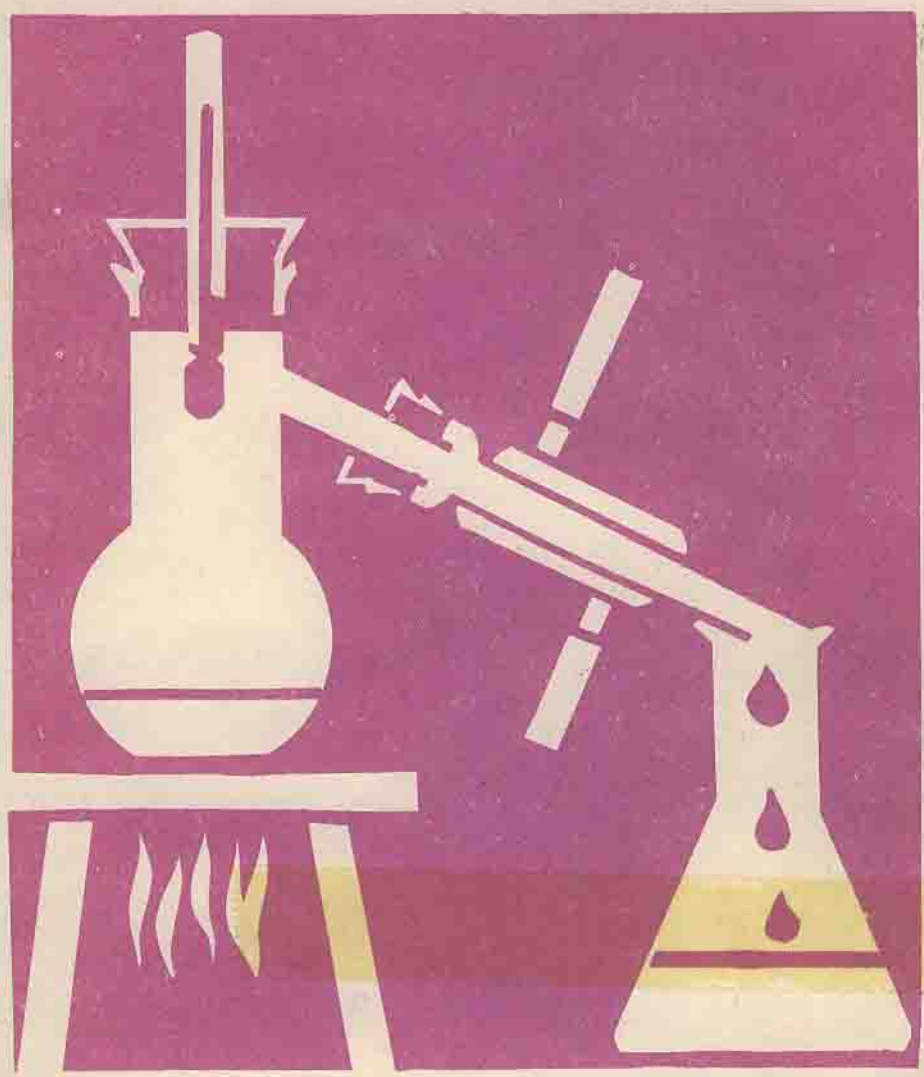
جمهوری اسلامی ایران
وزارت آموزش و پرورش
تهیه و تنظیم و چاپ کتاب

سال اول

آموزش متوسطهٔ عمومی

علوم انسانی

شیمی



۲۱۴

سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی
مرکز اسناد و اطلاع رسانی
آرشیو کتابهای درسی
شماره ثبت:
تاریخ:
۶۷۵۴
۸۴،۴،۲۵

شیمی

سال اول

آموزش متوسطهٔ عمومی

علوم انسانی

سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی
امانه
متعلق به دانش آموزان دوره ...
شماره ...

مؤلف: مرتضی خلخالی

۱۳۶۲

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
کتابخانه
نمایشگاه دایمی کتاب‌های درسی
وزارت آموزش و پرورش
۱۳۶۲
۵۴۰
/۱۶۷
ن.۱۰

این کتاب در سال تحصیلی ۶۲ – ۱۳۶۱ با استفاده از نظریات دبیران ، به وسیله گروه شیمی دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی و تألیف مورد بررسی قرار گرفته است :

اعضای گروه شیمی :

دکتر حسین آقائی ، سیدرضا آقاپورمقدم ، حسام امینی ، دکتر مسعود روحی لاریجانی ، دکتر محمدرضا ملاردی ، کرامت‌الله مهربان ، علی‌اکبر نوروزی .

صفحه‌پرداز : فاطمه‌سقانژاد تهرانی

چاپ از : چاپخانه مطبوعات

حقوق مادی این اثر متعلق به وزارت
آموزش و پرورش است

بسم الله الرحمن الرحیم

فصل ۱

شیمی و روش آن

۱- پیش گفتار

هر گاه به تحقیق درباره بدن خود وآنچه پیرامون ما می گذرد ، بپردازیم به واقعیت‌های بیشماری آگاهی می‌یابیم. جمع‌آوری و تنظیم این آگاهی‌ها باعث می‌شود که بهتر بتوانیم آنها را مورد استفاده قرار دهیم. جستجو و تحقیق در بارهٔ محیط فقط شامل بررسی وضع طبیعی و معمولی آن نیست، بلکه شامل بررسی تغییراتی که در آن رخ می‌دهد نیزهست. این تغییرات ممکن است براثرعوامل طبیعی پدیدآمده باشد یا وسیله انسان صورت گرفته باشد.

فرض کنید دریکی از روزهای تعطیل ضمن گردش دریك منطقه کوهستانی به تکه‌ای سنگ سبزرنگ برخورد کردید. چون شما مانند سایر انسانها کنجکاو هستید ممکن است سؤالاتی نظیر اینها ازمغزتان بگذرد:

ـ آیا همه اجزای این سنگ سبزرنگ است؟

ـ آیا باکشیدن آن روی کاغذ خط سبزرنگی برجای می‌ماند؟

ـ آیا می‌سوزد؟

ـ از چه چیزی ساخته شده است؟

ـ آیا جزء سنگهای قیمتی است؟

ـ آیا درصورت نیاز می‌توان تعداد بیشتری ازآن را دراین ناحیه پیدا کرد؟

انسان از ابتدای خلقت همواره چنین سؤالاتی را مطرح کرده است. پاسخ دادن به برخی ازاین سؤالات آسان است ولی در مورد برخی دیگر بایدآزمایشهای متعددی انجام داد تا پاسخ مناسب به دست‌آید. به عنوان مثال باکمی جستجو می‌توان دریافت که آیا نمونه‌های دیگری از سنگ موردنظر درمنطقه پیدا می‌شودیاخیر؟ بایك آزمایش ساده یعنی کشیدن آن برروی کاغذ می‌توان پاسخ این پرسش را نیز پیدا کرد ولی پیداکردن برخی از سؤالات دیگر مانند شناختن اجزای سازنده سنگ نیاز به آزمایشهای پیچیده‌تر و دستگاهها و ابزار دقیق دارد. تلاش انسان برای پاسخ دادن به سؤالاتی از این قبیل، به اختراع ابزار ودستگاههایی که برای منظورهای مختلف

مانند نگهداری مواد و خـرد کردن و نرم کردن آنهـا انجامید. روشهایی برای حرارت دادن مواد پدید آمد و ابزارهای اندازه گیری وزن، حجم، دما و غیره ساخته شد. نتایج این تلاشها باعث شد که انسان بهتر بتواند ازطبیعت استفاده کند و عوامل طبیعی را به‌خدمت خود درآورد. انسان اطلاعات، اکتشافات، اختراعات، مهارتها و. . . را منظم و ثبت کرد ونام آنها را علم نهاد.

برای علم تعریفهای گونا گونی شده‌است ولی آنچه دراین کتاب مورد بحث‌ما قرارمی گیرد آن است که علم مجموعه منظمی ازنتایج تلاش انسان برای درك بهتر واقعیتهای هستی است.

۲ـ طبقه‌بندی اطلاعات علمی و پیدایش علوم گوناگون

اطلاعات به دست آمده ازجستجوها وانجام دادن آزمایشها به اندازه‌ای زیاد و روزافزون بودکه انسان را واداشت تا آنها را به صورت مناسبی تنظیم کند، درست مانندکتابهایی که دریك کتابخانه وجود دارد. هر گاه قفسه‌ای دارای ۱۰ نوع کتاب باشد، می‌توان کتاب دلخواه را بـه آسانی پیداکرد و از آن استفاده نمود. ولی هر گاه تعدادکتابها به ده هزار جلد برسد، ناچار باید آنها را طوری چیدکه پیدا کردن کتاب موردنظر آسان باشد. با این‌ترتیب چنانچه جویای کتابی مثلا دربارهٔ زنبور عسل یا چگونگی پرتاب موشك به‌فضا باشید، به‌کمك نظم وترتیب وطبقه‌بندی خاصی که به‌آنها داده‌اید، می‌توانید به‌آسانی به‌کتاب موردنظردست یابید. علم نیزهمین‌وضع را دارد. پیدایش انبوه روزافزون اطلاعات علمی ایجاب کردکه آنها را دسته‌بندی کنیم و به عنوان رشته‌های مختلف علم بشناسیم و نامهایی چون «فیزیك»، «شیمی» و «زیست‌شناسی» به‌آنهابدهیم. این‌علوم را نمی‌توان کاملا ازهم مجزا ومتفاوت‌دانست ولی‌می‌توان گفت که هریك دربارهٔنوع خاصی از پرسشها بحث کرده و اطلاعات علمی مربوط به‌آنها را به ما می‌دهد. سنگ سبزرنگ را مجدداً مثال می‌زنیم. شیمی‌دان درصدد است که موادسازندهٔ این سنگ را بشناسد، سوختن آن‌را امتحان کند، اثر حل‌کنندگی آب را برآن بیازماید و دربارهٔ امکان استفادهٔ ازآن برای ساختن موادجدید تحقیق کند. نمونهٔ سؤالات مورد علاقهٔ فیزیك‌دان نیز ممکن است به صورت زیر باشد:

آیا این سنگ توپر است یا در آن حفره‌ای وجود دارد؟ آیا جذب آهن‌ربا می‌شود؟ چه‌نیرویی برای خردکردن آن لازم است؟ درچه دمایی ذوب می‌شود؟ آیا مذاب آن هادی جریان الکتریسیته است؟

مرزهایی که میان رشته‌های مختلف علوم برقرار شده ساختهٔ بشر است و نمی‌توان آنها را کاملا مشخص دانست. همان‌طورکه می‌توان اطلاعاتی راجع به سوختن بنزین ازکتابهای شیمی به دست آورد، معلومات دیگری نیز در بارهٔ همین ماده وکاربرد آن برای ماشینهای درونسوزدر کتابهای فیزیك وجود دارد. بسیاری از اطلاعات علمی، کم یا بیش در چندین رشته ازعلوم به

کار می‌روند. در آینده‌خواهیم دیدکه عبوردادن جریان برق از یك مایع، که به ظاهر یك آزمایش فیزیکی است، به شیمی‌دان کمك می‌کندکه به ماهیت مواد سازندهٔ آن پی‌برد.

۳ـ همبستگی علوم با یکدیگر

ماهیت بسیاری از رویدادهای طبیعی طوری است‌که نمی‌توان آنها را وابسته به رشته‌ای خاص از علم دانست. کتابهای علوم‌که در دورهٔ راهنمایی تحصیلی خوانده‌اید نمونه‌های زیادی‌از همبستگی کامل برخی رشته‌های علمی را شامل است‌که می‌توان به آنها فیزیك، شیمی، زیست‌شناسی، زمین‌شناسی و کیهان‌شناسی نیز گفت. پدیدهٔ فتوسنتز یا عمل ساختن غذا را توسط برگ سبز گیاهان در کتاب علوم سال اول راهنمایی تحصیلی خوانده‌اید. گاز دی‌اکسیدکربن و آب به کمك کلروفیل وانرژی خورشید با یکدیگر ترکیب‌شده و ئیدرات‌کربن‌پدید می‌آورند. همان‌طوری که می‌دانیدقسمت اعظم انرژی‌مصرفی‌انسان وسایرموجودات زنده توسط فتوسنتز تأمین‌می‌شود.

تحقیق در بارهٔ این پدیده همواره مورد توجه بسیاری از دانشمندان به ویژه فیزیك‌دانان، شیمی‌دانان و زیست‌شناسان بوده است. به نظر می‌رسدکه توجه فیزیك‌دان بیشتر روی نحوهٔ تبدیل انرژی نورانی به صورتهای دیگر انرژی است‌که در این عمل به وقوع می‌پیوندد. علاقهٔ شیمی‌دان نیز در جهت مطالعهٔ تغییرات انجام یافته روی مواد اولیه و نحوهٔ پیدایش محصولات نهایی است . زیست شناس نیز درصدد است تانقش کلروفیل و سلولهای زنده را در این عمل‌مورد مطالعه قرار دهد. در واقع این بررسیها جملگی روی یك پدیده انجام می‌گیرد. این ما هستیم‌که مطالعهٔ خود را میان سه شاخه از علوم فیزیك، شیمی و زیست‌شناسی تقسیم می‌کنیم و برای هر یك قلمرو و حدودی قائل می‌شویم.

پیل الکتریکی و نحوهٔ پیدایش جریان الکتریسیته نیزکه در کتاب علوم سال دوم راهنمایی تحصیلی مطالعه‌کردید، مثال دیگری از این همبستگی است. به یاد داریدکه در پیل الکتریکی موادی چون اسید سولفوریك، مس وروی به عنوان‌مواد اولیه به‌کار می‌رود وباانجام یافتن واکنشها جریان الکتریسیته برقرار می‌شود. شاید بتوان‌گفت‌که مطالعهٔ روی این مواد و تغییرات انجام یافته روی آنها به علم شیمی اختصاص دارد، در صورتی‌که پیدایش انرژی الکتریکی و مصرف شدن آن را از فیزیك می‌دانیم. آنچه مسلم است، پیل الکتریکی نمونهٔ آشکاری از رابطهٔ ماده و انرژی یا مثال روشنی از همبستگی فیزیك و شیمی به شمار می‌رود.

۴ـ آزمایش و آزمایشگاه

در آزمایشگاه با انجام دادن آزمایشهای گوناگون دانستنیهای بسیاری به دست می‌آورند.

شکل ۱- مشاهدهٔ دقیق و یادداشت‌کردن نتایج در آزمایشگاه

آزمایش نوعی روش برای پاسخ گفتن به‌برخی ازپرسشها یا امتحان‌درستی فرضیه‌ها است. طرح‌ریزی‌آزمایش‌طوری انجام می‌گرددکه به‌دانستنیهای موردنظر می‌رسیم. آزمایش را باید بادقت انجام‌داد و از هر پدیده‌وتغییرمشاهده شده‌یادداشت برداشت. آزمایش‌کننده آنچه را که واقعاً می‌بیند واحساس‌می‌کند یادداشت می‌نماید و شرح آزمایش خود را با دقت و امانت زیاد می‌نویسد. شما نیز هنگام انجام‌دادن آزمایش به دقت مشاهده‌کنید و تغییرات انجام یافته را دور از حدس و استنباط یادداشت‌کنید و آنها را در اولین فرصت تنظیم نمایید.

هرگز برای نوشتن گزارش به‌حافظه‌اعتماد نکنید. هرگاه در دقت آزمایش‌خود تردید داشته باشید سعی‌کنید علت را دریابید و آزمایش را مطابق طرح تنظیم شده تکرارکنید.

تکرار آزمایش در شرایط‌کنترل شده همواره نتایج مشابه وقابل اطمینانی دارد.

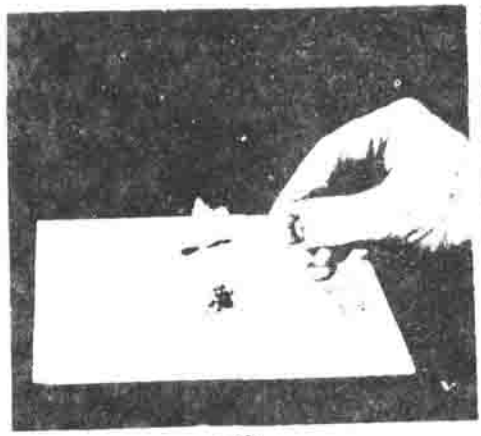
آزمایشگاه مناسب‌ترین جا برای انجام دادن آزمایشهاست. درآزمایشگاه می‌توان شرایط آزمایش را به دلخواه تغییر داد و نتایج حاصله را با دقت زیاد بررسی نمود. به کمك ابزار علمی گوناگون، می‌توان اجسام را تا دمای مورد نظر گرم‌کرد یا آنها را تحت تأثیر جریانی از الکتریسیته با شدت مشخص قرارداد و تغییرات انجام یافته را دقیقاً مشاهده نمود.

در آزمایشگاههای مدرن صنعتی و تحقیقاتی از ابزار و دستگاههای علمی بسیار پیچیده وگران‌قیمت استفاده می‌شود ولی بسیاری از آزمایشها را می‌توان با وسایل ساده و ارزان نیز انجام داد.

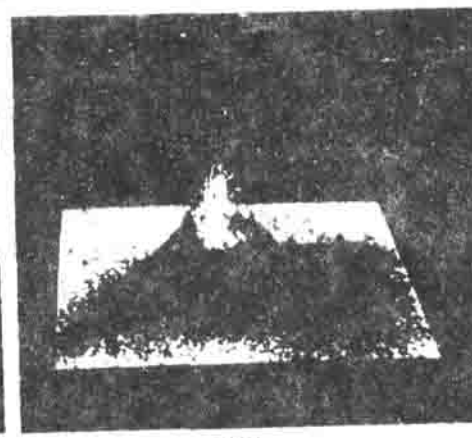
آزمایش کوه آتشفشان :

درحدود بیست‌گرم دی‌کرومات‌آمونیوم را روی یك ورق حلبی یا دریك‌بشقاب فلزی بریزید و به‌صورت تپهٔ کوچکی درآورید. برای‌جلوگیری ازآلودگی محیط اطراف بهتراست‌که بشقاب را روی یك‌ورق بزرگ روزنامه قراردهید. ابتدا با مشاهده و انجام‌آزمایشهای‌ساده به‌سؤالات زیر پاسخ داده و جواب‌خودرا در دفترچهٔ آزمایشگاه یادداشت‌کنید :

- ذرات دی‌کرومات‌آمونیم چه رنگی دارند؟
- آیا این ماده درآب محلول است ؟
- درصورتی‌که جواب سؤال بالا مثبت است، محلول آن چه رنگی دارد؟



شکل۲



شکل۳

مطابق شکل کبریت افروخته‌ای را کنار نوك تپهٔ دی‌کرومات‌آمونیم بگیرید و آن را آتش بزنید. اگر دمای چوب‌کبریت برای آتش زدن کافی نباشد، پنبه‌ای را به الکل آغشته‌کرده و با گیرهٔ فلزی بگیرید. پنبه را شعله‌ور کنید و در کنار نوك تپهٔ دی‌کرومات نگاه دارید. پس‌از چندلحظه واکنش شروع می‌شود.

مشاهدات خودرا با توجه به نکات زیر با دقت یادداشت کنید.

ـ آیا می‌توانید نوع واکنش انجام یافته را دقیقاً مشخص کنید؟ (مثلا ازنوع تجزیه یا ترکیب است؟) با توجه به‌اطلاعات گذشته خود سعی کنید با ذکر دلیل به این‌سؤال پاسخ دهید.

ـ ذرات باقیمانده در پایان‌آزمایش چه رنگی دارند؟ آیا تغییر رنگی صورت گرفته است؟

ـ به‌نظر شما هرگاه ذرات جامد تولید شده را جمع‌آوری کرده ، وزن کنیم، از مقایسهٔ وزن آنها با وزن دی‌کرومات‌آمونیم اولیه چه‌نتیجه‌ای به‌دست می‌آید؟ آیا به‌نظر شما می‌رسد که دراین واکنش گازی تولید شده باشد؟

ـ چرا مواد به‌صورت آتشفشان فوران می‌کند؟

ـ آیا نکات دیگری جلب توجه شما را می‌کند؟ آنها را یادداشت کنید و دربارهٔ علت آنها فکر کنید.

دانش‌آموز دقیق ممکن‌است نتواند به برخی‌پرسشهای‌فوق پاسخ قاطع وکاملا صحیح بدهد. برای این‌کار شاید به انجام دادن آزمایشها وتحقیقهای دیگری نیاز داشته باشد. این احتمال وجود دارد که برخی از پاسخهای شما بر اساس حدس و گمان نادرستی بیان شده باشد، به‌طوری‌که مشاهدهٔ دقیق و تحقیق تجربی آنها را تأیید نکند.

۵- چگونه به حواس خود کمك کنیم؟

ازآنجاکه نمی‌توان به حواس پنجگانه خود در جمع‌آوری اطلاعات ومشاهدات آزمایشگاه

اطمینان داشت از این‌رو باید از ابزار علمی و وسایل گوناگون اندازه‌گیری کمك گرفت.

مهمترین نکته در علم مشاهده و اندازه‌گیری دقیق است. برای انجام این کار باید از ابزارهای اندازه‌گیری مانند دماسنج و فشارسنج کمك گرفت. به‌طور کلی این ابزار به ما امکان می‌دهد تا اشیا را «ببینیم» و خصوصیات آنها را «اندازه بگیریم» درغیر این صورت داوری ما براساس لمس کردن، شنیدن و چشیدن خواهد بود.

چشم نیز گاهی خطا می‌کند. با وجود این دقت حس بینایی نسبت به حواس دیگر فزونی دارد و داوری ما را دقیق‌تر می‌کند. نکتهٔ شایان توجه این است که هیچ ابزاری نمی‌تواند پاسخ کاملا دقیق بدهد و این خود تفاوت اساسی میان علوم «تجربی» و «ریاضی» را نشان می‌دهد. هرگاه دوعدد را به‌طور صحیح جمع کنید، به‌کمك ریاضی به پاسخ کاملاً صحیح می‌رسید.

اندازه‌گیریهای ما در علوم تجربی به وسیلهٔ ابزار انجام می‌گیرد. یك وسیله هرچند که بسیار ظریف و دقیق ساخته شود، باز هم پاسخ کاملاً مطمئن نمی‌دهد و دقت آن ضمن نزدیك شدن به‌سرحد کمال تا اندازه‌ای از پاسخ قطعی فاصله دارد. علاوه‌براین، دقت اندازه‌گیری به‌مهارت ما در کاربرد ابزار بستگی دارد.

