

چگونه میتوان برای مصارف دانشگاهی و تحقیقی هلیوم باقیبت ارزان تهیه نمود

نوشته

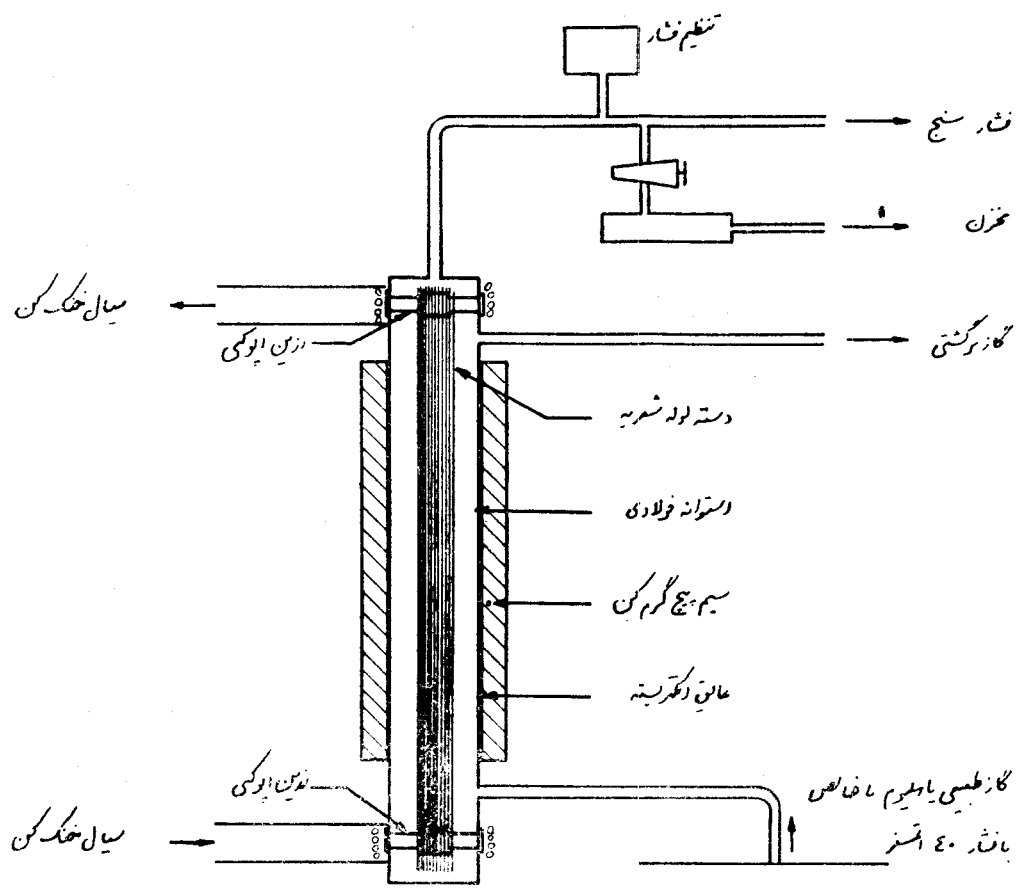
محسن موسوی
دانشگاه کالیفرنیا جنوبی

مقدمه

آزمایشگاهی که با ترکیبات گازی و تفکیک اجزاء آنها سروکار دارد اگر مجهز به هلیوم نباشد مانند انسان ناقص العضوی است که خیلی از کارها را نمیتواند انجام دهد. اغلب روش های فیزیکی در مورد جدا کردن هلیوم بکار رفته است و طریقه زیر یکی از عملی ترین و ارزانه ترین روش های است که با آن هلیوم خالص آزمایشگاهی میتوان تهیه کرد.

