنبه‌ی تفنگی معروف است. در این حالت اکسیژن بیش‌تر در ساختار پنبه، شرایط را برای سوختن آماده‌تر و مناسب‌تر می‌کند؛ محصول‌های این واکنش همه به صورت گاز هستند. گازهای اکسیژن، نیتروژن و کربن‌مونوکسید از تجزیه‌ی نیتروسلولز ایجاد می‌شود.

### آزمایش ۱۰۴: خوردن شمع

مواد و وسایل لازم: موز، بادام، شمعدان.

شرح آزمایش: یک موز را به صورت یک شمع طبیعی درآورید. دقت کنید طولش به اندازه‌ای باشد که بتوان با یک یا دو بار گاز زدن خورد. مغز بادام را طوری شکل دهید که شبیه فتیله‌ی شمع بشود. این فتیله را در بالای موز قرار دهید. مغز بادام دارای مقداری روغن می‌باشد که می‌تواند بسوزد. وقتی که فتیله‌ی مذکور را روشن کنید، برای چند دقیقه‌ای می‌سوزد. این شعله که از سوختن مغز بادام حاصل شده، بسیار شبیه شعله‌ای می‌ماند که از سوختن شمع ایجاد می‌شود. بعد از شعله‌ور شدن بادام آن را خاموش کنید و شمع خوشمزه را نوش جان کنید.





## آزمایش ۱۰۵: خاصیت اسیدها

### الف) مقایسه‌ی قدرت اسیدی اسیدها

مواد و وسایل لازم: منیزیم، استیک‌اسید، هیدروکلریک‌اسید، بطری، بادکنک.

شرح آزمایش: در داخل دو بطری که تکه‌های منیزیم وجود دارد، مقداری مساوی استیک‌اسید ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) و هیدروکلریک‌اسید ( $\text{HCl}$ ) ۲ مولار بریزید. سپس دهانه‌ی هر دو بطری را با بادکنک ببندید. یکی از بطرها، بادکنک پر بادتری دارد. با حضور فلز منیزیم، یونیزه‌شدن اسیدها صورت می‌گیرد و گاز هیدروژن ( $\text{H}_2$ ) تولید می‌شود. هر اسیدی قوی‌تر باشد، تمایل به یونیزه‌شدن آن نیز بیش‌تر می‌باشد؛ در نتیجه گاز هیدروژن بیش‌تری تولید خواهد کرد. البته اسیدهای معدنی ( $\text{HCl}$ ) اغلب اسیدیته‌ی بیش‌تری از اسیدهای آلی ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) دارند.

### ب) بازدم اسیدها

مواد لازم: آب غوره، آب‌لیمو، سرکه.

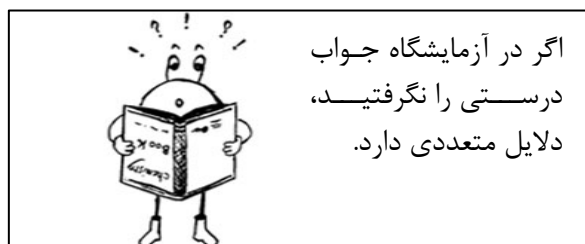
شرح آزمایش: مقدار کمی سرکه، آب غوره و آب‌لیمو را روی خاک بریزید. گازی متصاعد می‌شود. این گاز همان گاز بازدم یعنی کربن‌دی‌اکسید ( $\text{CO}_2$ ) است. اسیدها که موادی ترش‌مزه هستند و ما مجاز نیستیم که آن‌ها را بچشیم به این طریق شناخته می‌شوند. انسان با مصرف اکسیژن، در هوای بازدم خود گاز  $\text{CO}_2$  را به محیط می‌دهد تا این چرخه با تنفس گیاهان ادامه پیدا کند. اما بعضی از واکنش‌ها و یا بعضی ترکیب‌ها نیز می‌توانند این گاز را آزاد کنند که یکی از آن‌ها کربوکسیلیک‌اسیدها هستند.

### آزمایش ۱۰۶: عطر و رنگ چای

چای از برگ تازه و جوانه‌های باز نشده‌ی گیاهی به نام کاملیا سیننسیس<sup>۱</sup> تهیه می‌شود. پلی‌فنل‌ها بیش از ۳۰٪ ترکیب‌های چای را تشکیل می‌دهند و بسیار در آب محلول هستند. اختلاف وزن کیسه‌ی چای در قبل و بعد از آزمایش، درصد پلی‌فنل موجود در چای را نشان می‌دهد. نمونه‌ای که درصد بیش‌تری پلی‌فنل را داشته باشد، طعم و مزه‌ی بهتری خواهد داشت.