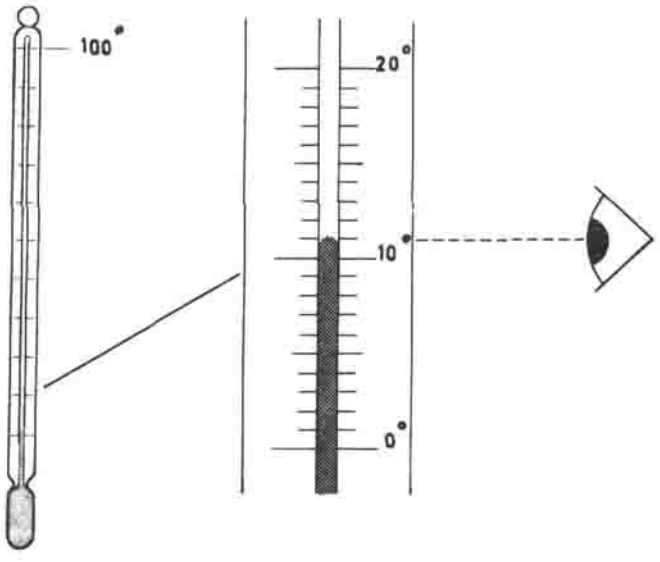
۶- ابزارها و اندازه‌گیریها

حال که به لزوم استفاده از ابزارها برای بهتر «حس کردن» و «مشاهدهٔ کمی» خصوصیات مواد و رویدادها پی‌بردید، بجاست که به کمك آزمایش، در کاربرد برخی ابزارهای ساده ومهم مهارت کسب کنید. سالهای گذشته با برخی ابزارها جهت اندازه‌گیری کمیاتی چون دما، حجم، وزن و زمان آشنا شدید. دراین قسمت وقسمتهای بعدی این کتاب، در کاربرد صحیح این وسایل و انجام دادن مشاهدهٔ دقیق مهارت کسب می‌کنید و به‌کمك آنها به‌دانستنیهای علمی جدیدتری نایل می‌آیید.

الف- تعیین دما- دماسنج معمولی آزمایشگاه راکه ازنوع سلسیوس یا سانتیگراد است، به‌دقت بررسی کنید. از چه موادی ساخته شده است؟ چه ماده‌ای درون آن وجود دارد؟ نقطه‌های صفر و صد را پیداکرده و چگونگی تقسیم‌بندی درجه‌های آن را ببینید. گاهی به آسانی نمی‌توان سطح مایع را در آن دید. این کار نیاز به تمرین دارد.

هرگاه از توانایی خود در بارهٔ خواندن درجات دماسنج اطمینان حاصل کردید، دمای آب سرد شیر آزمایشگاه را تعیین کنید. دمای هوای آزمایشگاه گرمتر یا سردتر از آب شیر است؟ دمای دست شما چقدر است؟ آیا دمای دست همهٔ دانش‌آموزان یکی است؟ دماها را درکتابچهٔ آزمایشگاه یادداشت کنید. برای اطمینان از صحت دماسنج چه راهی پیشنهاد می‌کنید؟

ب- تعیین وزن ماده - یکی دیگر از فعالیتهای مهم آزمایشگاهی تعیین مقدار ماده‌است.



شکل۴ ـ یك دماسنج جیوه‌ای و جزء بزرگ شدهٔ آن در حالی‌که دید چشم در امتداد بالاترین برآمدگی‌جیوه است.

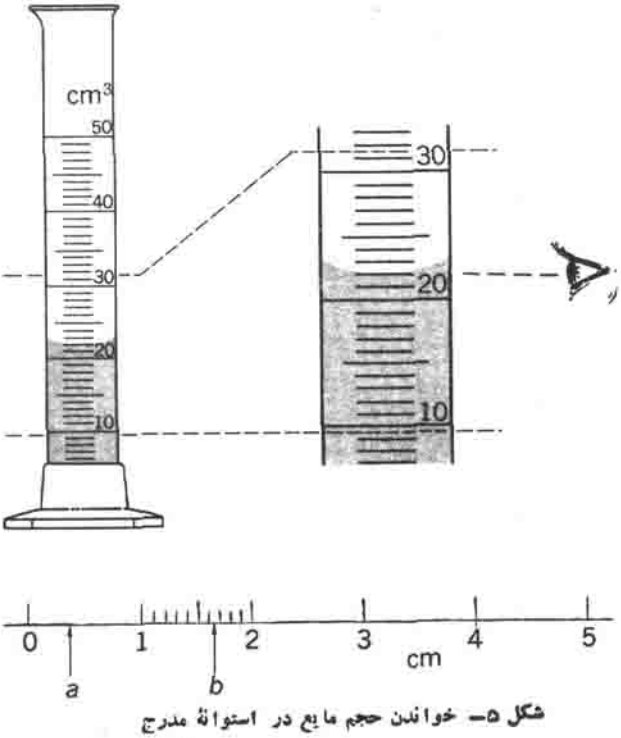
به خاطر داریدکه برای تعیین مقدار مادهٔ موجود در یك جسم ازترازو استفاده می‌کنند.هرگاه مقدار مادهٔ موجود در جسم مورد آزمایش زیاد باشد ، ترازو وزن بیشتری نشان می‌دهد . پایه و اساس ترازوهای معمولی آزمایشگاه برخاصیت اهرم استوار شده است.قسمت اصلی هر ترازو شاهینی است‌که‌به صورت افقی بر نقطهٔ اتکای ظریفی‌که مانند لبهٔ کارد است،قرار می‌گیرد. هرگاه یك شئ را بر یك سرشاهینی آویزان کنیم باید معادل آن را در آن سوی دیگر قرار دهیم تا تعادل اهرم همچنان برقرار بماند و شاهین وضع افقی خود را نگاه دارد . فرض‌کنید قطعه‌ای ازطلا یا تکه‌ای از چوب در ترازویی در حال تعادل است،تکه‌چوب نیز به نوبت خودمعادل مفتولی از آهن می‌باشد. در اینجا می‌گوییم‌که مقدار مادهٔ موجود در این سه جسم و در نتیجه‌وزن آنها برابر است. ترازوی‌شاهین‌دار وسیله‌ای است برای مقایسهٔ مقدار ماده یا وزن اجسام مختلف.

برای اندازه‌گیری مقدار ماده یاوزن یك‌جسم، نیازبه مقیاس مشخص یا استاندارد داریم تا آن را در یك سوی ترازو قرار دهیم و با جسم مورد نظر مقایسه‌کنیم. مقیاس استاندارد را می‌توان‌کیلوگرم،گرم، پاوند وحتی(مثقال)انتخاب‌کرد ولی کلیهٔ اینها مورد توافق همگان نیست . واحد مقیاس بین‌المللی مقدار مادهٔ موجود در استوانه‌ای است از آلیاژ پلاتین و ایریدیم. این‌استوانه با دقت زیاد ساخته شده‌است ودرموزه‌ای درنزدیکی شهر پاریس نگاهداری

می‌شود. وزن این استوانه یک‌کیلوگرم (۱۰۰۰ گرم) تعیین شده است. هرگاه در نظر داشته باشیدکه وزنه‌های بسیار دقیق برای ترازوی خود بسازید باید آنها را به طور مستقیم با غیر مستقیم با وزن استاندارد یک‌کیلوگرمی نامبرده مقایسه کنید.

پ ــ تعیین حجم ــ یکی دیگر از کارهای اولیهٔ آزمایشگاه تعیین حجم اجسام است. برای تعیین حجم اجسام جامدکه شکل منتظم دارند، ابعاد آنهارا اندازه‌گرفته و به‌کمک روابط‌هندسی حجم آنها را محاسبه می‌کنند. حجم‌مایعات را نیز معمولا به وسیلهٔ ظرف یا استوانهٔ مدرج‌تعیین می‌کنند. گنجایش استوانهٔ مدرج و سایر ظروف آزمایشگاهی را با واحد میلی‌لیتر (ml) روی آن می‌نویسند. یک‌میلی‌لیتر برابر $\frac{۱}{۱۰۰۰}$ لیتر و با یک سانتیمتر مکعب است.

برای خواندن حجم مایع، مطابق (شکل ۵)استوانهٔ مدرج را به طور قائم روی میز نگاه



شکل ۵ــ خواندن حجم مایع در استوانهٔ مدرج

دارید و با بالا بردن و پایین آوردن سرخود، چشم را در امتداد سطح آب قرار دهید. کج نگاه داشتن‌استوانهٔ‌مدرج‌چه‌تأثیری درتعیین‌حجم دارد؟هرگاه‌به‌سطح‌آب‌دراستوانه‌نگاه‌کنید، آن را کاملا مسطح نمی‌بینید. کناره‌های آب اندکی به سوی بالاکشیده‌می‌شود وسطح مقعر به‌وجودمی‌آورد.

هنگام اندازه‌گیری حجم آب،درجهٔ‌مربوط به پایین‌ترین قسمت خمیدگی سطح رابخوانیم. آسانترین راه برای اندازه‌گیری، نگاه‌کردن از پایین‌است. چشم خود را به اندازه‌ای پایین بیاورید که سطح مایع چون آینه به نظر آید. آن‌گاه سر را به تدریج بالا برید تا باز تاب نور ناپدید

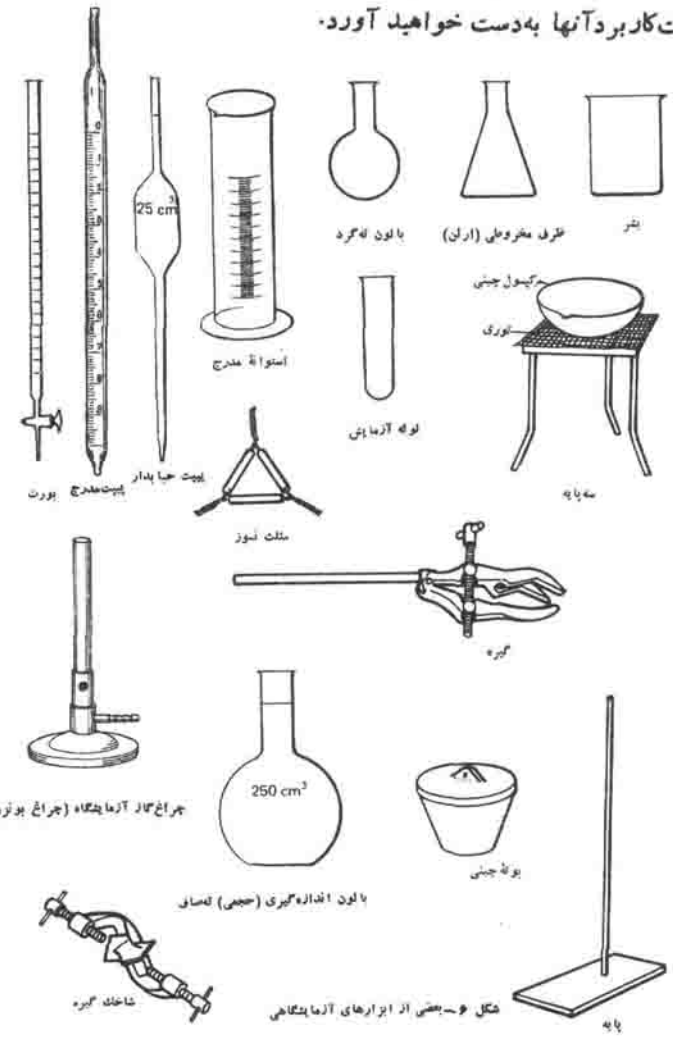
شود، در این هنگام حجم آب را بخوانید. اغلب مایعات مانند آب سطح مقعری دارند. جیوه سطح محدبی به خود می‌گیرد و برای خواندن حجم آن باید چشم را در امتداد بالاترین قسمت خمیدگی قرار داد.

هرگاه مقیاس درجه‌بندی مربوط به (شکل ۵) سانتیمتر باشد، موقعیت پیکانهای a و b را تا حدود ۰/۱ سانتیمتر تخمین بزنید. آیا می‌توان موقعیت آنها را تا ۰/۰۱ سانتیمتر تخمین زد؟ تا ۰/۰۰۱ سانتیمتر چطور ؟

۲ـ آشنایی با برخی ابزارهای آزمایشگاهی مورد نیاز

پیش از آغاز فعالیتهای این فصل بجاست که با نام و مشخصات برخی ابزارهای سادهٔ آزمایشگاهی که برای انجام دادن آزمایشهای آن به‌کار می‌رود آشنا شوید.

آشنایی با ابزارهاـ نام و شکل ابزارها مطابق (شکل ۶) است . به مرور زمان مهارت لازم را جهت کاربرد آنها به‌دست خواهید آورد.



شکل ۶ـ بعضی از ابزارهای آزمایشگاهی

فصل ۲

بررسی برخی خواص مواد و روشهای خالص‌سازی

۱ـ پیش‌گفتار

یکی ازمهمترین کارهای دانشمندان‌تحقیق دربارهٔمواد پیرامون خود می‌باشد. آنان‌درصدد هستندکه از راه شناختن خصوصیات ماده آن را به طور خالص تهیه‌کنند و به ماهیت اجزای تشکیل دهندهٔ آن پی ببرند.

هر ماده را از روی شکل ظاهری و «رفتار» آن می‌شناسند. تشخیص رفتار برای دانشمند مهمتر از شناختن شکل ظاهری است. در محیط ما هزاران نوع مواد مختلف وجود دارندکه تشخیص آنها از روی خواص ظاهری دشوار است. هرگاه دوقطعه فلزکه جلا و سختی‌یکسانی دارند در اختیار شما قرارگیرند، نمی‌توانید روی یکسان‌بودن نوع فلزآنها داوری‌کنید.همچنین به آسانی نمی‌توانید دو مایع بی‌رنگ‌وبو را که در دو ظرف قراردارند یکی بدانید .

دانشمندان برای تشخیص مواد از یکدیگر ناگزیر هستندکه به‌کار تحقیقی خود نظم و ترتیب خاصی بدهند. آنان ابتدا درصدد می‌شوندکه حداکثر اطلاعات را در بارهٔ یك شئ به دست آورند، آن‌گاه روی روش تشخیص آن تصمیم می‌گیرند. فرض‌کنید می‌خواهیدکتاب‌شیمی معینی را در یك‌کتابخانهٔ بزرگ پیداکنید. این‌کاررا به چه صورت انجام می‌دهید؟ آیاجستجوی خود را از نزدیکترین قفسه شروع می‌کنید وآن‌قدر ادامه می‌دهید تا به‌کتاب برسید؟ یا این‌که پندار وکردار دانشمندان را به‌کار می‌برید و در صدد یافتن اطلاعات بیشتری خواهید بودکه شما را برای پیداکردن کتاب یاری‌کنند. به احتمال زیاد، شما نیز برای حل این مسئله خوب می‌اندیشید و اولین فکری‌که به نظرتان می‌رسد به‌کار نمی‌بندید. زیرا ممکن است این فکر به

نتیجه نرسد و آن‌قدر وقت‌وانرژی شماتلف‌شودکه سرانجام ازحل آن منصرف ومأیوس‌می‌شوید.
برای پیداکردن‌کتاب، با اطلاعات بیشتری‌که به دست می‌آورید، ابتدا به بخش‌کتابهای علوم می‌روید، جستجوی خود را درقسمت‌کتابهای شیمی آغازمی‌کنید و با توجه به نحوهٔ چیدن‌کتابها و دانستن حروف اولیهٔ نام مؤلف، آن را می‌جویید.

انتظار این است‌که با مرور این فصل، با برخی خاصه‌های مواد آشنا شده و مهارت‌لازم را برای رسیدن به آنهاکسب‌کنید. با استفادهٔ از این خاصه‌ها چگونگی تفکیك و خالص‌کردن آنها را بیاموزید یا از تأثیر آنها برمواد دیگر چند مادهٔ جدید و سودمند بسازید. در پایان به کمك این بررسیها به راه و روش دانشمندان درحل مسائلی‌که باآن مواجه‌می‌شوند پی‌می‌برید.

۲ـ خاصه‌های ماده

هر گاه دو جسم مختلف مانند یك‌کره و یك مکعب فلزی‌که به ظاهر رنگ و جلای یکسانی دارند، در اختیار شما قرار بگیرد به آسانی می‌توانید تشخیص دهیدکه این دو«جسم» در برخی خاصه‌ها از قبیل شکل، حجم ووزن تفاوت دارند. ولی آیا می‌توانید راجع به‌تفاوت یا همانندی «مادهٔ» سازندهٔ آنها نیز به همین آسانی نظر دهید؟ برای تشخیص جنس و ماهیت مواد باید از خاصه‌های دیگری‌که به وزن و شکل ظاهری بستگی ندارند استفاده‌کرد.

از تجربیات و اطلاعات دورهٔ راهنمایی‌تحصیلی دریافتیدکه برخی‌خاصه‌هامانندوزن‌حجمی، میزان انبساط حرارتی،نقطهٔذوب ونقطهٔجوش یك‌مادهٔ خالص همواره‌ثابت و مشخص‌است. مثلا جدول وزن حجمی مواد مختلف، که درآخر کتاب آمده است، نشان می‌دهدکه وزن حجمی کلیهٔ اجسام توپری‌که از مس خالص ساخته شده است برابر ۸/۹ گرم برسانتیمترمکعب و آنهایی‌که ازطلای خالص تهیه شده‌اند برابر ۱۹/۳ گرم برسانتیمترمکعب می‌باشد. هر گاه نتایج به خوبی نشان دهد که خاصه‌های اساسی کره و مکعب فلزی مورد بحث یکسان و مثلا وزن حجمی و نقطهٔ ذوب آنها برابراست، می‌توان نسبت به‌یکی بودن ماهیت مادهٔ سازندهٔ آنها اطمینان پیدا کرد.

۳ـ وزن حجمی و تعیین آن

فرض کنیدمیله‌ای‌ازفلزآلومینیم‌را به‌اجزای کوچکتری که‌حجم‌هر کدام‌یك‌سانتیمترمکعب‌است تقسیم‌کرده‌اید. ترازوی‌شما نشان‌خواهد دادکه وزن‌همهٔ‌این‌اجزایکسان‌وبرابر۲/۷ گرم می‌باشد.

این عددکه نمایندهٔ وزن‌حجمی است‌ازخاصه‌های مادهٔ آلومینیم است و برای همهٔ‌اجسامی که از آلومینیم خالص ساخته شده‌اند یکسان است.

برای تعیین وزن حجمی یك ماده، نیازی نیست که حتماً وزن یك سانتیمتر آن را اندازه گرفت. هر گاه وزن یك جسم توپر و همچنین حجم آن اندازه‌گرفته شود، می‌توان‌وزن را بر

حجم تقسیم‌کرد و وزن واحد حجم راکه وزن حجمی است به دست آورد.

فرض‌کنیدکه وزن ۱۰۰ سانتیمتر مکعب نمونه‌ای از فلز آلومینیم برابر ۲۷۰ گرم است. وزن یك سانتیمتر مکعب این ماده برابر با ۲/۷ = ۱۰۰ : ۲۷۰ گرم می‌شود.

چون وزن حجمی نتیجهٔ تقسیم‌کردن وزن برحجم است از این‌رو واحدآن راگرم‌برسانتیمتر مکعب (g/cm^3) می‌گیرند. برای مثال فوق چنین بیان می‌شود:

$$\text{وزن حجمی ماده} = \frac{\text{وزن}}{\text{حجم}} \qquad \frac{۲۷۰}{۱۰۰} = ۲/۷\ g/cm^3$$

چگونه وزن حجمی یك جسم جامد را تعیین می‌کنند؟

در فصل اول این‌کتاب با چند روش برای تعیین حجم اجسام آشنا شدید. همچنین وزن برخی از آنها را با ترازو به دست آوردید. حال با استفاده از نتایج اندازه‌گیریهای نامبرده وبه‌کار بستن آنها دررابطهٔ فوق‌می‌توانید وزن حجمی‌یك‌جسم منتظم یابك‌تکه سنگ‌راتعیین کنید.

تمرین :

۱ـ یك قطعه سنگ معدنی را به اجزای کوچکتری خردکرده، وزن‌حجمی هر جزء رابه‌وسیلهٔ گروهی از دانش‌آموزان‌تعیین کرده‌ایم. نتایج به‌دست آمده اندکی متفاوت است.

چه دلایلی برای آن دارید؟

۲ـ جسمی است به‌شکل مکعب‌مستطیل به ابعاد ۶×۵×۴ سانتیمتر.هرگاه‌وزن این جسم۹۶ گرم باشد، وزن حجمی آن‌را حساب کنید. این جسم در آب غوطه‌ور می‌شود یا شناور می‌ماند؟

۳ـ هرگاه یك انگشتری پلاتین خالص ۳۲/۱ گرم‌وزن داشته باشد، حجم‌آن را حساب‌کنید (ازجدول وزن حجمی مواد آخرکتاب استفاده‌کنید).

چگونه وزن حجمی یك مایع را اندازه می‌گیرند؟

می‌توان مایع راگلیسرین، الکل، آب‌نمك ویا آب انتخاب‌کرد وحجم آن را درحدود ۵۰ سانتیمتر مکعب گرفت. حجم را به وسیلهٔ استوانهٔ مدرج تعیین می‌کنید. هرگاه بلندی این ظرف مانع قرار گرفتن آن در ترازو باشد ، ناگزیرید مایع را در ظرف مناسب وکوچکتری بریزید و وزن آن را تعیین کنید. ازآنجایی‌که اغلب‌مایعات‌به دیوارهٔ درونی ظرف می‌چسبند،نمی‌توانید وزن همان حجم‌مایع راکه دراستوانهٔ مدرج قرار دارد به دست آورید. با این ترتیب برخطای

اندازه‌گیری وزن افزوده می‌شود. برای کاهش دادن این خطا، آیا مناسب نمی‌بینید که در ابتدا وزن مایع را در ظرف کوچك نامبرده تعیین کنید و سپس حجم آن را به وسیلهٔ استوانهٔ مدرج اندازه بگیرید؟

تمرین:

۱ـ گنجایش ظرف کوچکی که برای اندازه‌گیری وزن حجمی مایعات ساخته شده است ۲۵ سانتیمتر مکعب می‌باشد. هر گاه وزن این ظرف خالی ۴۲/۵ گرم و وزن ظرف و مایعی به نام گلیسرین که در آن ریخته شده است ۷۴ گرم شود، وزن حجمی گلیسرین را حساب کنید.