هلیوم از آن عناصری است که در عالم تحقیق و علوم بسیار بکار رفته و شاید اولین و مشهورترین کاربرد آن در بالون هائی بوده باشد که دانشمندان و همچنین دستگاههای علمی را با خود به جو میبرد. این کار هنوز در زمینه هواشناسی برای قراردادن وسایل اندازه گیری در ارتفاعات مختلف جو همه روزه ادامه دارد. امروزه هلیوم علاوه بر اینکه در مراکز نیروی هسته ای و سفینه های فضائی بکار میرود در بسیاری از موارد دیگر نیز مورد نیاز قرار میگیرد یکی از آنها در مورد کروماتوگرافی گازی Gas Chromatography است که برای تجزیه و شناسائی ترکیبات مختلف یک گاز نقش اساسی دارد. اصول این طریقه بر این پایه استوار است که گاز مورد آزمایش از داخل یک لوله محتمی زغال فعال (مانند زغال نارگیل) و یا یکی از سیلیکاتهای طبیعی عبور میکند. چون قابلیت جذب سطحی adsorbitivity اجزای مختلف گاز برای زغال موجود در لوله یکسان نیست عوامل موجود در گاز مورد آزمایش بترتیب بر روی سطح زغال می نشینند. حال اگر یک گاز خالص و بی اثری از قبیل هلیوم بعنوان حامل « carrier » از درون لوله فوق عبور کند گاز هائی را که وارد

لوله جذب سطحی شده بود با خود حمل میکند. طبیعتاً گازی که دارای قابلیت جذب سطحی کمتر بوده باشد زودتر خارج میشود و اگر سرراه آن دستگاه شناسنده‌ای «detector» قرار داشته باشد مقدار و نوع هر یک را شخص میسازد و باین ترتیب یک تجزیه کامل کمی و کیفی از گاز بعمل میآید. ممکنست بجای زغال فعال و بایکی از سیلیکاتهای طبیعی از ترکیبات بی اثر دیگر استفاده کرد که بصورت ذرات ریزی (120 mesh - 100) به قطر ۱۲۵-۱۴۹ ر. میلیمتر درآمده باشد. هر کدام از این ذرات از فیلم بسیار نازک مایع مخصوصی که ترکیب



نیمه هلیوم خالص از گاز طبیعی یا هلیوم ناهالص

آن برحسب نوع نمونه مورد آزمایش فرق میکنند پوشیده شده است. از اینجا بعد کاری که در لوله انجام میگیرد شبیه کاری است که در یک ستون پر شده برای تقطیر جزء بجزء Fractionation packed columns مشاهده میشود یا این تفاوت که در اینجا فقط یک محصول وجود دارد diitillate و محصول سنگین پائین ستون bottoms دیگر دیده نمیشود.

مشکل کار اینجا است که هلیومی که باین منظور بکار میرود باید خیلی خالص باشد (ناخالصی

کمتر از ۰.۱ قسمت در میلیون قسمت). متأسفانه بعلت گران بودن هلیوم بسیاری از آزمایشگاه‌ها و دانشکده‌های مهندسی شیمی فاقد آنند و در نتیجه دانشجویان کمتر باین تکنیک سفید و مؤثر آشنا میشوند و آنچه در دسترس آنها قرار می‌گیرد اصول روش فوق است.

ذیلاً روشی شرح می‌دهیم که با آن میتوان هلیوم با درجه خلوص آزمایشگاهی با صرف هزینه مناسب بدست آورد. در این روش هم از گاز نفت (که اقلانیم درصد هلیوم دارد) میتوان بعنوان ماده اولیه استفاده کرد و هم از هلیومی که مصرف شده و بصورت ناخالص درآمده است. مزیت آن بر روش‌های دیگر اینست که از گازهای با غلظت کم نیز میتوان بعنوان ماده اولیه بکار برد.

اساس روش

اگر گاز هلیوم را از درون لوله شیشه‌ای پیرکس که خیلی نازک باشد (کلفتی دیوار ۰.۳ ر. میلی‌متر و قطر خارجی آن ۱ ر. میلی‌متر) عبور دهیم هلیوم از جدار شیشه بداخل لوله نفوذ میکند. مقداری را که نفوذ میکند میتوان از فرمول زیر طبق قانون نفوذ گازها درون جدارهای متخلخل بدست آورد:

$$Q = \mu A \frac{\Delta P}{\Delta x}$$

که در آن Q مقدار گاز نفوذ کرده diffused بر حسب سانتیمتر مکعب در ثانیه

A سطح دیوار لوله بر حسب سانتیمتر مربع

ΔP اختلاف فشار هلیوم در دو طرف لوله (سانتیمتر جیوه)

Δx کلفتی جدار لوله

μ قابلیت نفوذ هلیوم در شیشه که در شرایط فوق واحد آن $\text{cm}^{-1} \cdot \text{cm} \cdot \text{sec}^{-1}$ میشود این

مقدار در حرارت 300°C حدود 10^{10} بدست آمده است.