**مواد و وسایل لازم:** چند نوع گوناگون چای، آب جوش، چند عدد کیسه‌ی چای، ارلن مایر، ترازو.

**شرح آزمایش:** هر یک از نمونه‌های چای را در یک کیسه‌ی چای بریزید و وزن هر کدام را یادداشت کنید. کیسه‌های چای را به مدت یک دقیقه در بشر محتوی آب مقطر قرار دهید. یک لیتر آب را به جوش آورید و در هر یک از ارلن‌ها به میزان مساوی آب جوش بریزید. کیسه‌های چای را از بشر محتوی آب مقطر خارج کنید و هر کدام از آن‌ها را به مدت ۱۰ دقیقه در هر یک از ارلن‌های محتوی آب جوش قرار دهید. کیسه‌های چای را از آب جوش خارج کنید و در کناری بگذارید تا خشک شود. دوباره کسیه‌ها را وزن کنید و از روی اختلاف وزن قبل و بعد از آزمایش، در مورد طعم بهتر چای قضاوت کنید.



### آزمایش ۱۰۷: ستون‌های جوشان

مواد و وسایل لازم: ۱ گرم پتاسیم کرمات، چند دانه بلور پتاسیم پرمنگنات، یخ خشک، دو ظرف شیشه‌ای بلند.

شرح آزمایش: ظرف‌های شیشه‌ای را تا ۷ سانتی‌متر از لبه‌ی آن‌ها، پر از آب کنید. در یکی از ظروف پتاسیم پرمنگنات و در دیگری پتاسیم کرومات بریزید و خوب بهم بزنید. دو محلول صورتی و زردرنگ به دست می‌آید. یکی از محلول‌ها به جوشش درمی‌آید و در دیگری حباب آزاد می‌شود.

قبل از شروع آزمایش، در هر ظرف دو قطعه کربن دی‌اکسید جامد ( $\text{CO}_2$ ) یا همان یخ خشک را اضافه نمایید. در اثر حل شدن نمک‌ها در آب، گرمای متفاوتی ایجاد می‌شود؛ بنابراین یکی از نمک‌ها با سرعت بیش‌تر و نمک دیگر، با سرعت کم‌تر گاز  $\text{CO}_2$  را آزاد می‌کنند.

کربن دی‌اکسید ( $\text{CO}_2$ ) در فشار اتمسفر با درجه‌ی  $-78/5$  درجه‌ی سانتی‌گراد، می‌تواند حالت جامد داشته باشد.  $\text{CO}_2$  جامد که به آن «برف کربنیک» نیز گفته می‌شود، به طور مستقیم از حالت جامد به بخار تبدیل می‌شود (فرایند تصعید).

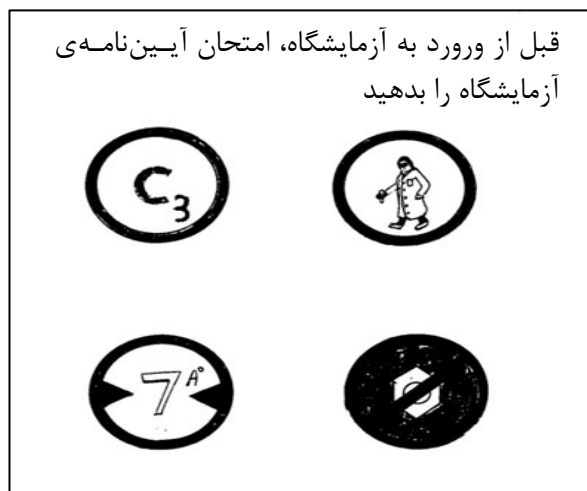
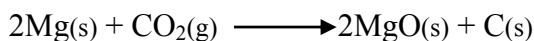
از آن‌جا که برف کربنیک در عمل تصعید از فاز مایع عبور نمی‌کند، آن را یخ خشک می‌نامند، که در کاربردهای صنعتی و خدماتی با این عنوان شناخته می‌شود. قدرت سرمازایی بالای یخ خشک آن را تبدیل به ماده‌ای مناسب برای بسیاری از مصارف برودتی نموده است.

آزمایش ۱۰۸: CO<sub>2</sub> هم می‌سوزاند

مواد و وسایل لازم: یخ خشک، نوار منیزیم.

شرح آزمایش: یک قالب یخ خشک (CO<sub>2</sub> جامد) را نصف کنید. در وسط نیمی از قالب‌ها به وسیله‌ی ذوب کردن، حفره‌ی کوچکی درست کنید. یک نوار منیزیم را روشن کرده، به حالت افروخته در داخل حفره قرار دهید. نیمه‌ی دیگر یخ خشک را روی نیمه‌ی قبلی بگذارید تا حفره به طور کامل پوشیده شود. نوار منیزیم در هوا می‌سوزد، ولی در محیط کربن دی‌اکسید نیز به سوختن ادامه می‌دهد!

هر ماده‌ای برای سوختن و اکسیدشدن، به اکسیژن نیاز دارد. از طرفی دیگر کربن دی‌اکسید به عنوان خاموش‌کننده‌ی آتش در کپسول‌های آتش‌نشانی استفاده می‌شود. پس چرا نوار منیزیم در حضور کربن دی‌اکسید می‌سوزد؟ اکسیدشدن منیزیم در حضور CO<sub>2</sub>، به دلیل واکنش زیر می‌باشد که در آن منیزیم اکسید و کربن تولید می‌شود.