۲ـ هر گاه دو مایع خالص و بی‌رنگ در اختیار داشته باشید، چگونه می‌توانید با تعیین وزن حجمی آنها به یکسان بودن یا متفاوت بودن آنها پی ببرید؟

الف ـ هر گاه وزن حجمی مایع اول ۰/۹۳ و از آن مایع دوم ۰/۷۹ گرم بر سانتیمتر مکعب باشد، چه نتیجه می‌گیرید؟

ب ـ هر گاه وزن حجمی آنهارا به ترتیب ۰/۹۳ و ۰/۹۲ گرم بر سانتیمتر مکعب به دست آورید چه نتیجه می‌گیرید؟

۴ـ چگونه مواد را خالص می‌کنند؟

هر گاه از شیمی‌دان بخواهند که روی ماده‌ای تحقیق کند و آن را بشناسد، در ابتدا او درصدد خواهد بود که از خالص بودن ماده اطمینان حاصل کند. برای مثال او آب رودخانه را برای تحقیق دربارهٔ خاصه‌های آب انتخاب نمی‌کند. زیرا ممکن است با خاصه‌هایی برخورد نماید که مربوط به آب نیست و ناشی از وجود ناخالصیهای آن است. گاهی تشخیص وجود ناخالصی در یك ماده مشکل می‌شود. هر گاه به جای آب رودخانه، آب زلال دریا را در کنار آب خالص قرار دهند، به آسانی نمی‌توان آنهارا از یکدیگر تمیز داد. این کار نیاز به تحقیق تجربی دارد.

در این مبحث با روشهایی که دانشمندان برای خالص کردن مواد یا تفکیك آنها از یکدیگر به کار می‌برند آشنا خواهید شد. اساس این روشها مبنی برتفاوت خاصه‌های هر یك از مواد است که درمخلوط وجود دارد. خاصه‌هایی که مورد بررسی این مبحث است شامل قابلیت حل شدن مواد در آب و حلالهای دیگر، دماهای ذوب و جوش و وزن حجمی است.

الف ـ تفکیك مواد جامد ـ گاهی مخلوط شامل مواد جامد و مایع است. هر گاه جامد در مایع محلول نباشد، ممکن است به تدریج در ته ظرف ته‌نشین شود. در این مورد می‌توان مایع

را جداکرد و مادهٔ جامد را خشك نمود (مثال آن مخلوط ماسه وآب است). در صورتی که‌وزن حجمی مادهٔ نامحلول کمتر از حلال باشد، روی آن شناور می‌شود. در این مورد نیز می‌توان جامد را به آسانی جداکرد و خشك نمود (مثال آن مخلوط خاکه اره و آب است).

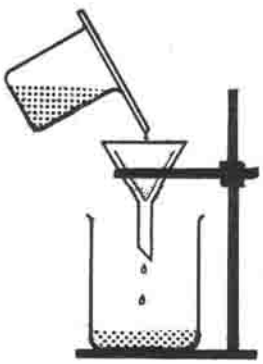
چنین روشهای ساده‌ای‌برای‌تفکیك موادجامدی‌که به‌خودی خود از مایع جدا نمی‌شوند، به‌کار نمی‌آید. در این موارد از روشهای دیگری‌چون صاف‌کردن مخلوط استفاده می‌کنند. هرگاه مادهٔ جامد درمایع حل شده باشد، می‌توان محلول را جوشاند تا مایع تبخیر شود ومادهٔ جامد بر جای بماند. با سردکردن و متراکم نمودن بخار، می‌توان مایع را مجدداً به دست آورد.

آزمایش ــ تفکیك‌مخلوط ماسه و نمك

مرحلهٔ اول: تفکیك ماسه ازمخلوط

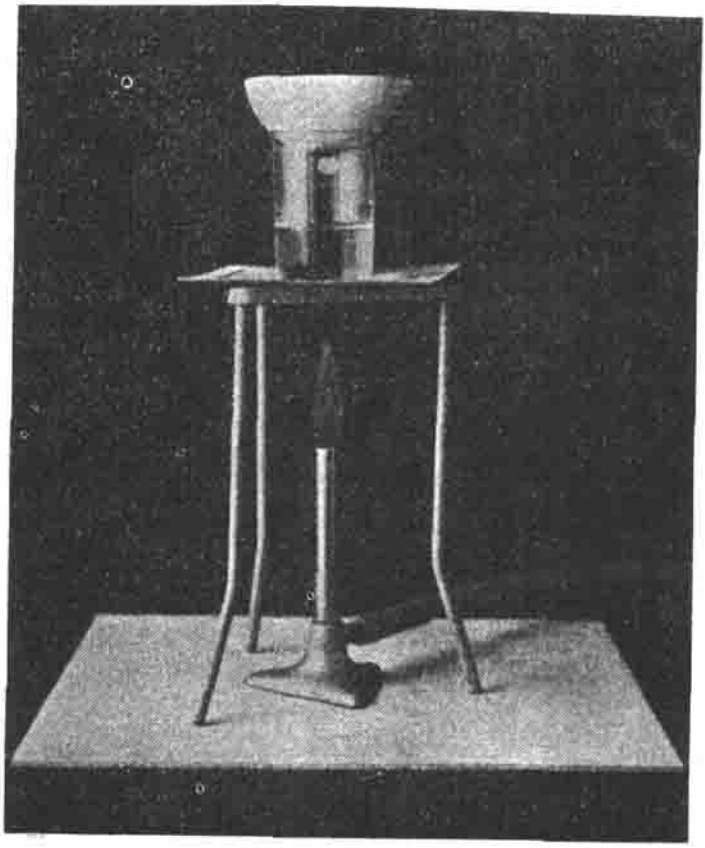
ابزار وموادموردنیاز: لولهٔ آزمایش، قیف‌شیشه‌ای، حلقه‌یا گیرهٔ مناسب برای قیف، کاغذ صافی ۲ عدد، بشر کوچك ۵۰ سانتیمترمکعب، همزن شیشه‌ای، آبفشان محتوی‌آب‌مقطر، نمك و ماسهٔ نرم.

در حدود ۵ گرم مخلوط نمك وماسه تهیه‌کرده وآن را دربشر بریزید. تا $\frac{1}{3}$ گنجایش ظرف را آب مقطر بریزید و با میلهٔ شیشه‌ای برای چند دقیقه هم بزنید (برای هم‌زدن‌گاهی می‌توان مخلوط را درلولهٔ آزمایش بزرگی ریخت و دهانهٔ آن را با در لاستیکی بست و به شدت تکان داد.) کاغذ صافی را تا کرده، با چند قطره آب مقطرمرطوب کنید و طوری درون قیف قرار دهید که‌کاملا به دیوارهٔ آن بچسبد. مایع موجود در بشر را مجدداً هم زده و مخلوط معلق حاصل را به‌کمك میلهٔ همزن مطابق شکل روی‌کاغذ صافی بریزید.



شکل۷ ــ دستگاه صاف‌کردن

هرگز مخلوط صاف کردنی را یکمرتبه در قیف نریزید. این کار را به تدریج انجام دهید و در هرنوبت سعی‌کنیدکه سطح مایع، حداقل یك سانتیمتر پایین‌تر از لبهٔ‌کاغذ صافی باشد. چرا؟ در پایان



شکل ۸ ـ حمام آبی
برای تبخیر ملایم آب نمك

بشر را با اندکی آب مقطر شسته و آب شست و شو را در قیف بریزید. ماسهٔ روی کاغذ صافی را نیز با اندکی آب بشویید. چرا؟ مایع صاف شده را دور نریزید. آن را برای آزمایش بعدی نگاه دارید.

مرحلهٔ دوم: به دست آوردن بلورهای نمك از محلول آب نمك (عمل تبلور)

ابزار ومواد موردنیاز: ظرف تبخیر (کپسول چینی یا شیشه‌ای)، حلقه و گیره با سه‌پایه، توری، توری نسوز، بشر (دهانهٔ آن به اندازه‌ای باشد که ظرف تبخیر روی آن قرار گیرد.) لام میکروسکوپ، میلهٔ همزن، ذره‌بین دستی.

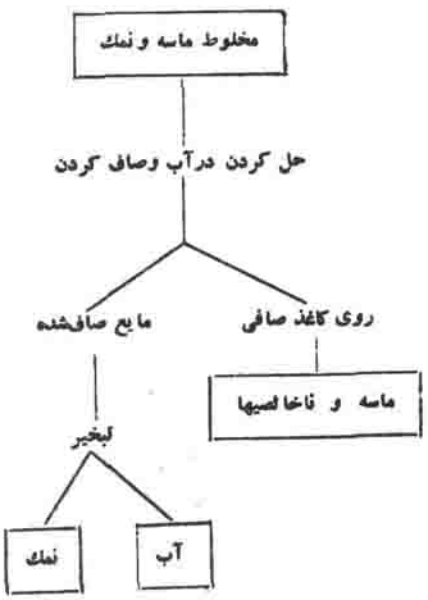
آب نمك حاصل از آزمایش قبلی، آب نمك را درظرف تبخیر بریزید و آن را روی توری قرار دهید و به کمك چراغ گاز گرم کنید. پس از تبخیر نصف آب محلول، ظرف را مطابق شکل (۸) روی حمام آبی گرما دهید (حمام آبی، ظرفی است محتوی آب جوشان که

ظرف دیگری را به ملایمت گرم می‌کند) گاه به گاه به کمک همزن یك قطره از محلول را برداشته روی لام میکروسکوپ قرار دهید تا سرد شود. هر گاه بلورهای نمک روی لام دیده شد، حرارت را قطع کنید. ظرف تبخیر را از روی حمام آبی بردارید و بر یك توری پنبهٔ نسوز بگذارید تا سرد شود. چه چیزی در ظرف پدید می‌آید؟

هر گاه مقداری مایع باقی بماند، مخلوط را با کاغذ صافی صاف کنید تا مقدار دیگری مادهٔ جامد روی کاغذ به دست آید. گاهی لازم است که ظرف را بیشتر حرارت دهید تا مایع آن کاملا تبخیر شود و از مادهٔ جامد جدا گردد.

این عمل یعنی جدا کردن بلورهای مادهٔ جامد از محلول را تبلور می‌نامند. بلورهای به‌دست آمده را به کمك ذره‌بین با نمونه‌ای از بلورهای اولیهٔ نمك مقایسه کنید. آیا بلورها کاملا سفید هستند؟ هر گاه چنین نباشد شاید بتوان آنها را مطابق روشی که در آزمایش بعدی به‌کار می‌رود سفید و خالص کرد.

خلاصهٔ مراحل تفکیك مخلوط ماسه و نمك به قرار زیر است:



بسیاری از مواد شیمیایی دارای آثاری از ناخالصیهای رنگین هستند که نمك شما ممکن است یکی از آنها باشد. یکی از روشهای متعارف برای جذب ناخالصیهای رنگین از یك ماده،

جوشاندن محلول آن با زغال فعال شده[1] یا زغال حیوانی می‌باشد.

آزمایش ــ بی‌رنگ‌کردن شکر سرخ.

ابزار و مواد مورد نیاز: بشر ۱۰۰ سانتیمتر مکعب، حلقه و گیره با سه‌پایه، توری پنبهٔ‌نسوز، چراغ گاز، همزن، قاشق، قیف، کاغذصافی، شکر سرخ، زغال فعال شده یا زغال حیوانی.

بشر را تا نیمه از آب پر نموده و در حدود ۵ گرم شکر سرخ در آن حل کنید. سه قاشق زغال فعال شده اضافه کنید و مخلوط را تا دمای جوش حرارت دهید. پس از چند دقیقه مخلوط معلق را صاف کنید، رنگ مایع صاف شده را با محلول اولیه مقایسه کنید. درصنعت نسبت زغال را درحدود ۱ تا ۲ درصد وزن مادهٔ خام‌اولیه می‌گیرند. چرا این نسبت نباید خیلی بالا باشد؟ هرگاه آزمایش رنگبری شما کاملا رضایت‌بخش نباشد، می‌توانیدمایع صاف شده را مجدداً بامقدار دیگری زغال بجوشانید. زغال زیاد ممکن‌است مقداری از مادهٔ‌اصلی را نیز به خود بگیرد.

تمرین:

۱ــ دوماده درچه خواصی باید متفاوت باشند تا بتوان آنها را در دمای اتاق ازیکدیگر جدا کرد؟

۲ــ جاروی برقی گرد و خاك قالی را به وسیلهٔ جریان هوایی که می‌مکد به خود می‌گیرد. چگونه این گرد و خاك درون جارو از هوا جدامی‌شود؟

۳ــ فرض کنید بشکه‌ای‌پر ازماسه، شن درشت و سنگ‌دراختیار داشته باشید، چگونه اجزای این مخلوط را از یکدیگر جدا می‌کنید؟

۴ــ چه طرحی برای استخراج نمك خالص و متبلور از سنگ نمك تیره رنگ و ناخالص پیشنهاد می‌کنید؟ آن را در منزل امتحان کنید. به جای کاغذ صافی‌می‌توانیداز پارچهٔ نخی چندلا استفاده کنید. چگونه از همین طرح برای تهیهٔ بلورهای درشت زاج سفید از نمونهٔ ناخالص آن استفاده می‌کنید؟

۱ــ زغال فعال شده ازگرم‌کردن شدید زغال چوب در جریان بخار آب به دست می‌آید.

۵- چه طرحی برای رنگبری آب‌چغندر یا سرکهٔ خانگی پیشنهاد می‌کنید؟ آن را در منزل امتحان کنید.

آزمایشهای تفکیک مواد به روش کروماتوگرافی

ابزار و موادموردنیاز: کاغذ صافی، قیف، جوهرسیاه، خودکارآبی وقرمز، استوانهٔ مدرج به حجم ۵۰ سانتیمترمکعب، قیچی یا تیغ ریش تراشی.

اندکی‌جوهر سیاه را باکاغذ صافی صاف کنید، آیاجوهر مخلوطی‌از چند ماده است؟شاید از این‌آزمایش ساده نتیجه بگیریدکه چندین ماده با رنگهای گوناگون درجوهر وجود دارد. به نظر می‌رسدکه این مواد با سرعتهای متفاوت دربافت کاغذ نفوذکرده از یکدیگر جدا می‌شوند.

درآزمایش زیر به‌کمک‌نواری ازکاغذ صافی‌مواد تشکیل دهندهٔ جوهر را به طورآشکارتری جدا خواهیدکرد.

آزمایش‌ــ کروماتوگرافی باکاغذ:

نوار باریك و بلندی ازکاغذ صافی را مطابق شکل تهیه کرده، خط ضخیمی با جوهر سیاه روی یك سر آن بکشید سعی کنیدفاصلهٔ خط از نوك نوار در حدود ۲ سانتیمتر باشد.

اندکی‌آب دراستوانه ریخته و نوار را طوری نگاه داریدکه نوك آن‌کمی از سطح آب پایین‌تر باشد و خط جوهر در حدود یك‌سانتیمتر بالاتر از آن قرار بگیرد. سربالایی نوار را می‌توان به وسیلهٔ ورق آلومینیمی پاکت سیگار یا هروسیلهٔ مناسب‌دیگربه‌دهانهٔ استوانه‌بست. توجه‌داشته باشیدکه دیوارهٔ‌درونی استوانه‌خشك باشد تامایع‌فقط‌ازیك جهت (از پایین) درکاغذنفوذ کند. هرگاه مواد رنگین تا۲ سانتیمتری دهانهٔ استوانه بالا روند، کاغذ را

شکل ۹ــ کروماتوگرافی باکاغذ

بردارید و آن را به وسیلهٔ گیره‌ای آویزان کنید، تاخشك‌شود. چندمادهٔ رنگین به‌دست‌آورده‌اید؟ آیامی‌توان موادرنگین به‌دست‌آمده‌را مخلوط‌کرد و جوهرسیاه‌اولیه رابه دست‌آورد؟ با قیچی رنگهای به دست آمده را بریده‌و هر یك را درلولهٔ آزمایشی بیندازید (در حدود ۳ تا ۴ لوله) وروی آنها $\frac{1}{2}$ تا ۱ سانتیمتر مکعب آب بریزید وتکان‌دهید. آیا مواد رنگین حل می‌شوند؟ محلول لوله‌ها را در یك لوله بریزید چه رنگی پدید می‌آید؟ دراین‌آزمایش موادتشکیل‌دهندهٔ جوهر راکه سابقاًتفکیك کرده بودید، با یکدیگر مخلوط‌کردید. چه دلیلی برای رنگ به دست آمده دارید؟

آزمایش ــ کروماتوگرافی باگچ:

اندکی جوهر قرمز و سیاه یا مرکبهای ۲ نوع خودکار را با هم مخلوط‌کرده و سر یك قالب گچ سفید را در آن فرو ببرید ودریك نعلبکی یا شیشهٔ ساعت محتوی اندکی آب راست نگاه دارید. چه می‌بینید؟ آیا ستون گچی برای تفکیك مواد مخلوط مناسب است؟ از آزمایشهای فوق می‌توان‌نتیجه گرفت که‌پایه واساس کروماتوگرافی بر این اصل استوار شده است که یك مادهٔ متحرك (مانندآب)از روی مادهٔ ثابتی(مانند کاغذ که‌اجزای‌تشکیل دهندهٔ جوهر بادرجات مختلفی از چسبندگی روی آن قرار گرفته‌اند) عبور کرده و آنها را با سرعتهای متفاوت باخود می‌برد. چون این آزمایش در ابتدا برای تفکیك‌موادرنگین به‌کارمی‌رفت‌آن راکروماتوگرافی (ازکلمات یونانی Chroma به‌معنی«رنگ»و Grapho به‌معنی«می‌نویسم») نام‌نهادند.

امروزه روشهای نوینی ازکروماتوگرافی به‌کار می‌رودکه در آنها مادهٔ متحرك‌مایعهایی چون الکل و استن یا برخی گازها می‌باشد.

بــ تفکیك مایعهااز یکدیگر ــ آزمایشهای تفکیکی‌که تاکنون انجام دادید مربوط به مخلوط چند جامد یاجامدومایع بود وآزمایشهایی‌که دراین مبحث‌انجام خواهیددادربارهٔ‌مخلوط چند مایع و یا محلول آنها می‌باشد. هرگاه محلولی از الکل و آب در اختیار داشته باشید، نمی‌توانید آنها را از یکدیگر تشخیص دهید، زیرا ذرات‌ریز این دو مایع به هرنسبتی بایکدیگر مخلوط شده ومحلول یکنواخت به‌وجود می‌آورند. چنین مایعهایی را «مخلوط شدنی» می‌نامند.

آیا نفت و آب نیز مخلوط شدنی هستند؟ مایعهایی که با یکدیگر مخلوط نمی‌شوند و به‌صورت دولایهٔ جداگانه در می‌آیند «مایعهای مخلوط نشدنی» نام دارند.

آزمایش ــ تفکیک دو مایع مخلوط نشدنی

مواد و ابزار مورد نیاز: قیف‌جداکنندهٔ مایعها، ظرف مخروطی کوچک (ارلن)، تولوئن.

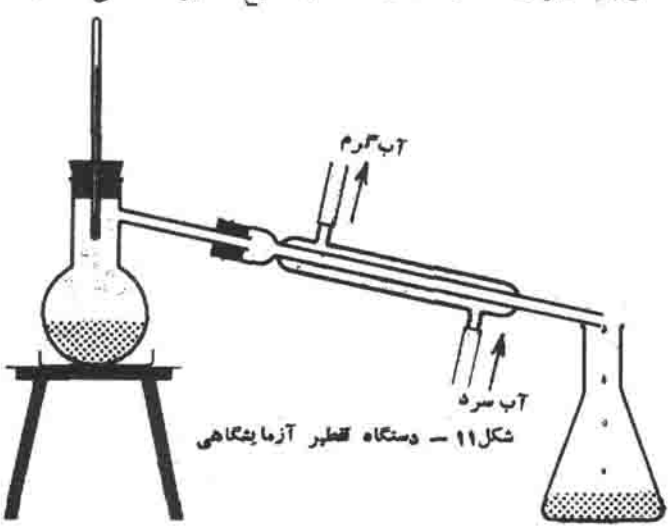
تا $\frac{1}{3}$ گنجایش قیف جداکننده آب بریزید و همان اندازه تولوئن (یا نفت) اضافه کنید. دهانهٔ قیف را بسته هم بزنید و مطابق شکل ۱۰ روی پایه نگاه دارید.

شکل ۱۰ ـ تفکیک دو مایع مخلوط نشدنی

چه مشاهده می‌کنید؟ کدام یک از لایه‌ها آب و کدام یک نفت است؟ چگونه پی می‌برید؟ به‌جدول وزن‌حجمی مواد آخر کتاب رجوع کنید و دلیلی برای گفتهٔ خود بیاورید. شیر قیف را بازکرده مایع پایینی را درظرف بریزید. دقت کنید که درست هنگامی که مایع بالایی به دهانهٔ شیر می‌رسد آن را ببندید، چرا؟

تفکیک دو مایع مخلوط شدنی:

از دورهٔ راهنمایی تحصیلی به یاد دارید که هرگاه مایعی مانند آب را در یک ظرف حرارت داده بجوشانید و بخارات حاصل را در ظرف دیگری سرد کنید، قطرات مایع مجدداً به دست می‌آیند. این عمل را تقطیر و مادهٔ به دست آمده را مایع تقطیر شده می‌نامند. شکل ۱۱ دستگاه



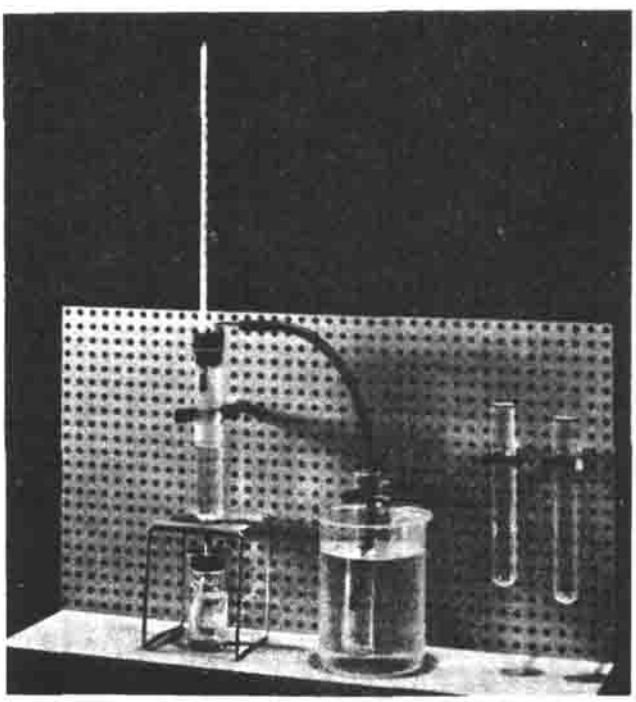
شکل ۱۱ ــ دستگاه تقطیر آزمایشگاهی

آزمایشگاهی ساده‌ای برای تقطیر را نشان می‌دهد. اجزای این دستگاه را نام برده کار هر یک را بیان کنید.