شرح دستگاه

لوله پیرکس معمولی آزمایشگاه را بکمک شعله چراغ آزمایشگاه و یا دستگاه سولد حرارت دیگر بصورت لوله موئین بقطر حدود ۱ ر. میلی‌متر درسیا وریم و مطابق شکل از آنها یکدسته لوله tube bundle درست میکنیم. مناسبترین دما برای گرم کردن لوله پیرکس و ساختن لوله موئین از آن دمای 96°C درجه سانتیگراد است در این دما میتوان لوله‌ای بدست آورد که نسبت قطر خارجی آن به کلفتی جدار برابر ۰.۲ باشد. بعد دسته لوله فوق را داخل یک لوله یک اینچی فولادی قرار میدهیم و سر دسته لوله شیشه‌ای را با زین مخصوص در داخل لوله فولادی مستقر میسازیم حال بایک سیم پیچ الکتریکی لوله فولادی را از خارج تا 300°C گرم میکنیم.

رزینی که برای جدا کردن قسمت پرفشار از قسمت کم فشار بکار میرود باید دارای چسبندگی کامل در گرمای ۳۰۰ درجه سانتیگراد بوده و همچنین قابلیت نفوذ آن در مورد گاز مورد آزمایش در حدود شیشه پیرکس باشد در غیر این صورت درجه خصوص محصول دستگاه رضایتبخش نخواهد بود رزینهای اپوکسی epoxy resins در این مورد نتایج مطلوبی عاید ساخته است. اخیراً جنرال الکتریک رزینی ساخته که تا حرارت ۳۰۰ سانتیگراد خاصیت چسبندگی خود را بخوبی حفظ میکند و باسیم تجارتي «G.E. 106 STV» silicon rubber در بازار عرضه میشود.

پس از اینکه لوله فولادی تا ۳۰۰°C گرم شد گاز محتوی هلیوم را با فشار حدود ۰.۱ اتمسفر بداخل لوله هدایت میکنیم و طرف کم فشار لوله را به پمپ خلاء وصل مینمائیم و محصول دستگاه را در استوانه ذخیره میکنیم.

محاسبه

اگر طول مفید هر یک از لوله ها را ۸۰ سانتیمتر بگیریم (منظور از طول مفید طولی است که بین دو اتصال رزینی قرار دارد) قطر خارجی ۰.۱ میلیمتر و کلفتی دیوار لوله ۰.۲۵ میلیمتر باشد سطح هر لوله خواهد شد

$$A_1 = 80 \left(3.14 \frac{0.1 + 0.25}{10 \times 2} \right) = 1.884 \text{ cm}^2$$

اگر مقدار لوله ها یک هزار باشد سطح مجموع لوله ها ۱۸۸۴ سانتیمتر مربع خواهد شد. حال برای اختلاف فشار ۰.۱ اتمسفر حجم هلیومی که در ثانیه بدست میآید میشود:

$$Q = 10^{-1} \frac{1.884 \times 40 \times 76}{0.25 \times 10^{-1}} = 0.229 \text{ cm}^3$$

و این ترتیب در ۲ ساعت میتوان حدود ۲ لیتر هلیوم با درجه خلوص نسبتاً بالا از هر واحد بدست آورد. از این واحدها بتعداد فراوان بر حسب مقدار مورد نیاز میشود تهیه کرد و تمام آنها را بیک پمپ خلاء وصل نمود هر یک از این واحدها حدود ۶ دلار ارزش دارد. این روش بارها تجربه شده و تقریباً کلیه اشکالات آن رفع شده است مزیت آن عملی بودن، در دسترس بودن وسایل و ارزانی قیمت تمام شده آن میباشد.