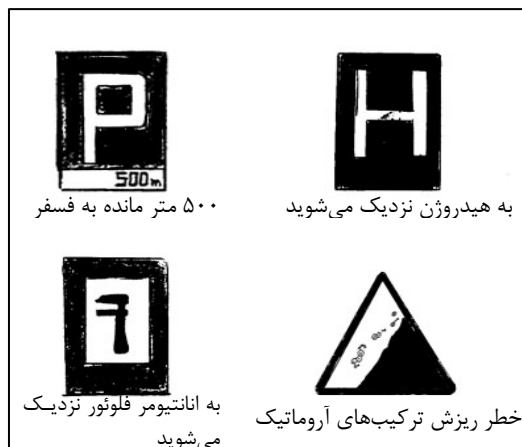


### آزمایش ۱۰۹: نقشی در میان ماسه‌ها

مواد و وسایل لازم: کروزه‌ی سفالی، منگنزدی‌اکسید، سی‌م منیزیم، آهن(II)‌اکسید، آلومینیم.

شرح آزمایش: ته یک کروزه‌ی سفالی را به وسیله‌ی یک میخ یا پیچ، سوراخی با قطر ۲ میلی‌متر ایجاد کنید. روی سوراخ را با کاغذ صافی نازک و کوچکی بپوشانید. مخلوطی از پودر منیزیم، منگنزدی‌اکسید ( $MnO_2$ ) را خوب بسایید و در ته کروزه‌ی سفالی بریزید. مقداری پودر آهن(II)‌اکسید ( $Fe_2O_3$ ) و آلومینیم را نیز به مواد قبلی بیفزایید. یک تکه سی‌م منیزیم را داخل مخلوط فرو کنید.

در یک تشتک فلزی مقداری ماسه بریزید و آن را صاف کنید. روی ماسه‌ها هر شکلی را که می‌خواهید، بکشید. کروزه‌ی سفالی را روی ماسه‌ها قرار دهید، به طوری که سوراخ کروزه روی شیار ماسه قرار گیرد. با کبریت نوار منیزیمی را آتش بزنید؛ مواد داخل کروزه، در اثر سوختن ذوب می‌شود و از سوراخ ته کروزه خارج شده، داخل شیارهای ماسه می‌رود. وقتی مخلوط مذاب سرد شد، شکل کشیده شده‌ی روی ماسه‌ها، برجسته دیده خواهد شد.



### آزمایش ۱۱۰: مبادله‌ی کار و انرژی در سرنگ

مواد و وسایل لازم: الکل، آب جوش، سرنگ.

شرح آزمایش: یک سرنگ را که دهانه‌ی آن بسته شده، تهیه کنید و درون آن ۵ میلی‌لیتر الکل بریزید. سپس سرنگ حاوی الکل را درون آب جوش قرار دهید. بالا رفتن سرنگ را در اثر تبخیر الکل مشاهده کنید.

شما نیز در کتاب‌های درسی خوانده‌اید، انرژی از بین نمی‌رود؛ بلکه از صورتی به صورت دیگر تبدیل می‌شود. در این آزمایش نیز، گرمای آب، الکل را تبخیر می‌کند و پیستون سرنگ را به حرکت وامی‌دارد؛ یعنی کار انجام می‌شود.



## فهرست منابع

- ۱- رشد آموزش شیمی، دوره‌ی نوزدهم، شماره‌ی ۴، تابستان. ۱۳۸۵.
- ۲- رشد آموزش شیمی، دوره‌ی بیست و یکم، شماره‌ی ۳، بهار. ۱۳۸۷.
- ۳- مجله‌ی شیمی، سال هجدهم، شماره‌ی ۳، ۱۳۸۴.
- ۴- نشریه‌ی انجمن علمی - آموزشی معلمان شیمی اصفهان (گهر)، شماره‌ی ۲۹، پاییز. ۱۳۸۶.
- ۵- عظیمی نانوایی، علیرضا. پروژه‌های شیمی، تهران، سال ۱۳۷۶.
6. J.F. Thorpe and M.A. Whiteley, *Thorpe of Applied Chemistry*, 4-th ed., vol. IV, London – New York – Toronto, Longmans, Green and Co., **1940**, p. 501.
7. G.W. MacDonald, *Historical Papers on Modern Explosives*, London, Whittaker & Co., **1912**, p. 10.
8. Ref. 2. p. 15.
9. M.A. Ivanova and M.A. Kononova, *Chemical Lecture Experiment*, Moscow, Vyschaya Shkola, **1984**, p. 143 (in Russian).
10. <http://www.chem.leeds.ac.uk>
11. <http://www.angelo.edu>
12. <http://www.roshd.ir>
13. <http://www.aftab.ir>
14. <http://www.ruf.rice.edu>
15. <http://www.hmns.org>
16. <http://neon.chem.ox.ac.uk>
17. <http://scifun.chem.wisc.edu>
18. <http://chemistry.about.com>
19. <http://www.shsu.edu>
20. <http://chemed.chem.purdue.edu>
21. <http://genchem.chem.wisc.edu>
22. <http://jchemed.chem.wisc.edu>
23. <http://science.csustan.edu>
24. <http://profs.kashan.ac.ir>