آزمایش ــ تقطیر مخلوط الکل و آب

این آزمایش برای تفکیک دومایعی که کاملا با یکدیگر مخلوط شده‌اند ترتیب داده شده است. چنانچه وقت کافی برای انجام دادن آزمایش ندارید به‌شرح آن توجه کنید. ۱۵ سانتیمتر مکعب آب و ۱۵ سانتیمتر مکعب الکل را مخلوط کنید و امکان سوختن چند قطرهٔ آن را روی شیشهٔ ساعت بیازمایید. دستگاهی مطابق شکل ۱۱ سوار کرده مخلوط آب و الکل را به وسیلهٔ آن تقطیر کنید. هرگاه دستگاه تقطیر نداشته باشید می‌توانید از یک لولهٔ آزمایش بزرگ پیرکس به عنوان **ظرف تبخیر، یک لولهٔ لاستیکی به عنوان خنک‌کنندهٔ بخار و یک لولهٔ آزمایش، که درظرف آب سرد قرار می‌گیرد، به‌عنوان ظرف گیرنده استفاده کنید.**

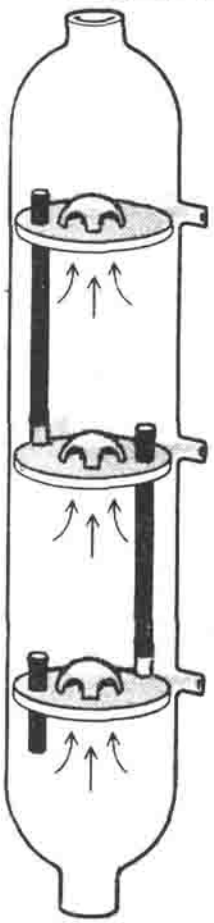
توجه داشته باشید که مخزن جیوهٔ دماسنج در بالای لولهٔ آزمایش باشد تا دمای بخاری را که در دهانهٔ لولهٔ خروج بخار متراکم می‌شود بسنجد. چون در ظرف تبخیر دو مایع وجود



شکل ۱۲ــ دستگاه تقطیر ساده

دارد، قسمت اعظم بخار مایع دیرجوش (آب‌که در حدود ۱۰۰°C می‌جوشد) پیش از رسیدن به بالای‌دستگاه و ورود به‌لوله خنك می‌شود و مجدداً به‌صورت‌قطرات‌ریزمایع درمی‌آید. این‌قطرات بردیوارهٔ درونی ظرف سرازیر می‌شود و به مایع‌اولیه برمی‌گردد. بخارات مایع زودجوش(الکل که در حدود ۷۸ درجه می‌جوشد) به نسبت بیشتری به قسمتهای بالایی می‌رسد و وارد لولهٔ خروج بخار می‌شود و از آنجا راهی ظرف‌گیرنده‌می‌گردد. چند قطره از مایع‌تقطیر شده‌را روی شیشهٔ ساعت ریخته‌کبریتَ افروخته‌ای را به آن نزدیك‌کنید. نتیجهٔ آزمایش را با آزمایش قبلی مقایسه‌کنید. چه نتیجه می‌گیرید؟ آیا با چنین آزمایش‌تقطیری می‌توان الکل‌خالص تهیه‌کرد؟ با پیشرفت عمل تقطیر، قسمت اعظم مایع‌در ظرف‌اولیه از چه ماده‌ای‌خواهدبود؟ درجهٔ‌دماسنج هنگام شروع عمل تقطیر چقدر است؟ هرگاه مقداری‌آب دریا در اختیار داشته باشید، چگونه می‌توانید آب شیرین از آن تهیه‌کنید؟

تقطیر جزء به جزء نفت خامــ همان طوری‌که‌می‌دانیدنفت‌خام‌مانند بسیاری ازموادخام طبیعی‌مخلوطی ازموادگوناگون‌می‌باشد. مولکولهای نفت‌خام اغلب‌ازکربن و ئیدروژن‌ساخته



شکل ۱۳ــ شمای قسمتی از برج تقطیر نفت

شده‌اند که آنها را ئیدروکربن می‌نامند. مولکولهایی که تعداد اتمهای کربن و ئیدروژن آنها کمتر است، مواد نفتی زود جوش پدید می‌آورند. اصولا هرچه تعداد اتمهای کربن و ئیدروژن در مولکولهای مواد نفتی کمتر باشد، زودتر می‌جوشند و هرچه تعداد اتمهای کربن و ئیدروژن در مولکولها افزایش یابد مادهٔ دیرجوشتر به‌وجود می‌آید. جداکردن کامل این مواد از یکدیگر بی‌نهایت مشکل است ولی همان‌طوری که در درس علوم سال اول راهنمایی تحصیلی دیدید، نفت خام در برج تقطیر پالایشگاه به چند بخش گوناگون تفکیک می‌شود. هربخش شامل دسته‌ای از مولکولهاست که تا حدود زیادی به یکدیگر نزدیک هستند.

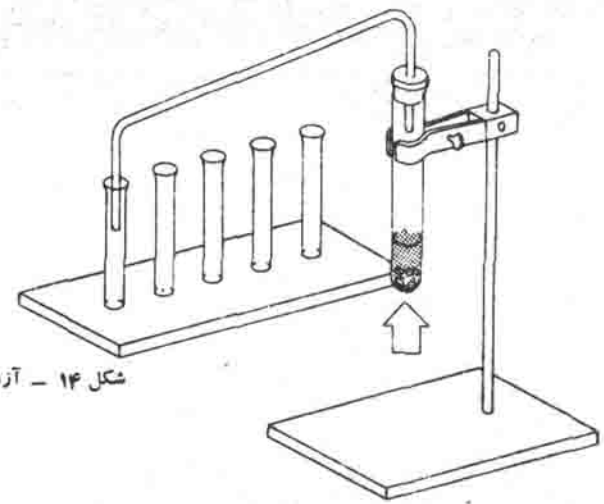
نفت خام را ابتدا درکوره‌ای حرارت داده تبخیر می‌کنند. بخارحاصل ضمن عبور از طبقات بالایی برج به تدریج سرد می‌شود و در نقاطی از برج، که دمای آن پایین‌تر از دمای جوش آن ماده است، به مایع تبدیل می‌شود و از راه لوله‌ای خارج می‌گردد. با این ترتیب مایعهای دیرجوش مانند نفت‌کوره، ونفت‌گاز در قسمتهای پایینی برج و مایعهای زودجوش از قبیل نفت سفید و بنزین در بخشهای بالایی آن جدا می‌شوند. تفکیک مخلوط چند مایع را از راه تقطیر در چنین دستگاهی «تقطیر جزء به جزء» می‌نامند.

در صنعت نفت، تفکیک موادی که دمای‌جوش آنها خیلی به یکدیگر نزدیک است (تفاوت مولکولهای آنها ناچیز است)، از راه تقطیر جزءبه جزءتقریباً غیر ممکن است. در این موارد از روش کروماتوگرافی استفاده می‌شود.

تمرین:

۱ـ نمونه‌ای از نفت خام را برای چند دقیقه جوشانده‌ایم. چه تغییری در وزن حجمی آن روی می‌دهد؟

۲ـ در دستگاه ساده‌ای مطابق شکل ۱۴ مقدار ۳ سانتیمتر مکعب نفت خام را به ملایمت‌حرارت داده و بخارات حاصل را به



شکل ۱۴ ــ آزمایش سادهٔ تقطیر جزء به جزء نفت‌خام

تدریج در چند لولهٔ آزمایش جمع‌آوری می‌کنیم.

الف- به نظر شما رنگ مایع درلوله‌های متوالی چگونه‌تغییر می‌کند؟

ب- کدام یك از مایعها فرارتر و کدام یك دیرجوشتر است؟

ج- این‌اجزا ممکن است با فراورده‌های نفتی مانند بنزین، نفت‌سفید،پارافین، نفت‌گاز ونفت سیاه ،که در زندگی روزمره با آنها آشنایی دارید مطابقت‌کند. آیا می‌توانید نام هر یك از فراورده‌های نامبرده را برای اجزای به دست آمده پیشنهادکنید؟

د- بوی‌کدام یك از این مایعها شدیدتر است؟ چرا؟

هـ- آیافکر می‌کنیدکه هر جزءبه دست آمده مادهٔ خالص است؟

ب- تفکیك گازها- تاکنون دراین‌بخش، نحوهٔ تفکیك‌مخلوط چند مایع،مخلوط‌جامد ومایع وبالاخره مخلوط جامد و جامد را بررسی‌کردیم. هرگاه محلولی از یك گاز در مایع داشته باشیم به آسانی و به وسیلهٔ حرارت دادن می‌توان گاز را از مایع جداکرد. لیوان آب سردی راکه به تدریج دمای اتاق را به خود می‌گیرد مشاهده‌کنید. حبابهای ریز هواکه در آب حل شده بود روی دیوارهٔ درونی لیوان آزاد می‌شود. با حرارت دادن بیشتر آب، حبابهای دیگری پدیدآمده و برخی از آنها تا سطح آب بالا می‌روند.

تفکیك مخلوط چندگاز مانندگازهای موجود در هوا به آسانی میسر نیست و به‌کاربرد روشهای پیچیده‌تری نیاز دارد. یك راه مناسب، مایع کردن هوا به وسیلهٔ فشار شدید و سرمای زیاد است. هوای مایع نیز مخلوطی ازچند مایع بوده‌که هر یك دمای جوش‌معینی دارد.بنابراین مانند آنچه‌که در تقطیر نفت دیدیم، می‌توان هوای مایع را از راه حرارت دادن و تقطیر جزء به جزء به‌اجزای اولیهٔ آن تفکیك‌کردویك‌یك گازها را به‌تدریج ودرطبقات مختلف برج‌تقطیربه دست آورد.

هرگاه هوا را مایع‌کنیم و مطابق این روش تقطیر نماییم، اغلب به دو جزء مهم‌می‌رسیم که یکی چوب نیم‌افروخته را به شدت می‌سوزاند و دیگری آن را خاموش می‌کند. گازی‌که باعث سوختن شدید چوب نیم‌افروخته‌می‌شود اکسیژن و گازی‌که آن‌را خاموش می‌کندنیتروژن است. می‌دانیدکه این دوگاز جمعاً در حدود ۹۹ درصد حجم هوا را تشکیل می‌دهند. نسبت نیتروژن درهوا ۷۸ درصد و اکسیژن ۲۱ درصد است. هرگاه بدانیدکه اکسیژن مایع در$-183^{\circ}C$ زیرصفر و نیتروژن مایع در$-196^{\circ}C$ زیرصفر می‌جوشد، کدام یك زودترازهوای مایع جدا شده و تقطیر می‌شود؟ امروزه قسمت اعظم اکسیژن و نیتروژن مورد نیاز صنایع شیمیایی را از راه

مایع کردن هوا و تقطیر جزء به جزء آن به دست می‌آورند.

هر گاه مخلوطی از گاز امونیاك و هوا وجود داشته باشد، چگونه می‌توان آن را تفکیك کرد؟

۵ـ مادهٔ خالص و مخلوط

دراین مبحث ضمن آشنایی با نحوهٔ تشخیص خاصه‌های مواد، طرز تفکیك آنها را از یکدیگر آموختیم. فرض کنید مادهٔ جامدی را مورد بررسی قرار می‌دهیم تا ببینیم آیا می‌توان آن را به دو یا چند ماده تفکیك کرد. در ابتدا آن را در هاونی نرم کرده در آب می‌ریزیم و هم می‌زنیم. مشاهده می‌کنیم که ذراتی از مادهٔ جامد زرد رنگی روی آب شناور شده و مقداری از یك مادهٔ جامد خاکستری نیز ته‌نشین می‌شود. مادهٔ شناور را که وزن حجمی کمتر از یك دارد جدا کرده خشك می‌کنیم و آن را جزء شمارهٔ ۱ می‌نامیم.

مادهٔ ته‌نشین شده را صاف کرده، جامد باقی‌ماندهٔ روی کاغذ صافی را خشك می‌کنیم و آن را جزء شمارهٔ ۲ نامگذاری می‌کنیم. دو جزء جامد به دست آمده را متفاوت می‌دانیم زیرا وزن حجمی آنها یکسان نیست. مایع زلال را حرارت داده تبخیر می‌کنیم تا دربارهٔ امکان وجود مادهٔ حل شده‌ای در آن تحقیق کنیم. پس از تبخیر آب، اندکی جزء جامد سفید رنگی باقی می‌ماند که جنس آن را از اجزای (۱) و (۲) نمی‌دانیم زیرا در آب محلول است. این ماده را جزء شمارهٔ (۳) می‌نامیم. تا حال سه مادهٔ گوناگون را جدا ساختیم. ولی این احتمال وجود دارد که هریك از آنها نیز به اجزای دیگری قابل تفکیك باشند. برای تحقیق در این مورد از روشهای تفکیك دیگر استفاده می‌کنیم. برای مثال ممکن است هر جزء را بر اثر حرارت ذوب کنیم و مایع به دست آمده را تقطیر نماییم تا ببینیم که چند جزء مختلف به دست می‌آید، یا این که درصدد باشیم که آنها را در حلالهای دیگری غیر از آب حل کنیم. فرض کنید ذوب، تقطیر و همچنین حل کردن در الکل و حلالهای دیگر هیچ چیز جدید که خواص دیگری غیر از آنچه که مربوط به مواد (۱) و (۲) و (۳) باشد به دست نداد. روشهای تفکیك دیگر نیز نشانه‌ای از مادهٔ جدید با خواص تازه به وجود نیاورد. در اینجا به این نتیجه می‌رسیم که هر یك از مواد سه گانهٔ نامبرده «مادهٔ خالص» به شمار می‌آید.

حال فرض کنید که کلیهٔ مواد خالص را که بدین وسیله به دست آوردیم روی هم بریزیم و هم بزنیم تا ماده‌ای با همان خاصه‌های مادهٔ اولیه به دست آوریم. دراین مورد می‌گوییم که مادهٔ اولیه «مخلوطی» از چند مادهٔ خالص بوده است.

لازم به یادآوری است که همیشه نمی‌توان با مخلوط کردن اجزای به دست آمده از عمل تفکیك به مادهٔ اولیه برگشت. مخلوط کردن اجزای حاصل از تقطیر هوای مایع مجدداً هوا پدید

می‌آورد ولی مخلوط‌کردن موادگوناگون حاصل از حرارت دادن تراشه‌های چوب، هرگز مارا به چوب نمی‌رساند.

مثال ساده‌تری انتخاب می‌کنیم. می‌دانیدکه اکسید جیوه در شرایط معمولی به صورت گرد نارنجی‌رنگ وجود دارد. ممکن است درصدد باشیدکه دمای ذوب این ماده را تعیین کنید. حرارت دادن اکسید جیوه شما را به دمای ذوب آن نمی‌رساند، این عمل باعث آزاد شدن گاز اکسیژن می‌شودکه چوب نیم افروخته را آتش می‌زند. اضافه براین، قطره‌های ریزی از مایع نقره‌ای رنگ جیوه بر دیوارهٔ درونی لولهٔ آزمایش پدید می‌آید.

مخلوط کردن اکسیژن و جیوهٔ حاصل اکسید جیوهٔ اولیه را به‌وجود نمی‌آورد و هردوجزء جدا ازیکدیگر به‌صورت گاز و مایع باقی می‌مانند.

این آزمایشها و بررسیها می‌رسانندکه بسیاری از خواص یك مخلوط «میانگینی» از خواص مواد تشکیل دهندهٔ آن می‌باشد. مثلا وزن حجمی هوا میان وزن حجمی گاز نیتروژن و گاز اکسیژن است (به‌جدول وزن حجمی موادآخر کتاب رجوع کنید). مخلوط آب و الکل‌بوی الکل را داشته وآتشگیر نیست ولی‌هرگاه نسبت الکل در آن زیاد شود،ممکن است براثرکبریت افروخته آتش بگیرد.

خواص‌اکسید جیوه باخواص هریك ازجیوه‌واکسیژن کاملامتفاوت است. بنابراین‌نمی‌توان همان‌طورکه هوا رامخلوطی از نیتروژن واکسیژن شمرد، اکسید جیوه را نیز مخلوطی ازجیوه و اکسیژن دانست. اکسید جیوه مادهٔ خالصی است‌که نمی‌توان آن را با اغلب روشهایی‌که برای تفکیك مخلوطها به‌کار می‌رود به مواد ساده‌تری تجزیه نمود. هرگاه این ماده به وسیلهٔ حرارت تجزیه شود، نمی‌توان آن را مجدداً و به سادگی از مخلوط‌کردن اجزای حاصل‌به‌دست آورد. چنین ماده‌ای را «مرکب» یا «ترکیب شیمیایی» می‌نامیم.

هرگاه جیوه یا فلزهایی‌چون‌آهن و آلومینیم خالص‌را به تنهایی تا چند هزار درجه‌حرارت دهیم، همگی مایع شده‌و ممکن است تبخیرشوندولی هرگز به مواد ساده‌تری تفکیك‌نمی‌شوند. حرارت اکسید جیوه را به جیوه و اکسیژن‌تجزیه می‌کند ولی حرارت دادن جیوه چیزی به‌جز جیوه نمی‌دهد. از دورهٔ راهنمایی تحصیلی به خاطر داریدکه برخی مواد مانند آب را می‌توان به وسیلهٔ جریان الکتریسیته به مواد ساده‌تری تجزیه‌کرد ولی هرگاه جیوه، یا فلزهای گداختهٔ آهن و آلومینیم را تحت‌تأثیرجریان الکتریسیته‌قراردهیم مواددیگری از آنها به دست‌نمی‌آوریم. مواد خالص‌که نمی‌توان آنها را با روشهای شیمیایی معمولی به اجزای دیگر و ساده‌تر تجزیه‌کرد «مواد ساده» نامیده می‌شوند. مادهٔ ساده از یك عنصر تشکیل می‌یابد و اتمهای یکسان دارد.

از دورهٔ راهنمایی تحصیلی خوانده‌ایدکه ذرات گاز اکسیژن آزاد به صورت مولکولهای دو اتمی(O_2) هستند. گاز اکسیژن ماده‌ای‌است ساده‌که ازعنصر اکسیژن‌ساخته شده وهرمولکول

آن دو اتم از این عنصر دارد. فلز جیوه نیز ماده‌ای است ساده که از عنصر جیوه به وجود آمده و کوچکترین ذرهٔ آن اتم جیوه (Hg) است.

همان‌طوری که می‌دانید تاکنون ۱۰۵ عنصر شناخته شده است. ترکیبات گوناگونی که تاکنون شناخته شده و تعداد آنها از دو میلیون تجاوز می‌کند، ترکیبهای مختلفی از ۹۲ عنصر هستند که در هریك به گونهٔ خاصی گردهم آمده‌اند. در فصل سوم اطلاعات بیشتری راجع به ساختمان ماده و ذرات سازندهٔ آن به‌دست خواهید آورد.

۶ـ خاصه‌های ماده و تغییرات آن

در بررسیها و آزمایشهای گذشته بسیاری از خاصه‌های مواد را مورد توجه قرار دادیم. خاصه‌های گوناگون مواد را می‌توان به دو دستهٔ فیزیکی و شیمیایی طبقه‌بندی کرد. آزمایشهای انجام یافته روی آب، خاصه‌های گوناگونی را نشان داد که نمونهٔ آنها رنگ، طعم، انجماد بر اثر سرما، جوشیدن بر اثر گرما، قابلیت حل کردن نمك و حل نکردن ماسه است. چنین خاصه‌هایی را خاصه‌های فیزیکی می‌گویند.

هر گاه آب را به اندازهٔ کافی سرد کنیم منجمد شده و چون یخ را گرم کنیم مجدداً آب می‌شود. آب، نمك را در خود حل می‌کند و چون محلول را حرارت داده تبخیر کنیم و بخار حاصل را سرد نماییم مجدداً به آب می‌رسیم. تغییرات ظاهری ساده‌ای که روی خاصه‌های فیزیکی انجام می‌گیرد تغییرات فیزیکی نام دارد.

یکی از آزمایشهای انجام یافته روی آب، تجزیه به وسیلهٔ الکتریسیته است. در این عمل آب به دو گاز ئیدروژن و اکسیژن تبدیل می‌شود که خواص کاملا تازه‌ای دارند. خاصه‌هایی که دربارهٔ تبدیل مواد به یکدیگر بحث می‌کند، خاصه‌های شیمیایی نام دارند. آب به زنگ زدن آهن کمك می‌نماید. در این تغییر رطوبت و اکسیژن هوا بر آهن اثر کرده و زنگ قهوه‌ای رنگ آهن را پدید می‌آورند که مادهٔ جدیدی با خواص کاملا تازه است. خاصه‌های شیمیایی یك ماده دربارهٔ قابلیت تبدیل آن به مواد جدید بحث می‌نماید. تغییرات شیمیایی نیز همگام با بررسی خاصه‌های شیمیایی مورد توجه قرار می‌گیرد. در تغییر شیمیایی ماده‌ای به مادهٔ دیگر تبدیل می‌شود. در این تغییر خاصه‌های فیزیکی و شیمیایی مادهٔ اولیه تغییر می‌نماید و ماده یا موادی با خواص جدید پدید می‌آید. نمونه‌های دیگر تغییر شیمیایی سوختن کاغذ یا تبدیل غذا در بدن به مواد دیگری چون گوشت، خون و استخوان است.

تغییرات شیمیایی را معمولا واکنشهای شیمیایی می‌نامند.

تمرین:

۱ــ سه تفاوت اساسی میان تغییرات فیزیکی و تغییرات شیمیایی بیان کنید.

۲ــ تعیین کنید کدام یك از تغییرات زیــر بیشتر جنبهٔ شیمیایی دارد و کدام یك فیزیکی است؟

سوختن کاغذ، پختن تخم‌مرغ، هضم غذا در بــدن، از بین رفتن لکه‌های جوهر و انار به وسیلهٔ داروهای رنگبر، حل‌شدن صابون در آب، لکه گیری لباس به‌وسیلهٔ بنزین، ذوب شدن شمع، حل شدن نمك در آب معمولی و حل شدن فلز روی دراسیدکلریدریك.

۳ــ نواری از مس را در شعلهٔ چراغ حرارت می‌دهیم تا لایهٔ سیاه‌رنگی روی آن را بپوشاند. چگونه می‌توان ثابت کرد که این لایه اکسید مس است؟

۴ــ بر روی مقداری آهك زنده آب می‌ریزیم، این تغییر فیزیکی است یا شیمیایی؟ چرا؟

فصل ۳

مولکولها و اتمها

۱ـ پیش‌گفتار

شکل ۱۵ ـ کودکی درحال تحقیق دربارهٔ ماهیت ماده!

«این: ازچه ساخته شده است؟» پرسشی است که انسان در دوران کودکی و در همهٔ مراحل زندگی به زبان می‌آورد. کودك اسباب بازی خود را تکه‌تکه کرده تااجزای آن را بررسی کند وحس کنجکاوی‌خود را ارضانماید.

همین حس کنجکاوی باعث شدکه انسان طی‌قرون متمادی در بارهٔ ماهیت جهان و مواد پیرامون خود تحقیق کند و به دانستنیهای عظیم واکتشافات خیره‌کننده دست یابد.

دانشمندان ازدیرباز دریافتندکه می‌توان موادمرکب و پیچیده را به اجزای ساده‌ترتجزیه کرد. موادی‌که به هیچ وسیلهٔ شیمیایی قابل تجزیه نبودند عناصر نامیده شدندکه عدهٔ آنها در حال حاضر به ۱۰۵ رسیده است. مواد طبیعی محیط ما را، ترکیبها و مخلوطهایی از این عناصر می‌دانند. دراین‌فصل درصددهستیم که کوچکترین واحدهای‌ساختمانی‌یا ذرات تشکیل‌دهندهٔ عناصر و ترکیبات آنها را بشناسیم.

نظریهٔ‌مربوط به ساختمان ذره‌ای ماده در حدود ۴۰۰ سال‌پیش ازمیلاد به‌وسیلهٔ دموکریت فیلسوف یونانی ارائه شد. اومعتقد بودکه مواد از ذرات بی‌نهایت ریز و غیرقابل تجزیه‌تشکیل یافته است. این ذرات اتم نام‌گرفتند.

اتم از لغت یونانی «Atomos» به‌معنی غیرقابل تجزیه‌گرفته شده است. با وجود این، بحث ومناقشهٔ دانشمندان در مورد این‌که آیامی‌توان ماده را تا بی‌نهایت تقسیم‌کرد یاسرانجام به ذره‌ای غیرقابل تقسیم می‌رسیم، ادامه یافت. چون تحقیق دانشمندان دربارهٔ چیزی‌بی‌نهایت کوچك و غیرقابل رؤیت بودکه با قویترین میکروسکوپها نیز نمی‌توان آن را مستقیماً مشاهده کرد، از این‌رو قضاوت برله یا علیه خاصیت ذره‌ای ماده، کار آسانی نبود. تنها راه دانشمندان

برای حل این مشکل جمع‌آوری اطلاعات و مشاهدات گوناگونی بود که در پیشنهاد فرضیه یا طرح مناسب برای تفسیر واقعیتها و مشاهدات نامبرده و نیز برای پیشگویی دربارهٔ مسائل دیگر یاری نماید.

طرح پیشنهادی دانشمندان نظریه (تئوری) یا مدل ذره‌ای ماده نام گرفت.

۲ـ ماهیت ذره‌ای ماده

هنگامی که به یك میلهٔ فولادی خیره می‌شوید یا آب را به تدریج در ظرفی می‌ریزید و بالاخره به صدای خروج باد از سوراخ کوچك بادکنك گوش کنید، چنین به‌نظر می‌رسد که ماده یکپارچه و اتصالی است وازذرات جداگانه (یا منفصل) تشکیل نیافته است.

اما انبوه دیگری از شواهد و آزمایشهای دقیق، چیز دیگری را می‌رسانند. به مثالها و آزمایشهای زیر توجه کنید:

۱ـ هر گاه یك دانهٔ بلور پرمنگنات پتاسیم را درلیوان آبی بیندازیم، پس از مدتی همهٔ آب به طور یکنواخت رنگین می‌شود.

۲ـ یك قطرهٔ کوچك نفت یا روغن سطح وسیعی از آب را فرا می‌گیرد.

۳ـ دریك استوانه مدرج تا درجه معینی آب می‌ریزیم. هر گاه مقداری نمك طعام را درآن حل کنیم حجم محلول تغییرمحسوسی نخواهد کرد.

۴ـ هر گاه یك دانه کوچك ید را در یك بالون بیندازیم و آن را کمی گرم کنیم فضای درون بالون به‌رنگ بنفش درمی‌آید.

۵ـ هر گاه قطره‌ای عطر را در بادکنك کوچکی بریزیم و آن را بادکنیم ومحکم ببندیم، آن گاه آن رابر دهانهٔ یك لیوان خالی قرار دهیم، پس از چند لحظه بوی عطر در لیوان ظاهر می‌شود.

۶ـ یك تکه یخ براثر گرما ذوب می‌شود و سپس به‌بخار تبدیل می‌گردد.

برای توجیه مشاهدات فوق، مُدل ذره‌ای ماده پیشنهاد شده است.

اولین آزمایش نشان می‌دهد که رنگ پرمنگنات پتاسیم به طور یکنواخت در آب منتشر می‌شود. انتشار یکنواخت رنگ را هنگامی می‌توان تفسیر کرد که چنین پنداریم که این مادهٔ رنگین از ذرات بسیار کوچك و مشابهی تشکیل شده باشد. دومین آزمایش نیز کوچکی بی‌نهایت زیاد ذرات نفت و روغن را نشان می‌دهد. در آزمایش سوم، ناپدید شدن نمك درآب، هنگامی قابل توجیه است که چنین فرض کنیم که هم نمك و هم آب از ذرات بی‌نهایت ریزی تشکیل یافته‌اند و هریك ازآنها درمجاورت یکدیگر آرایش تازه‌ای به‌خود می‌گیرد تا حداکثر استفاده را ازفضای

موجود میان ذرات بنماید.

تمرین:

۵۰ سانتیمتر مکعب الکل سفید و خالص را با ۵۰ سانتیمتر مکعب آب مخلوط‌کرده‌ایم، حجم نهایی محلول تقریباً ۹۷ سانتیمتر مکعب شده است. این پدیده را چگونه تفسیر می‌کنید؟

در آخرین مثال دیدیم که تکه یخ براثر گرما ذوب می‌شود وسپس به‌بخار تبدیل می‌گردد. یك لیتر آب بر اثر گرما و جوشیدن تقریباً به ۱۷۰۰ لیتر بخار آب تبدیل می‌شود. می‌دانید که یك گرم آب یك سانتیمترمکعب حجم دارد. وقتی این مقدار آب به بخار تبدیل می‌شود حجم آن تقریباً به ۱۷۰۰ سانتیمتر مکعب بخار تبدیل می‌گردد. در اینجا چه تغییری روی فاصلهٔ میان ذرات آب پدید می‌آید؟ آیا می‌توان گفت که ذرات آب باکسب انرژی گرمایی، جنب و جوش بیشتر می‌یابند و حجم بیشتری اشغال می‌کنند؟ وزن حجمی بخار حاصل چیست؟ چرا تفاوت‌وزن حجمی گازها و مایعات زیاد است؟

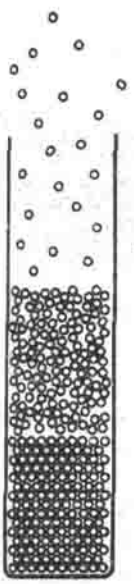
فلز نقره در ۹۶۰°C ذوب‌می‌شود. دراین‌دماوزن‌یك‌سانتیمتر مکعب فلز جامد ۹/۳۰ گرم و وزن یك سانتیمتر مکعب فلز مذاب ۸/۸ گرم می‌شود .

آیاتفاوت وزن حجمی‌نقرهٔ جامد ومایع زیاد است؟ آیاتغییر حجم نقره از حالت جامد به مایع زیاد بوده است؟

آیا می‌توانید بگویید که فاصلهٔ میان ذرات نقره هنگام تغییر حالت جامد به مایع تغییر مهمی کرده است ؟

هرگاه نتوان علت اصلی تفاوت جامد و مایع را در تغییر فاصله میان‌ذرات دانست، پس این تفاوت را در چه عامل دیگری بایدجستجوکرد ؟

شکل‌روبه‌رو طرحی از آرایش ذرات رادر حالتهای جامد، مایع و بخار نشان می‌دهد.



شکل ۱۶ - ذرات ماده درسه‌حالت جامد، مایع و بخار

۳- تئوری اتمی دالتون

قبلاگفته شدکه مفهوم‌اتم به عنوان ذرات ریز ماده‌که غیر قابل تجزیه است، قرنها

شکل ۱۷- جان دالتون

پیش از این مطرح شده بود. حالا شما با استفاده‌ازمشاهدات‌وتجربیات آزمایشگاهی به صورت روشن‌تر و بهتری به ماهیت ذره‌ای ماده و رفتار ذرات در حالتهای گوناگون جامد، مایع‌و گازپی‌می‌برید. در این‌مورد بجاست‌که نظری‌به گذشتهٔ‌نزدیك افکنده و فعالیت و تلاشهای جان‌دالتون دانشمند انگلیسی را برای احیا و گسترش تئوری قدیمی دموکریت و تحقیقات دانشمندان و فلاسفهٔ بعدی اسلام واروپا که کم و بیش به خاصیت‌ذره‌ای معتقد بودند ، توجه‌کنیم.

جان دالتون در سال ۱۷۶۶ از یك خانوادهٔ فقیر در دهکدهٔ کوچکی در ناحیهٔ کمبرلند انگلستان چشم به جهان‌گشود. تحصیلات او در مدرسهٔ دهکده بود. ازکودکی به تحصیل علم و ریاضی‌عشق می‌ورزید ودوران زندگی خود را به معلمی و استادی گذراند. او در سال ۱۸۰۸ بااستفاده از شواهد و نتایج تحقیقات خود و دیگران و با روش علمی و استدلالی، تئوری اتمی خود را به عنوان مدلی برای توجیه و تفسیر واقعیتهای مشاهده شده بیان کرد. خلاصهٔ تئوری اتمی‌دالتون به قرار زیر بود:

۱ــ عناصر از ذرات بی‌نهایت ریزی تشکیل یافته‌اند که اتم نام دارند.

۲ــ اتمها غیرقابل تجزیه هستند و از بین نمی‌روند .

۳ــ اتمهای یك عنصر یکسان بوده و وزن واحدی دارند.

۴ــ اتمهای عناصر گوناگون وزنهای متفاوت دارند.

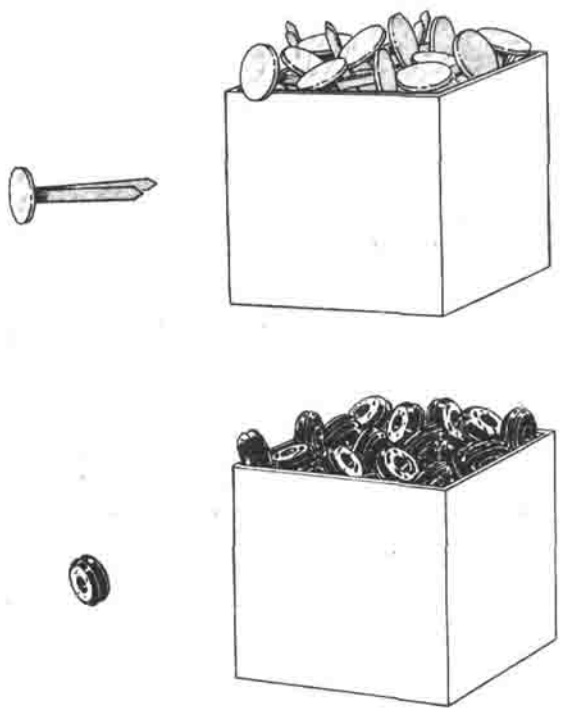
۵ــ در تشکیل مواد مرکب از عناصر، اتمهای سادهٔ آنها با یکدیگر ترکیب می‌شوند و بنا به‌گفتهٔ دالتون «ذرات مرکب» را پدید می‌آورند. دومطلب اساسی و جدیدی راکه دالتون در تئوری خود بیان‌کرد این بودکه: ۱ــ اتم هر عنصری وزن به خصوصی دارد. ۲ــ ترکیب شیمیایی بین اتمهای عناصر انجام می گیرد.

مدل یا تئوری اتمی دالتون بسیاری از واقعیتها را در آن زمان توضیح داد ولی هرگز نتوانست‌که به‌کلیهٔ سؤالات پاسخ‌گوید. دانشمندان دیگر دنبالهٔ تحقیقات دالتون راگرفتند و با اجرای اصلاحاتی در مدل پیشنهادی او (مانند پیشنهاد مولکول به جای ذرهٔ مرکب) مفاهیم

جدیدی چون مولکول ویون را نیز که اضافه بر اتم‌حکم کوچکترین ذرات سازندهٔ مواد رادارند، ارائه دادند. در آینده اطلاعات بیشتری دربارهٔ این ذرات به دست خواهید آورد.

۴ـ مدلی برای نمایش اتمها وخاصه‌های مواد

چون اتمها بی‌نهایت ریز هستند و درك خاصه‌های آنها با توجه به تئوری اتمی دالتون مشکل است بجاست که از مدلی که اتمها را به گونه‌ای قابل تصور درآورد استفاده کرد. در این مدل اتمهای دو عنصر A و B را به وسیلهٔ گیره‌ها و حلقه‌ها نمایش خواهید داد. اتمهای عنصر A گیره‌های برنجی معمولی هستندکه برای بستن توده‌های کاغذ به کار می‌روند. اتمهای عنصرB نیز حلقه‌های لاستیکی یا واشرهای شیر آب می‌باشند.



شکل۱۸ ـ گیره‌ها و حلقه‌ها، نمایشی برای اتمهای دوعنصر

مطابق شکل می‌بینیدکه همهٔ گیره‌ها یکسان هستند و این بدین معنی است که اتمهای یك عنصر (عنصر A) مانند هم بوده و همهٔ نمونه‌های آن‌خاصه‌های یکسانی دارد.

حلقه‌ها نیز همگی یکسان هستند ولی با گیره‌ها تفاوت دارند و این می‌رساندکه اتمهای عنصر B نیز همانند هستند ولی با اتمهای عنصر A تفاوت دارند. با قرار دادن گیره‌ها در حلقه‌ها ترکیبی از دو عنصر A و B ساخته می‌شودکه‌فرمول آن AB می‌باشد. در این عمل تعداد گیره‌ها

و حلقه‌ها، همچنین مادهٔ سازندهٔ هر یك از آنها تغییر نمی‌کند و این بدین معنی است که اتمهای عناصر در یك تغییر شیمیایی از بین نمی‌روند و یك ترکیب از هیچ‌به وجود نمی‌آید.

شکل ۱۹- ساختن ترکیب AB

این اتمها با تغییر آرایش خود مواد جدیدی می‌سازندکه همان تعداد و همان وزن اتمهای اولیه را دارند. با تفکیك یا تجزیهٔ مادهٔ جدید AB مجدداً به دو عنصر اولیهٔ A و B می‌رسیم که باز هم خاصه‌های آنها مانندگذشته است.

هرگاه عنصر A جیوه و عنصر B اکسیژن باشد، ازگرما دادن آنها اکسید جیوه به دست می‌آیدکه ترکیب جامد قرمز رنگی است. گرمای شدیدترمجدداً این ماده را به دوعنصر اولیهٔ جیوه و اکسیژن تجزیه می‌نماید.

وزن کلیهٔ گیره‌های خود را با ترازو تعیین کنید سپس همهٔ آنها را با حلقه‌ها متصل کنید به طوری کـه هر حلقه روی یك گیره قرار گیرد. وزن مدل حاصل چقدر است؟ آیا با دانستن وزن یك گیره، می‌توان تعداد کل گیره‌هـا را در این آزمایش مشخص کرد؟ نسبت وزن گیره‌ها به وزن حلقه‌ها در این آزمایش چقدر است؟ این نسبت را بـا نسبت گیره‌ها به حلقه‌ها در آزمایش‌های دیگر مقایسه کنید. آیا این نسبت به مقادیر گوناگون گیره‌ها و حلقه‌هایی که نزد گروههای دیگر دانش‌آموزان بود بستگی دارد، یا این‌که در همهٔ آزمایشها ثابت است؟

در این آزمایش شما به یکی از قوانین مهم شیمی رسیدیدکه آن را قانون نسبتهای ثابت در یك ترکیب می‌نامند. مطابق این قانون، دو عنصر، در یك ترکیب معین، همیشه به نسبت‌وزنی ثابت‌ترکیب می‌شوند،به زبان دیگرهر مادهٔ شیمیایی دارای نسبت‌ترکیب ثابت وتغییر ناپذیری‌است.

تمرین:

۱- آیا آزمایش گیره‌ها و حلقه‌ها تصوری نسبت به اختصاصی بودن شکل اتمهای گوناگون و ترکیبات آنها می‌دهد؟

۲- در آزمایش تجزیهٔ الکتریکی آب، نسبت وزن ئیدروژن‌به اکسیژن در همهٔ نمونه‌های آزمایش شده، ثابت و برابر ۱ گرم به ۸ گرم است. چگونه نتیجهٔ این آزمایش را با مدل اتمی ماده و قانون نسبتهای ثابت توجیه می‌کنید؟

۳- آزمایشهای ترکیب گوگرد و آهن نشان می‌دهدکه این دو عنصر همیشه به نسبت ثابت ۴ گرم گوگرد به ۷ گرم آهن ترکیب می‌شوند. تعیین کنیدکه چند درصد وزن سولفید آهن حاصل گوگردو چند درصدآن‌آهن است؟

حال آزمایشی دیگر با گیره‌ها و حلقه‌ها:

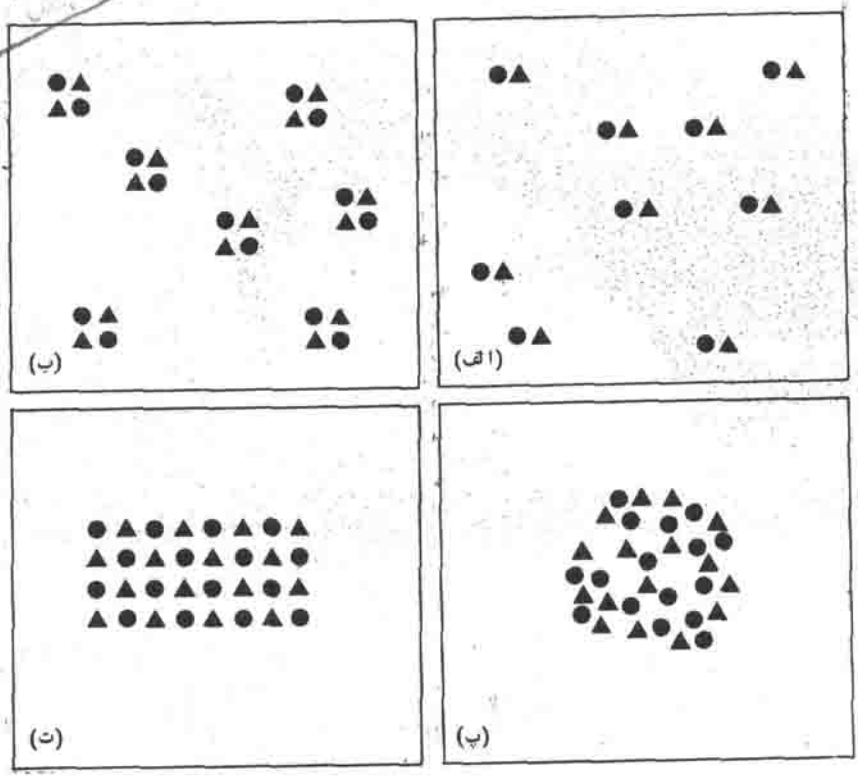
ترکیب AB یکی از ترکیبهای متعددی است که می‌توان آنها را از دو عنصر A و B به دست آورد . برای مثال، می‌توان مادهٔ کاملا متفاوتی از ترکیب دوحلقهٔ B و یک گیرهٔ A ساخت. فرمول این ترکیب جدید AB_2 است .

شکل ۲۰ - ساختن ترکیب AB_2

عدد « ۲ » در این فرمول نشان می‌دهد که در این ترکیب ۲ اتم B در مقابل یک اتم A وجود دارد . هر گاه گروههای متعدد دانش‌آموزان ، مقادیر گوناگونی از ترکیب جدید AB_2 را بسازند، آیا نسبت ترکیب عنصر B به عنصر A در این ماده نیز ثابت است؟ آیا این ترکیب نیز ازقانون نسبتهای ثابت تبعیت می‌کند؟ ساختمان این ترکیب چه شباهتی با آب دارد؟

۵ـ مولکولها

بررسیهای سابق ما دربارهٔ ساختمان ذره‌ای ماده، کلی و براساس تئوری اتمی بوده است. در این مبحث به نحوهٔ قرارگرفتن ذره‌ها کنار یکدیگر وتشکیل مواد معمولی می‌پردازیم. می‌دانیم



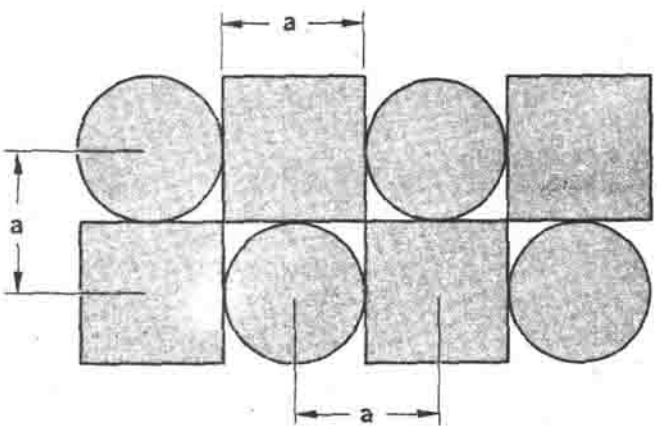
شکل ۲۱ ـ احتمالات گوناگون ساختمان ماده‌ای که تعداد یکسان از اتمهای A و B دارد.

که در یك ترکیب که شامل دو عنصر A و B است، اتمها طوری کنار یکدیگر قرار می‌گیرند که به ازای هر یك اتم A یك اتم یا تعداد بیشتری از اتمهای B وجود دارد. احتمالات گوناگون آرایش اتمها در این ترکیب چگونه است ؟

شکل صفحهٔ قبل چند احتمال مختلف راجهت تشکیل ترکیبی که شامل تعداد یکسان از اتمهای دو عنصر است نشان می‌دهد.

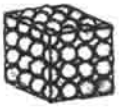
در شکل (الف)، اتمهای دوعنصر به صورت جفت جفت درآمده که فاصله‌های قابل‌توجهی میان آنها وجود دارد. در شکل (ب) اتمها گروههای چهاراتمی تشکیل داده‌اند. در شکلهای (پ) و (ت)، دیگر نمی‌توان گروهها یا مجموعه‌هایی از چند اتم با تعداد معین تشخیص داد ولی در هر نمونه تعداد اتمهای دوعنصر یکسان است. حال باید این سؤال راکرد که کدام یك از این آرایشها نشان دهندهٔ ساختمان واقعی یك مادهٔ شیمیایی است؟

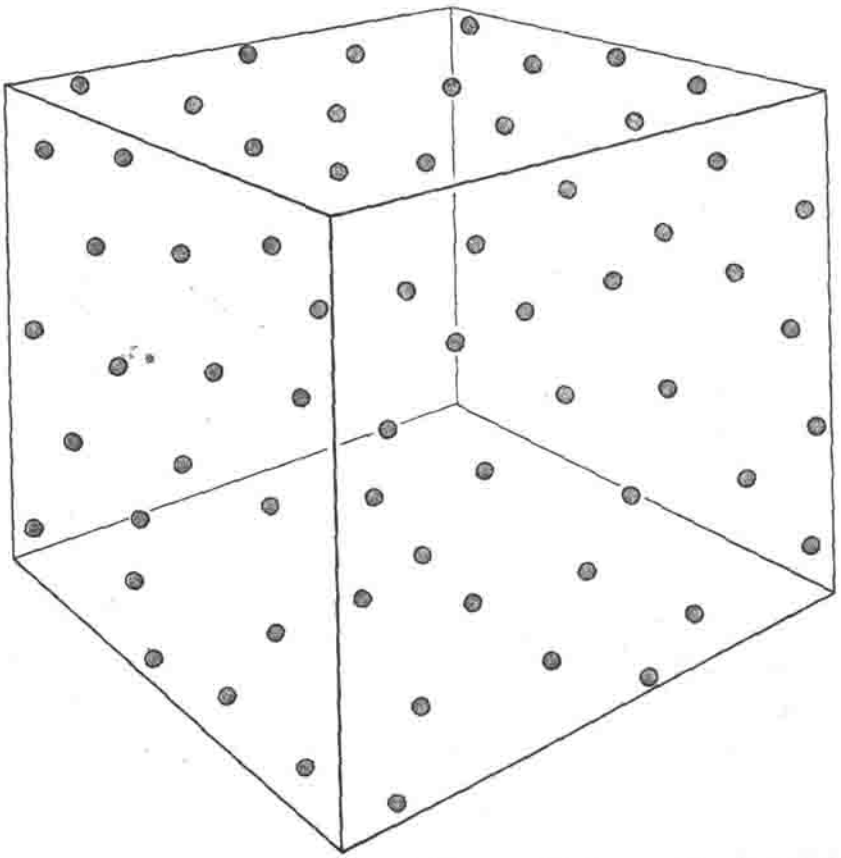
برای پاسخ به این سؤال باید اطلاعات بیشتری در بارهٔ ماده داشته باشیم. همگی با نحوهٔ استفاده از تلمبه به‌منظور بادکردن لاستیك دوچرخه وتوپ آشنا هستیم در این عمل حجم بزرگی از هوا را در فضای خیلی کوچك جای می‌دهیم . این واقعیت برای همهٔ گازها صدق می‌کند. حال ببینید آیا می‌توان حجم یك بلور مکعب‌شکل نمك طعام را حتی به اندازهٔ یك درصد حجم اولیه کاهش داد ؟ انجام این کار بی‌نهایت دشوار است. یك مکعب مسی نیز همین وضع را دارد. در اینجا باید گفت که گازها قابل فشرده شدن و کاهش یافتن حجم بوده ولی جامدها چنین خاصه‌ای را ندارند. برای توجیه این خاصه‌ها باید چنین فرض کرد که اتمها مانند اشیای کوچك وسختی هستند که حجم آنها ثابت وپایدار است. اتمها درمواد جامد به یکدیگر نزدیك بوده وبا یکدیگر تماس دارند و این بدان معنی است که فاصلهٔ میان مراکز دو اتم مجاور برابر اندازه‌های آنها می‌باشد و ازاین نظر جامدات قابل فشرده شدن نیستند.



شکل ۲۲ــ فاصلهٔ بین مراکز اتمهای مجاور در یك مادهٔ جامد.

دریك گاز، چنین شرایطی وجود ندارد و ذره‌ها با یکدیگر تماس ندارند. فاصلهٔ میان‌ذره‌ها نسبت به اندازهٔ آنها بسیار زیاد بوده و می‌توان فاصله را با افزایش فشارکاهش داد. بنابراین گازها قابل فشرده شدن هستند.





شکل۳۴-جعبهٔ بزرگ حجم معینی ازگاز هلیم را نشان می‌دهد. گویچه‌های کوچك درون جعبهٔ کوچك نمایندهٔ اتمهای هلیم هستند. با مایع‌کردن این‌گاز، اتمهای هلیم‌گرد هم‌آمده و حجم‌کوچکی را اشغال می‌کنندکه به وسیلهٔ جعبهٔ کوچکی در یك‌گوشه از شکل نشان داده شده است.

بااین ترتیب بایدگفت‌که چنانچه ترکیب ABجامدیا مایع باشد، می‌توان مطابق‌شکلهای پ و ت نشان داد وهر گاه گازباشد، باید آن را مطابق شکلهای الف و ب دانست. مجموعه‌هایی از ماده‌که شامل تعداد ثابت و مشخص اتم است (مانند شکلهای الف و ب صفحه ۳۵) مولکول آن ماده نامیده می‌شوند. مولکول یك مادهٔ مرکب‌همواره ازتعداد مشخص اتم تشکیل یافته‌است. تنها مواد مرکب نیستندکه از مولکول تشکیل شده‌اند. اتمهای یك عنصر نیز می‌توانند

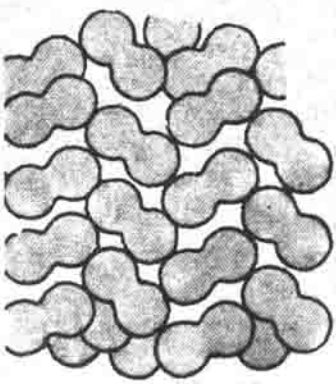
مجموعه‌ها یا مولکولهایی به وجود آورند که در هر مجموعه فقط یك نوع اتم وجود دارد.

در دروس گذشته دیدید که گاز ئیدروژن از مجموعه های دو اتمی تشکیل یافته و به همین علت آن را به صورت H_2 می‌نویسند. اتمهای یدگازی شکل نیز مجموعه‌های دو اتمی تشکیل می‌دهند و فرمول آن را I_2 می‌دانند. مولکول مادهٔ مرکبی چون بخارآب (H_2O) نیزشامل ۳اتم ئیدروژن ویك‌اتم اکسیژن‌است. اتمهای گازهلیم‌مجموعه‌ها یا گروههای چنداتمی تشکیل‌نمی‌دهند.

هر گاه ذره‌های یك مادهٔ جامد مانند شکل ۲۲ باشند، دیگر نمی‌توان بحث مجموعه‌ها یا مولکولها را در بارهٔ آنها پیش‌کشیدمگر آن‌که همهٔ بلور جامد را یك مولکول غول‌آسا بدانیم‌که شامل هزاران ذره همجوار می‌شود. تنها اطلاعی که از فرمول چنین ماده‌ای به دست می‌آید پی بردن به نسبت ثابتی است‌که میان اتمهای مختلف آن وجود دارد. برای مثال، فرمول نمك‌طعام (NaCl) هنگامی‌که برای مادهٔ جامد آن اطلاق شود، می‌رساندکه بلور این ماده شامل تعداد مساوی از ذره‌های سدیم و کلر است.

حال‌هرگاه‌کلریدسدیم رابه شدت‌گرما دهیم، ذوب‌می‌شود ومایع آن‌در°C۱۴۰۰می‌جوشد. بخار حاصل را مولکولهای منفردکلرید سدیم تشکیل می‌دهندکه می‌توان فرمول NaCl را به درستی برای آنها نوشت. هر مولکول ازاین بخار یاگاز از یك اتم سدیم و یك اتم‌کلر به‌وجود آمده است.

بررسی دقیق‌تر جامدها می‌رساندکه آنها نسبت به‌گازها غیرقابل فشرده شدن هستند ولی برخی جامدها را می‌شناسیم‌که تا اندازه‌ای نسبت به جامدهای دیگو قابل فشرده شدن‌می‌باشند. این مطلب می‌رساندکه دراین نوع جامدها، همهٔ اتمها با یکدیگر تماس‌کامل ندارند ومیان خود مجموعه‌ها یا مولکولهایی به وجود می‌آورند. وجود فضاهای خالی میان‌این مولکولها می‌تواند توجیه مناسبی برای قابلیت فشرده شدن جزئی آنها باشد.



شکل ۲۴-شبکهٔ بلوری یُد

برای‌مثال‌باید گفت‌که‌بلورهای‌ید نسبت‌به‌بلورهای‌فلز مس آمادگی بیشتری‌برای فشرده شدن دارد.دلایلی دردست‌است‌که نشان می‌دهدکه بلورهای ید از مولکولهای دو اتمی تشکیل یافته است. آرایش این مولکولها کنار یکدیگر (شبکهٔ بلوری) ید را مطابق شکل ۲۴ به وجود می‌آورد.

معمولا مولکول را به صورت زیر تعریف می‌کنند:

مولکول کوچکترین ذره مادهٔ مرکب یا ساده است‌که می‌تواند به صورت مستقل وجود داشته باشد.آیا شکل بلورهای ید (شکل ۲۴) با این تعریف تطبیق می‌نماید؟

مایعها نیز نسبت به‌گازها غیرقابل‌فشرده شدن بوده ولی نسبت به جامدها آمادگی‌بیشتری

برای فشرده شدن دارند. نتیجه‌ای که ازاین خاصه به دست می‌آید آن است که مایعها نیز ساختمان مولکولی دارند.

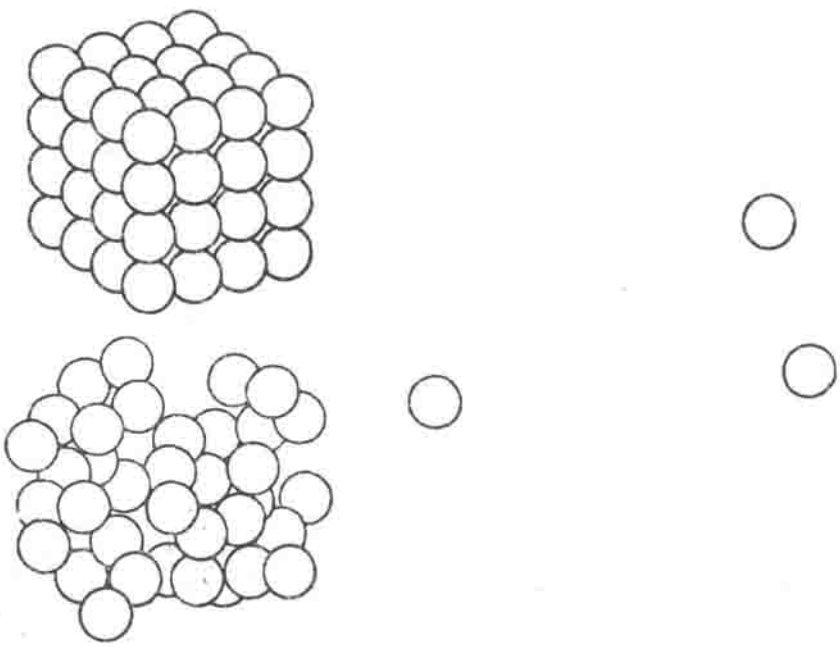
تمرین:

۱ـ چرا بحث دربارهٔ مولکولهای جامدها مشکل‌تر از گازهاست ؟

۲ـ چه دلیل عملی برای ساختمان مولکولی برخی جامدها دارید؟

۳ـ در کنار سه شکل ۲۵ چند جمله‌ای در بـارهٔ حالت ماده، انباشتگی ذره‌ها و امکانات جنبش آنها بنویسید .

۴ـ هر گاه مایعی جامد شود، چه تغییری در آرایش ذره‌های آن روی می‌دهد؟ وزن حجمی آن چگونه تغییر می کند؟



شکل ۲۵

۵ـ هر گاه دو قطره الکل روی دست خود بریزید، در محل تبخیر آن احساس سرما می کنید. چگونه این پدیده را با خاصیت ذره‌ای ماده و جنبش ذره‌های آن توجیه می کنید؟

فصل ٤

محلولها . اسیدها . بازها

۱ـ پیش‌گفتار

در گذشته اطلاعات پراکنده وفراوانی دربارهٔ محلولها، اسیدها و بازها به‌دست آوردیدکه دراین بخش ضمن یادآوری آنها، به‌دانستنیهای جدیدی نیز خواهیم رسید.

می‌دانیدکه محلول نوعی مخلوط است. اغلب محلولهای معمولی نیز شامل مواد جامد حل شده درآب است. یك حبه‌قند را درلیوان آبی بیندازید و آن را بدقت مشاهده‌کنید. قند به‌تدریج کوچك می‌شود و سرانجام ناپدید می‌گردد. چیزی‌که در اینجا باقی می‌ماند محلول قند است. حبه قند از گردآمدن میلیونها میلیون مولکول تشکیل یافته‌که هنگام حل‌شدن ازیکدیگر جدا می‌شوند و میان مولکولهای‌آب ناپدید می‌گردند. حل‌شدن قند را درآب یك واکنش فیزیکی می‌دانید زیرا معتقد هستیدکه واکنش شیمیایی قابل‌توجهی روی نداده و مواد جدیدی پدید نیامده است. شیرینی آب‌گواه براین است‌که هنوز قند را دراختیار دارید. برای بدست آوردن مجدد قند چه‌راهی به نظرتان می‌رسد؟

شربت‌قند نوعی‌محلول است. دراین‌بخش انواع محلولها وخواص آنها را بررسی خواهید کرد. در پایان نیز خواص محلولهای اسیدی‌وبازی را مورد توجه قرار می‌دهید و به راهی برای تشخیص قدرت اسیدها و بازها دست خواهید یافت.

۲ـ قابلیت حل‌شدن

ازعلوم دوره‌راهنمائی به‌یاد دارید که برای تشخیص دو ماده‌ازیکدیگراز خاصه هایی چون وزن حجمی، دمای انجماد ودمای‌جوش استفاده می کردید. چون تعیین دماهای انجماد وجوش برای برخی مواد مشکل است (برای مثال، دمای انجماد الکل معمولی $-۱۱۷^{\circ}C$ و دمای جوش نمك‌طعام $۱۴۱۳^{\circ}C$ است)، ازخاصهٔ دیگری که بررسی آن آسانتر است استفاده می کنیم. قابلیت حل شدن یکی دیگر ازخاصه‌های ویژهٔ مواد است که از ماده‌ای تا مادهٔ دیگر تفاوت دارد. هر گاه مقداری جوش‌شیرین (بیکربنات سدیم) را درآب بریزید، قسمتی ازآن حل‌می‌شود و باقیمانده ته‌نشین می گردد. هم‌زدن متوالی در حل‌شدن مادهٔ ته‌نشسته کمکی نمی کند. چون مقدار بیشتری آب اضافه‌کنید، همهٔ جوش‌شیرین حل‌می‌شود. ازاین آزمایش نتیجه می گیریم که جرم جوش‌شیرین حل شده در آب را به‌تنهایی نمی‌توان جزء خاصه‌های ویژهٔ این ماده دانست. دراین مورد باید مقدار آب را نیز مشخص نمود. اگر حجم آب را ثابت بگیریم وجرم ماده‌ای راکه می‌توان در آن حل نمود تعیین‌کنیم، راهی برای مقایسهٔ موادگوناگون پیدا خواهیم کرد. جرم ماده‌ای که در ۱۰۰ گرم آب حل شود، قابلیت حل‌شدن آن‌ماده نامیده می‌شود. قابلیت حل‌شدن یك‌ماده در دمای معین یکی از خاصه‌های ویژهٔ آن ماده است.

۳ـ غلظت

جرم ماده حل شده برحسب گرم‌که در یك لیتر محلول وجود دارد غلظت محلول نامیده می‌شود. مثلا می گویندکه غلظت محلولی ازنمك طعام برابر ۲۰ گرم درلیتراست. هر گاه یك‌لیتر از این محلول را به ملایمت گرما دهیم تا کاملا تبخیر شود ۲۰ گرم نمك بر جا می‌ماند.

تأثیر دما برقابلیت حل‌شدن مواد

می‌دانیدکه آب جوش مقدار بیشتری قند حل‌می کند تا آب سرد. به‌عبارت دیگر قابلیت حل شدن یك ماده بادمای محلول ارتباط دارد.

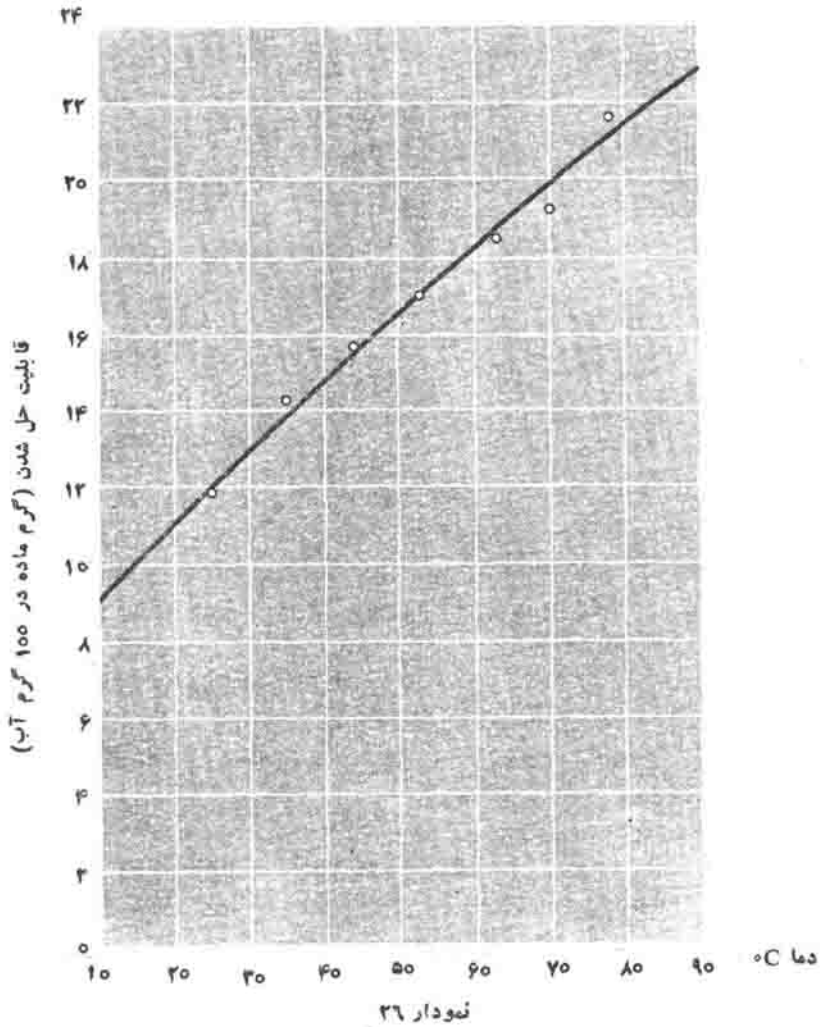
دراینجا باید پرسیدکه چگونه قابلیت حل‌شدن موادگوناگون بادمای مایع تغییرمی کند؟ به زبان دیگر سردکردن و گرم‌کردن مایع چه‌اثری برمقدار مادهٔ حل‌شدنی دارد؟

آزمایشـ مواد مورد نیاز: دولولهٔ‌آزمایش، بشربزرگ، نیترات‌پتاسیم جامد وکلریدسدیم.

۱۰ گرم نیترات‌پتاسیم و ۱۰ گرم‌کلریدسدیم را جداگانه در دو لولهٔ‌آزمایش‌که هر یك محتوی ۱۰سانتیمتر مکعب آب است بریزید وآنها را در بشر محتوی آب قرار دهید. لوله‌ها را برای چند دقیقه به‌ملایمت تکان دهید تا محلولها به‌حد سیرشدن برسند. چگونه به‌این‌امرپی‌می برید؟ بشر را روی چراغ‌گازگرما دهید تا به دمای جوش نزدیك شود. لوله‌ها را تکان دهید چه مشاهده

می‌کنید؟ آیا قابلیت حل‌شدن این دو نمک با افزایش تدریجی دمای آب بطور یکسان زیاد می‌شود؟ هر گاه چراغ گاز را خاموش کنید و لوله‌ها را زیر شیر آب سرد کنید، چه روی می‌دهد؟ آزمایش را انجام دهید تا صحت پیشگویی خود را بیازمایید.

نمودار زیر نتیجهٔ آزمایشی را با نمک سولفات پتاسیم نشان می‌دهد. قابلیت حل شدن این نمک در دماهای گوناگون به‌همان روشی که شما انجام دادید، تعیین شده است.

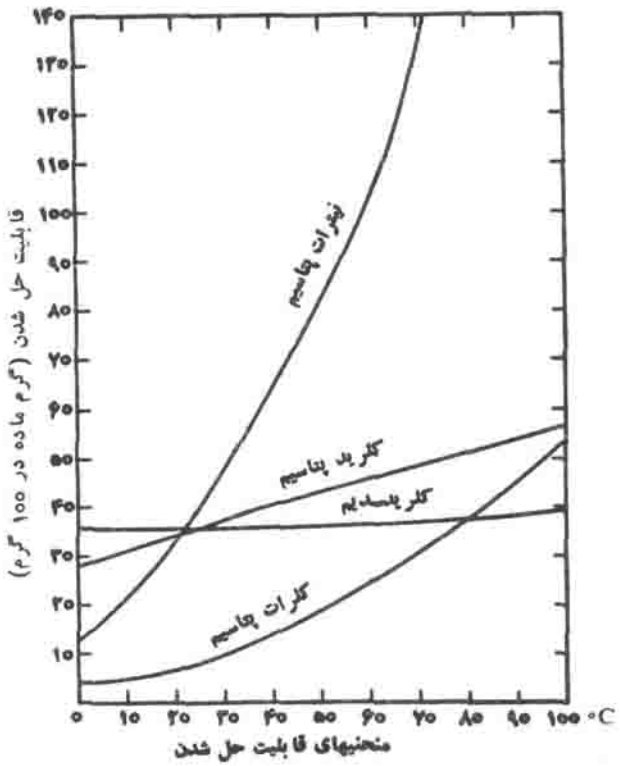


نمودار ۳۶

فرض کنید ۲۰ گرم سولفات‌پتاسیم را در ۱۰۰ سانتیمترمکعب آب ۸۰ درجه سانتیگراد حل کرده‌ایم. آن‌گاه محلول را تا دمای $25^{\circ}C$ سرد کرده‌ایم. نمودار نشان می‌دهد که آب ۲۵ درجه سانتیگراد فقط ۱۲ گرم سولفات‌پتاسیم را به‌صورت محلول درخود نگاه‌می‌دارد. بنابراین هنگام سرد

شدن، بلورهای کوچك سولفات‌پتاسیم ازمحلول جدا می‌شود ودرته ظرف جمع می‌گردد. بلورهای مادهٔ جامدی که بدین‌صورت از محلول سیرشده جدا می‌شود رسوب نام دارد. جرم رسوب سولفات پتاسیم دراین آزمایش گرم ۸ = ۱۲ -- ۲۰ می‌شود.

نمودار زیر قابلیت حل شدن چند مادهٔ جامد دیگررا در دماهای گوناگون نشان می‌دهد.



نمودار ۲۷

با استفاده ازاین نمودار اثرافزایش دما را برقابلیت حل شدن کلریدسدیم ونیترات پتاسیم مقایسه کنید. تعیین کنید هرگاه ۱۰۰ سانتیمترمکعب محلول سیر شدهٔ نیرات‌پتاسیم را از ۷۰ درجهٔ سانتیگراد تا ۲۰درجهٔ سانتیگراد سردکنیم، چه‌مقدار بلور ازمحلول جدا می‌شود وبه‌صورت رسوب آشکار می‌گردد؟

یونها و هدایت الکتریکی درمحلولها

آزمایش- ابزار و مواد مورد نیاز: باطری ۶ ولت، لامپ کوچك ۶ ولت با سرپیچ آن، دو الکترود زغـال، سیم رابط، بشر ۵۰ سانتیمتر مکعبی، محلول چند مـادهٔ شیمیایی موجود در

جدول زیر.

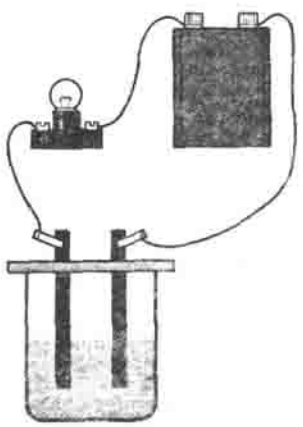
مداری مطابق شکل ترتیب می‌دهیم تا رسانایی الکتریکی محلول موادگوناگون را با آن امتحان کنیم. الکترودهای زغال را در دوسوراخ تعیه شده دریك تکه چوب فرو می‌بریم تا فاصلهٔ میان آنها درطول آزمایش ثابت باشد.

محلولی که جریان الکتریسیته را به‌خوبی رسانا می‌باشد و روشنایی‌زیاد درچراغ پدید می‌آورد الکترولیت قوی می‌نامیم. محلولی که رسانای برق نیست غیر الکترولیت وبالاخره محلولی که تا اندازهٔ کمی جریان الکتریسیته را عبور می‌دهد الکترولیت ضعیف می‌دانیم.

نتایج آزمایش را در جدول زیر بیان کنید:

محلول	شدت روشنایی چراغ		
	زیاد	کم	خاموشی
آب			
محلول نمك طعام ($NaCl$)			
محلول سولفات مس ($CuSO_4$)			
محلول اسیدکلریدریك (HCl)			
محلول سود سوزآور ($NaOH$)			
محلول اسید استیك یاجوهر سرکه (CH_3COOH)			
محلول آب‌آهك			
الکل معمولی			
محلول قند			

باتوجه به‌نتایج آزمایش، محلولهای نامبرده فوق را به سه دستهٔ الکترولیت قوی، ضعیف و

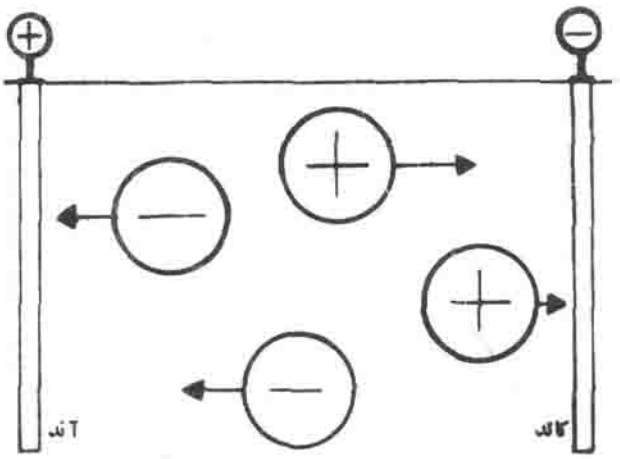


شکل ۲۸

غیر الکترولیت طبقه‌بندی کنید.

آزمایشهای گوناگون نشان می‌دهد که الکترولیتهای قوی درآب به‌خوبی به‌یونهای منفی ومثبت تفکیک می گردند. یونیزاسیون‌یك ماده به‌کمك مولکولهای آب صورت می گیرد وبه عبور جریان الکتریسیته نیاز ندارد. هـر گاه دو الکترود مثبت و منفی در محلول وارد کنیم تغییرات دیگری انجام می گیرد به طوری که یونهای مثبت روانهٔ قطب منفی و یونهای منفی روانهٔ قطب مثبت می‌شوند.

تغییرات شیمیایی انجام یافته روی قطبها (کاتدوآند)را الکترولیز می گویند. عمل الکترولیز **همان‌طوری که می‌دانیدمنجر به‌تجزیهٔ الکتریکی‌الکترولیت می گردد. تاکنون بانمونه‌های گوناگونی از الکترولیز آب، آب‌نمك ومواد دیگر آشنا شده‌اید.**



شکل ۲۹

اسیدها و بازها

تاکنون دانستنیهای زیادی دربارهٔ اسیدهاوبازها به‌دست آورده‌اید که اینک آنها را بانفصیل بیشتری بررسی می کنیم.

خواص اسیدی

برای تشخیص خاصهٔ اسیدی یا بازی یك محلول ازمعرفهای رنگین‌ویژه‌ای استفاده می کردید که تورنسل وفنل‌فتالئین ازآن دسته‌اند.

حالاکـه از مفهوم یونیزاسیون اطلاع پیداکردید می‌توانید به‌علت تشابه خاصه‌های اسیدی محلول اسیدهای کلریدریك HCl ، سولفوریك H_2SO_4 ونیتریك HNO_3 پی‌ببرید . مولکولهای این‌مواد درآب یونیزه می‌شوند وهمگی یونهای H^+ پدید می‌آورند که اثرمشابهی روی تورنسل

داشته و آنرا سرخ رنگ می‌کنند. اثر برخی فلزها مانند روی را برمحلول رقیق اسیدکلریدریك یا سولفوریك می‌دانید. معادلهٔ واکنش فلز روی با اسیدکلریدریك به‌صورت زیر بیان می‌شود:

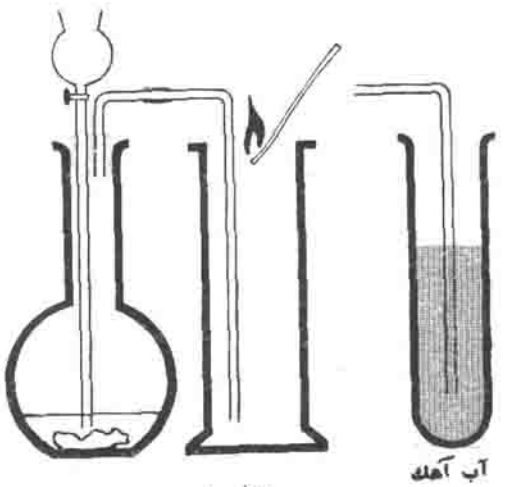
$$۲HCl + Zn \rightarrow H_۲ + ZnCl_۲$$

آزمایش زیر نشان می‌دهدکه اثر اسیدها برکربناتها نیز یکسان است.

آزمایش- یك تکهٔ کوچك سنگ مرمر (کربنات کلسیم) و اندکی کربنات سدیم را درلولهٔ آزمایش جداگانه بریزید و بر آنها ۲ سانتیمتر مکعب اسید کلریدریك[1] بریزید. چه مشاهده می‌کنید؟ برای شناختن نوع گاز حاصل می‌توان آزمایش زیر را انجام داد:

در دستگاهی مطابق شکل چند تکه سنگ مرمر می‌اندازیم و از لوله قیف‌دار آن‌قدرمحلول اسیدکلریدریك می‌ریزیم تاسطح آن به‌بالاتر ازدهانهٔ لوله برسد.

واکنش شدیدی مشابه واکنش بالا انجام می‌گیرد و گازی متصاعد می‌شود. ابتدا گاز را در ظرف دهان‌گشادی وارد می‌کنیم. این گاز چوب‌کبریت افروخته را خاموش می‌کند. اندکی ازگاز را نیز به‌وسیلهٔ لولهٔ شیشه‌ای به‌لولهٔ آزمایش محتوی آب‌آهك تازه وارد می‌کنیم . آب‌آهك کدر



شکل ۳۵

می‌شود. ازسابق می‌دانیدکه گاز دی‌اکسیدکربن چنین مشخصاتی داردکه هم آتش‌نشان است و هم آب‌آهك را کدر می‌کند.

کار با اسیدها به‌ویژه اسیدهای غلیظ احتیاط زیاد لازم دارد. هرگزدست به‌اسیدغلیظ نزنید و برآن آب نریزید. گرمای حاصل ممکن است قطرات آب را به‌بخار تبدیل‌کند و اندکی اسید را با خود به اطراف پخش‌کند. درصورتی‌که قطرهٔ اسید روی بدن یالباس شما بریزد فوراً آن را با

۱ــ بجای اسید کلریدریك می‌توان از سرکه استفاده کرد.

آب زیاد بشویید. کلیه محلولهای ترشی که درمنزل بکار می‌برید اسید هستند مثلا سرکه وآبلیمو این محلولها هرگاه بر روی موزائیك ریخته شوند گاز دی اکسیدکربن تولید می‌شود. از اینرو باید از ریختن آنها روی موزائیك خودداری شود.

خواص بازها

محلول بازهای معروف چون سود NaOH، پتاس KOH، آب‌آهك $Ca(OH)_2$ ومحلول امونیاك (NH_4OH) نیز دارای یون مشترك هیدروکسید OH^- است که فنل‌فتالئین را ارغوانی رنگ می‌نماید.

با آزمایشهای خنثی شدن اسید و باز آشنایی دارید. در این واکنش یونهای اسیدی H^+ با یونهای بازی OH^- پیوند یافته ومولکولهای آب راکه خنثی است بوجود می‌آورند:

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$$

شکل ۳۱ــ شیشهٔ محلول آمونیاك
غلیظ را با احتیاط بازکنید!

شکل ۳۲ــ از دست زدن به ماده شیمیایی
که نمی‌شناسید خودداری کنید!

مثال این‌عمل خنثی‌شدن اسید کلریدریك به‌وسیلهٔ سودسوزآور وتشکیل آب ونمك‌طعام است.

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

نام معرف	رنگ معرف در محلولها		
	خنثی	اسیدی	قلیایی
تورنسل	بنفش	سرخ	آبی
متیل‌ارانژ	نارنجی	سرخ	زرد
فنل‌فتالئین	بی‌رنگ	بی‌رنگ	ارغوانی

معرفهای رنگین و pH محلولها

سه‌معرف رنگین معروف در آزمایشگاه شیمی که برای تشخیص محلولهای اسیدی و بازی به

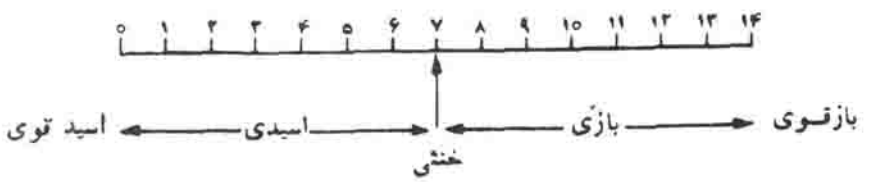
کار می‌روند، تورنسل، متیل ارانژ وفنل‌فتالئین نام دارند. هرگاه درسه لوله آزمایش مقداری اسید رقیق بریزید سپس باقطره چکان، چندقطره محلول تورنسل به‌لولهٔ اول، چند قطره متیل‌ارانژ به لولهٔ دوم و چند قطره فنل‌فتالئین به لولهٔ سوم اضافه کنید، تغییراتی در رنگ مشاهده خواهید کرد. همین آزمایش را باسه لولهٔ آزمایش دیگر که دارای محلول بازاست تکرار کنید وتغییرات رنگ را در این مورد نیز یادداشت کنید. می‌توان جدول بالا را ازچنین آزمایشی بدست آورد.

چند دانهٔ گلبرگ گل سرخ، گل بنفشه یا اطلسی بنفش‌رنگ را روی کاغذ سفید بکشید تا رنگین شود. آن‌گاه چندقطره اسید (مانند سرکه یا آبلیمو) وچند قطره باز (مانند سود یا محلول گرد رختشویی) روی آن بریزید وتغییرات رنگ را مشاهده کنید. هرگاه دو محلول بی‌رنگ از اسید و باز داشته باشید، آیا می‌توانید نوع آنها را به‌وسیلهٔ گل‌سرخ مشخص کنید؟

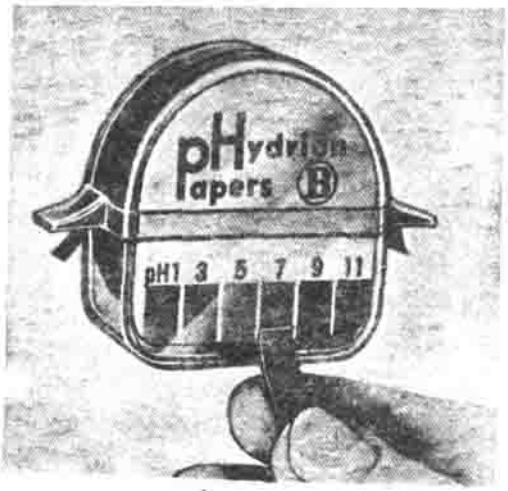
معرف pHــ هرگاه انواع مناسب ازمعرفهای رنگین را بایکدیگر بیامیزیم می‌توانیم به‌نوعی معرف برسیم که نه‌فقط نشان دهندهٔ اسید یا باز بودن ماده خواهد بود بلکه غلظت یونهای H^+ و OH^- را نیز تعیین می‌کند. این معرف که دامنهٔ وسیعی از غلظتهای اسیدوباز را به‌وسیلهٔ رنگ‌های گوناگون خود در برمی‌گیرد معرف pH یا اونیورسال نامیده می‌شود.

اگر محلولی از اسیدکلریدریك به غلظت ۳۶/۵ گرم در لیتر را داشته باشیم و یك قطره از آن را بر معرف pH بریزیم رنگ سرخی به دست می‌آید که عدد آن روی جدول رنگهای pH نزدیك به صفر است. چون این محلول را ۱۰ مرتبه رقیق کنیم و یك قطره از آن به معرف pH بزنیم. ممکن است رنگ‌سرخی با اندکی تفاوت پدید آید که عدد pH آن ۱ است. بارقیق کردن مداوم محلول عدد pH بالا می‌رود تا درپایان به‌رقم ۷ نزدیك شود که مخصوص آب مقطر است.

درآزمایش دیگر هرگاه محلولی از سود سوزآور به‌غلظت ۴۰ گرم درلیتر را داشته باشیم و یك قطرهٔ آن را به‌همان معرف pH بزنیم، رنگ نیلی یا آبی به دست می‌آید که عدد pH آن نزدیك به ۱۴ است. با رقیق کردن متوالی این محلول pH نیز تغییر می‌کند ومرتباً کاهش می‌یابد تا بالاخره به ۷ که ویژه آب خنثی است می‌رسد.



بنابراین دامنهٔ معرف pH از صفر تا ۱۴ است. pH آب خالص یا آب‌مقطر ۷ است که در آن غلظت یونهای H^+ و OH^- برابر می‌باشد.



شکل ۳۳

معرف pH را به‌صورت محلول یا نوار کاغذی تهیه می‌کنند که در هر مورد همراه با جدول رنگها وعدد pH مربوط است (شکل ۳۳).

هر گاه محلول یك مادهٔ قلیایی چون پودر رختشویی، صابون یا جوش‌شیرین را بـر معرف pH بریزیم، اعداد pH بالاتر از ۷ وکمتر از ۱۴ خواهیم داشت. ریختن محلول یك مادهٔ اسیدی چون لیموترش، شیر ترشیده وسرکه بر این معرف، pH کمتر از ۷ وبیش از صفر را نشان می‌دهد.

در آزمایشگاه از دستگاههای الکتریکی ویژه‌ای برای سنجش دقیق pH استفاده می‌کنند که آنها را pH‌متر یا pH‌سنج می‌نامند. چون دو قطب pH‌متر را در محلول مورد آزمایش وارد کنند، مقدار دقیق pH به‌وسیلهٔ عقربه ودرجات مقیاس نشان داده می‌شود.

پرسش

۱ ـ پدیده حل‌شدن مواد چه اهمیتی برای ادامهٔ بقای موجودات زنده دارد؟

۲ ـ علت تشابه برخی خواص که در محلولهای اسیدکلـریدریك و اسیدسولفوریك رقیق وجود دارد چیست؟ سه‌خاصه مشترك را در این‌مورد بیان کنید.

۳ ـ محلولهایی از اسیدسولفوریك رقیق، سرکه و امونیاك درسه شیشه جداگانه وجود دارد که برچسب آنها افتاده است. چگونه می‌توان به‌کمك لیوان، گل‌سرخ، چراغ‌کوچك، قوهٔ‌جیبی و مقداری سیم این محلولها را شناخت؟ فرض بر آن است که از چشیدن و بوکردن مواد ناشناخته خودداری می‌شود.

۴ ـ منظور از عمل خنثی شدن اسید به‌وسیلهٔ باز چیست؟

فصل ۵

آشنایی با برخی صنایع

صنعت نفت

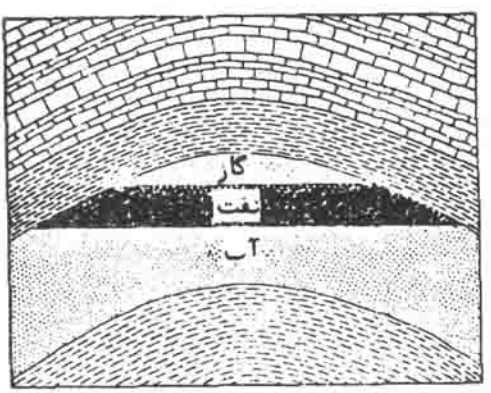
بشرازقرنها پیش‌به‌وجود نفت پی‌برده بود واین‌ماده روغنی‌شکل واعجاب‌آمیز ازدیر بازمورد استفاده پیشینیان بوده است. نفت را درکشورهای انگلیسی و فرانسه زبان اویل OIL یاپترولئوم Petroleum (روغن سنگ) می‌نامند. در زبان اوستایی «نپتا» به معنی روغن معدنی است که کلدانیها و عربها آن‌را ازفارسی گرفته و نفت خوانده‌اند.

هم‌اکنون بیش از دوسوم انرژی مصرفی جهان ازنفت تأمین می‌شود. همچنین بیش ازنیمی ازترکیبات‌آلی شناخته شده ازفرآورده‌های نفتی به‌دست می‌آیند.

نفت مخلوطی از تعداد زیادی ئیدروکربنهای مختلف می‌باشد. بدیهی است‌که نسبت‌این مواد درنفت استخراج شده ازنقاط مختلف زمین متفاوت است.

نفت علاوه بر ئیدروکربنهای مختلف، کم و بیش دارای ترکیباتی از عناصر دیگر مانند گوگرد، نیتروژن و اکسیژن می‌باشد. همانطوریکه در زمین شناسی خوانده‌اید میگویند نفت منشاء آلی دارد و از بقایای موجودات کوچك دریایی بنام پلانکتون بوجودآمده است.

نفت تشکیل یافته به علت مایع بودن و همچنین به‌علت خاصیت موئینگی محیط خود از خلال سنگها گذشته، زیریك طبقه غیرقابل نفوذ، دربالاترین قسمت یك‌چین خوردگی که ناقدیس نامیده می‌شود، ذخیره می گردد.



اکتشاف نفت - چون معمولاً نفت دراعماق زمین وجود دارد، برای کندن چاه و دسترسی به‌آن هزینه هنگفتی لازم است و باید قبلا با وسایل علمی تا آنجا که ممکن است از وجود لایه‌های نفتگیر درزمین اطمینان حاصل کرد. در این راه از نقشه برداری هوایی و بررسیهای دقیق زمین‌شناسی کمك می گیرند. بامطالعه سطح زمین و چین‌خوردگیهای آن و همچنین مطالعه روی فسیلهای موجود، پیش‌بینی‌های ارزنده‌ای درباره لایه‌های زیرزمینی یك منطقه صورت می‌گیرد. به‌کمك بررسیهای ژئوفیزیکی به‌وسیله ثقل‌سنجی و لرزه‌نگاری نیز می‌توان با اطمینان بیشتری ساختمان تحت‌الارضی زمین را روشن کرد و تاقدیسهایی را که در زیر لایه‌های سطحی از نظر پنهان هستند معلوم کرد و به‌این ترتیب به وجود نفتگیرها پی برد.

اساس لرزه نگاری به‌این ترتیب است که برای اکتشاف منابع نفت به‌وسیله انفجار دینامیت درزمین، لرزه مصنوعی ایجاد می کنند. امواج حاصل براثر انفجار، درزمین پایین رفته و پس‌از برخورد با طبقات مختلف زمین منعکس می‌شوند و به روی زمین بازمی گردند و دستگاههای لرزه‌نگار آنها را ثبت می کند.

با تفسیر ومطالعه خطوط روی نوار دستگاه، به ساختمان تحت‌الارضی ودرنتیجه به امکان وجود منابع نفت درآن ناحیه پی‌می برند.

باید دانست که اعمال فوق فقط ساختمان طبقات زیرزمین را مشخص می کند. وجود یا عدم نفت درهر ناحیه فقط با کندن چاه معلوم می‌شود.

حفاری - برای حفرچاه ازمته‌های دواری استفاده‌می کنند که کارآنها مانند مته‌های معمولی است.

این مته‌ها دروسط دکلهای حفاری پولادین که بیش از ۵۰ متر ارتفاع دارند، قرار گرفته‌اند و به وسیله موتورهای بسیارقوی می گردند وزمین راحفرمی کنند.

برای بیرون‌آوردن خاك و خرده سنگهای تراشیده شده و خنك نگه‌داشتن سرمته از دوغاب مخصوصی که ازنوعی گل و آب و برخی مواد شیمیایی تهیه می‌شود و آن‌را گل حفاری می‌نامند استفاده می کنند. این گل حفاری از درون لوله‌ای که به سرمته مربوط است به‌درون چاه وارد می‌شود وخرده‌سنگها را باخود حمل می کند، وازاطراف لوله خارج می‌شود وبراثرفشاری که بردیواره چاه وارد می کند ازریزش آن جلوگیری می‌نماید.

وقتی که مته به لایه نفت‌دار نزدیك می‌شود حبابهای گاز وآثارنفت در گل حفاری ظاهر می‌شود. در این موقع لوله‌ای به‌درون چاه می‌فرستند و خروج نفت را با شیرهایی دربالای آن کنترل می کنند.

معمولا فشار درونی چاه نفت کافی است که نفت را سالها بیرون براند ولی هرگاه فشار کافی نباشد ازتلمبه استفاده می کنند.

با به‌کار بردن تکنیکهای جدید، توانسته‌اند چاههایی به‌عمق ۸ کیلومتر نیز حفر کنند. همچنین با نصب سکوهای شناور ودکلهای جدید حفاری در دریا، امکان حفر چاههای نفت درنقاطی که عمق آب در آن بیش از ۲۰۰ متر است فراهم گردیده است.

به‌علت فشار زیاد درون حفره نفتی، مقدار زیادی از گاز در نفت خام حل شده است. به همین دلیل نفت خامی را که ازچاه بیرون می‌آید قبل ازانتقال دادن به‌پالایشگاه، ابتدا به‌دستگاه تفکیک مخصوصی می‌برند تا قسمت اعظم گازهای سبک و آب نمک آن را جدا سازند. گازی که مستقیماً ازچاههای نفت خارج می‌شود یا گازی که به‌این‌وسیله ازنفت خام تفکیک می‌گردد، پس ازتصفیه به‌صورت گازطبیعی (Natural Gas) به‌وسیله شبکهٔ گاز رسانی برای مصارف‌سوخت وصنایع پتروشیمی توزیع می‌شود.

گازطبیعی نفت‌مخلوطی‌از ئیدروکربنهامانند متان، اتان و اندکی پروپان وبوتان است. قسمت عمده این گاز، متان ومقدارکمتری‌اتان می‌باشد .در این گاز غالباً آثاری ازنیتروژن، دی‌اکسیدکربن و گاهی سولفید ئیدروژن و هلیم وجود دارد.

هم اکنون اقدامات دامنه داری برای توسعه بهره‌برداری از منابع گاز و گسترش شبکه های گازرسانی در شهرهاو روستاهای مختلف کشوربعمل می‌آید در کشور جمهوری اسلامی‌ایران تعداد منازل و کارخانجاتی که از گاز طبیعی استفاده می‌کنند رو به افزایش است و در نظر است که تمام مردم ایران اعم از روستایی و شهری بتوانند از گاز طبیعی استفاده نمایند .

پالایش نفت[۱]- پالایش‌نفت مجموعه عملیاتی است که به وسیله آنها بسیاری ازمواد گوناگون از جمله بنزین ،نفت سفید ، نفت‌گاز (گازوئیل Gasoil) ، گریس، قیر و غیره از نفت خام به‌دست می‌آید.

عملیات اساسی پالایش را به‌سه‌دسته کلی‌می‌توان تقسیم کرد. عمل جدا کردن، عمل تبدیل‌و عمل اصلاح فرآورده‌های نفتی:

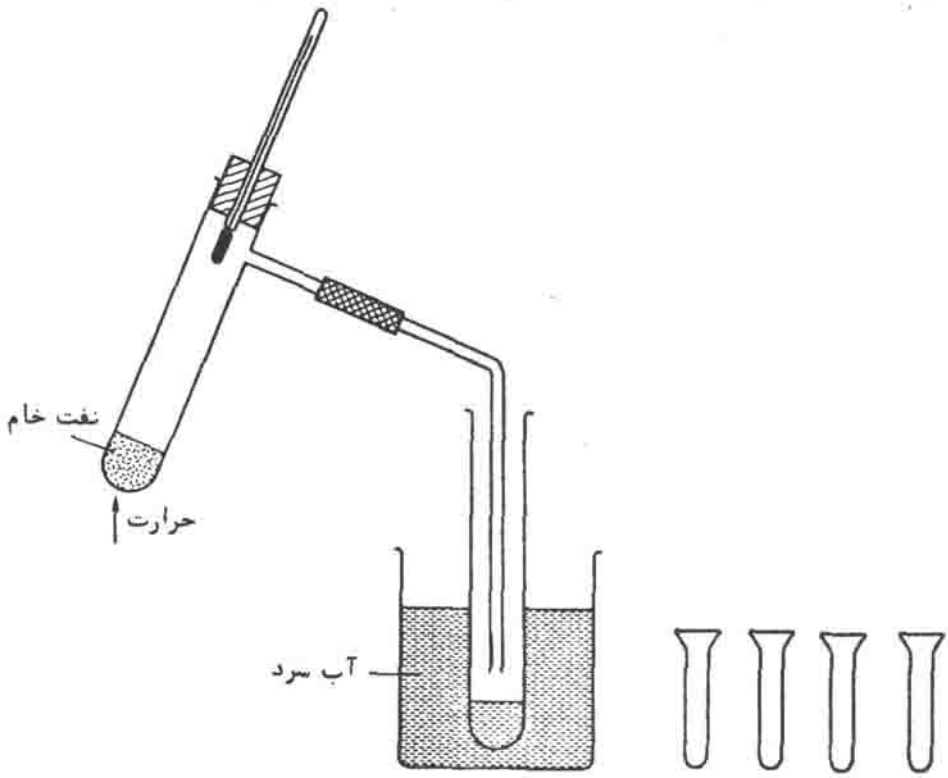
الف- جداکردن مواد - همان‌طورکه گفته شد، نفت خام مخلوطی ازئیدروکربنهای گوناگون است. برای آن‌که بتوانیم‌ازآنها استفاده‌کنیم بایدآنها را تا حد مطلوب از یکدیگرجدا کنیم. جداکردن موادی‌که با هم مخلوط هستند به‌طرق مختلف امکان‌پذیر است.

درصنعت نفت، مخلوط ئیدروکربنها را حرارت داده‌تبخیر می‌کنند. آنگاه بخارات‌حاصل را دردستگاهی‌که برج تقطیر نامیده می‌شود، دردماهای متفاوت به‌مایع تبدیل می‌کنند ودرنتیجه

۱- Oil Refining

به فرآورده‌های گوناگونی می‌رسند. این عمل را تقطیر جزء به جزء (Fractional Distillation) می‌نامند.

آزمایش- ابزار ومواد مورد نیاز ـ دستگاهی مطابق شکل، نفت خام، در حدود ۲ یا ۳ سانتیمترمکعب نفت خام را در لوله بریزید ویك تکه پنبه نسوز در لوله واردکنید تا نفت خام بوسیله‌آن جذب‌شود. دستگاه را بملایمت‌حرارت‌دهید ومحصولات‌تقطیررا درلوله‌های‌جداگانه



باتوجه بدرجه دماسنج جمع آوری کنید

لوله شماره ۱ تا دمای ۷۰°C

لوله شماره ۲ دمای ۷۰ تا ۱۳۰°C

لوله شماره ۳ دمای ۱۳۰ تا ۱۸۰°C

لولهٔ شماره ۴ دمای ۱۸۰ تا ۲۴۰°C

لوله شماره ۵ باقیمانده

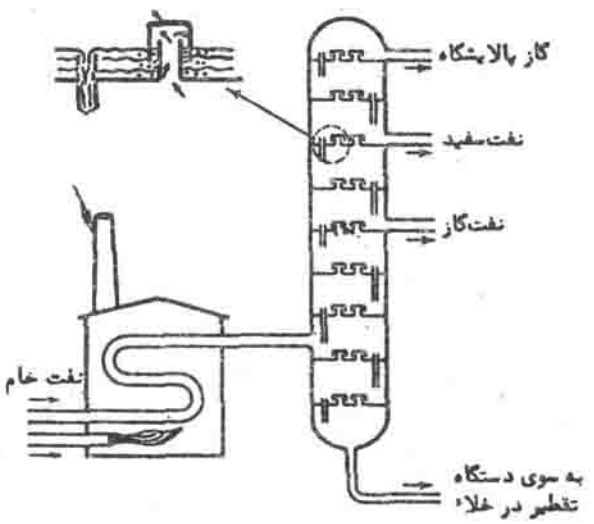
با توجه به‌رنگ وبوی هریك ازمحصولات، چند قطره ازهریك را درشیشه ساعتی بریزید وشعله‌ای به‌آن نزدیك‌کنید. کدام‌یك آسانتر شعله‌ور می‌شود و با دود کمتری می‌سوزد؟

هریك ازاین فرآورده‌ها خود مخلوطی ازئیدروکربنهای مختلفی است که نقطه‌جوش‌نزدیك بهم دارند.

درپالایشگاه در نخستین مرحله تقطیر، نفت خام را درون لوله‌هایی در کورهٔ مخصوصی تا حدود ۳۵۰ درجه سانتیگراد گرم می‌کنند. در این دما بخشی از اجزاء فرارتر آن بخار می‌شود و بخش دیگر همچنان به‌صورت مایع باقی می‌ماند. مخلوط را به برج تقطیر جزء به جزء هدایت می‌کنند. مایع داغ به‌سوی دریچه پائینی برج سرازیر می‌شود.

بخش تبخیر شده نیز روانه طبقات بالایی برج می‌شود. درهر طبقه که معمولا سینی نامیده می‌شود، چندین سوراخ کـه از بالا با کلاهك یا فنجان معکوسی پوشانده شده وجود دارد. بخارات متصاعد شده درزیر کلاهکها با مایعی که قبلا متراکم شده است برخورد می‌کند. بدین ترتیب مولکولهای سنگین‌تر بخار درمایع سینی باقی می‌ماند ومولکولهای سبکتر بالا می‌رود. چون طبقات بالاتر برج دمای کمتری دارند، مواد فرارتر مرتباً بالاتررفته ومواد‌ی که دیرجوش هستند در بخشهای پائینتر به‌مایع تبدیل می‌گردند.

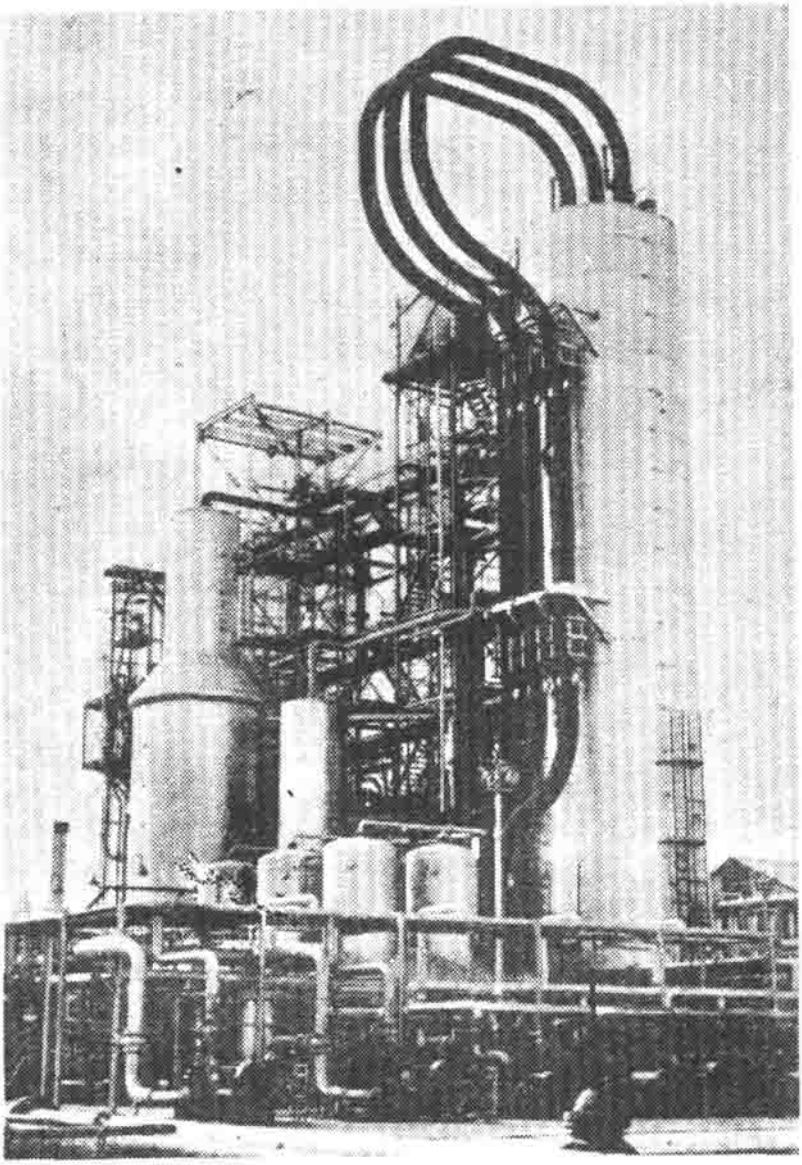
مهمترین فرآورده‌های حاصل از طبقات مختلف برج مطابق شکل شامل مواد زیر است:



شمای ستون تقطیر

۱- گازهای سبك پالایشگاه وبنزین - باسردکردن این مخلوط، بنزین به‌مایع تبدیل‌شده از گازها جدا می‌گردد. بخشی‌ازاین گازها که اغلب شامل متان و اتان بوده‌و قابل تبدیل به‌مایع نیستند درپالایشگاه به‌عنوان سوخت به‌مصرف می‌رسد. بخش دیگر را که شامل پروپان و بوتان است، دردمای معمولی براثر فشار به‌مایع تبدیل کرده دربشکه‌های فولادی به‌عنوان گازسوختنی به‌مصرف سوخت خانگی می‌رسانند.

۲- برش بنزین - این برش از ئیدروکربنهای تقطیر شده شامل ئیدروکربنهای سبك با نقطه‌های جوش مختلف است که حداکثر نقطه جوش آنها در حدود ۱۷۵ درجه سانتیگراد می‌باشد.



دستگاه تقطیر آبادان

بخش فرارتر آن به نام اتر نفت (Petroleum Ether) بعنوان حلال مواد آلی و بقیه به‌صورت بنزین هواپیما[1] و بنزین موتورهای انفجاری مصرف می‌شود.

۳- برش نفت‌سفید (Kerosene) ـ حداکثر نقطه جوش این ئیدروکربنها که از دسته

۱ـ قبل از آنکه موتورهای جت در صنعت هواپیما سازی معمول شوند کلیه هواپیماها با موتورهای پیستونی مجهز بودند که سوخت آنها همان بنزین موتور هواپیما بود. درحال حاضر فقط هواپیماهای کوچك و برخی انواع هلیکوپترها از آن استفاده می‌کنند.

قبلی سنگین‌ترهستند . درحدود ۲۵۰°C است. نفت سفید معمولا درچراغها و بخاریها و به عنوان سوخت هواپیماهای جت به‌مصرف می‌رسند.

۴- برش گازوئیل (نفت‌گاز)- حداکثر نقطه جوش ئیدروکربنهای این برش در حدود ۳۵۰° می‌باشد و در انواع موتورهای دیزلی مانند موتورهای مولد برق و لکوموتیو مصرف می‌شود .

مایع جمع‌آوری شده در پائین برج را ، در فشار معمولی تقطیر نمی‌کنند زیرا تبخیر آن به دمای بالاتری نیاز داردکه در این دما ، بخشی از ئیدروکربنهای‌آن به مولکولهای کوچکتر شکسته می‌شود . این مایع را در برج دیگری تحت فشارکم تقطیر می‌کنند (معمولاً آن را تقطیر درخلأ می‌نامند).

می‌دانیدکه هرگاه فشار روی مایع کمتر باشد ، در دمای پائین‌تر می‌جوشد . فرآورده‌های حاصل از این تقطیر شامل انواع‌روغنهای ماشین (روغنهای روان کننده برای چرخها ودنده‌ها)، مومها (پارافین جامد برای ساختن شمع ، عایقها و واکسها) ، نفت کوره ، همچنین قیر می‌باشد .

از نفت‌کوره نیز به عنوان سوخت ارزان در نیروگاههای تولیدبرق و بسیاری موارد دیگر نظیر حمامها و تانوائیها استفاده می‌شود.

ب- تبدیل - فعالیت پالایشگاهها منحصر به تفکیک نفت خام به اجزای آن نمی‌باشد . در پالایشگاه فعالیتهای فراوان‌دیگری انجام می‌گیرد. از آن‌جاکه نیاز بازار مصرف فرآورده‌های نفتی‌همواره در حال تغییر است ، پالایشگاه همگام‌با پیشرفت صنعت و تحولات اقتصادی‌ناگزیر است‌که‌کیفیت محصولات خود را با خواسته‌های بازار هم‌آهنگ‌سازد و همواره برحسب‌نیاز، تغییر و تبدیلی درساختمان مولکولی فرآورده‌ها و مشخصات‌آنها به عمل‌آورد . برای مثال در ابتدای قرن بیستم ، بیشترین‌نیاز مردم به نفت‌سفید بودکه برای روشنایی‌به‌کار می‌رفت. با توسعه موتورهای انفجاری نیاز به بنزین افزایش یافت . ازسوی‌دیگر با دسترسی به الکتریسیته‌ارزان نیاز به نفت‌سفیدکم شد. دربیست سال‌گذشته مجدداً بامصرف روزافزون نفت سفیددرموتورهای جت ، نیاز به نفت سفید باکیفیت‌گوناگون و ویژه افزایش یافت.

در یك پالایشگاه مدرن ، اجزاء نامرغوب وکم مصرف به اجزاء مرغوب تبدیل می‌گردد. از یکسو می‌توان مولکولهای سنگین نفتی مانندمولکولهای گازوئیل را به مولکولهای‌سبکتری چون بنزین‌تبدیل‌کرد و از سویی می‌توان دو یا چند مولکول موجود در یك فرآورده سبك و فرار را با یکدیگرترکیب‌کرد و مولکولهای سنگین‌تری به‌وجودآورد . این‌نوع تغییر و تبدیل مولکولها ازنوعی به‌نوع دیگر از مهمترین فعالیتهای پالایشگاه نفت می‌باشد.

یکی ازمهمترین تبدیلها درصنعت نفت کراکینگ[1] نام دارد. درعمل کراکینگ، مولکولهای بزرگ به مولکولهای کوچك در هم شکسته می‌شوند که برخی به عنوان ماده اولیه در صنایع پتروشیمی به کار می‌روند.

پولیمریزاسیون والکیلاسیون - باتوجه‌به‌فراوانی گازها و فرآورده‌های سبك حاصل از اعمال کراکینگ می‌توان ازنوع دیگری واکنش استفاده کرد که درآن مولکولهای کوچکتر با یکدیگرترکیب می‌شوند ومولکولهای‌بزرگتری به‌وجود می‌آیند. در پولیمریزاسیون ازترکیب فرآورده‌های گازی شکل یکنواخت سبك می‌توان سوخت بنزینی مایع تهیه نمود.

بنابراین با اجرای اعمال گوناگون می‌توان گازهایی که از تقطیر یا از چاههای نفت به‌دست می‌آیند، همچنین گازهایی راکه ازکراکینگ حاصل می‌شوند به انواع بسیار مرغوب بنزین و فرآورده‌های گرانبهای دیگر تبدیل کرد.

ج - تصفیه فرآورده‌های نفتی - بنزین یا مواد نفتی دیگری که به روشهای تقطیر و غیره به دست می‌آیند کاملا آماده مصرف نیستند و معایبی دارند. آخرین مرحله پالایش، زدودن ناخالصی‌ها یا برخی مواد نامرغوب و مزاحم و رسیدن به فرآورده‌های‌نهایی و مرغوب‌است. یکی‌از مهمترین ناخالصی‌ها ترکیبات گوگرد دار است که عموماً بدبو هستند و سوختن‌آنها نیز گازهای سمی و زیان‌آور پدید می‌آورد.

برای زدودن گوگرد از فرآورده‌های نفتی، می‌توان این فرآورده‌ها را با ئیدروژن در مجاورت‌کاتالیزور ترکیب کرد.

با توجه به مجموع‌اعمال انجام‌یافته در پالایشگاه می‌توان پی‌بردکه یك‌پالایشگاه امروزی در حقیقت یك مجتمع صنعتی پیچیده است که نیاز به‌آخرین تکنولوژیها در سطح وسیعی‌از علوم و فنون مختلف دارد.

تلاشهای انجام شده برای مبارزه باآلودگی هوا - هرچند درگذشته، صنایع را مسئول عمده آلودگی هوّا قلمداد می‌کردند ولی اکنون با تعداد روزافزون وسایط نقلیه درسراسر جهان منبع اخیر نقش عمده‌ای در آلودگی هوا ایفا می‌کند وبیشترین درصدرا ازلحاظ عوامل‌آلوده کننده محیط زیست دارا می‌باشد. به‌همین‌دلیل درچند سال‌گذشته اقدامات پی‌گیری جهت تعیین استاندارد ضدآلودگی وسایط نقلیه در بسیاری از کشورهای پیشرفته به‌عمل آمده و درحال اجراست.

---

۱ - کراکینگ(Cracking)بمعنی خردکردن

یکی ازاقدامات، کاهش تدریجی میزان تتراائیل سرب‌دربنزین طی ۱۰ سال گذشته‌رسیدن‌به مرحله قطع نهایی‌آن است. بدیهی است که اجرای این امر با انجام دادن برخی تغییرات در کراکینگ ودرساختمان موتور مصرف‌کننده بنزین صورت می‌گیرد.

بااجرای قوانین ضدآلودگی وتعیین استانداردهای مخصوص موتور در برخی کشورها ، تغییرات عمده‌ای درموتورهای بنزینی درحال انجام است‌که نتایج چشمگیری به شرح زیرنشان داده است.

الف- ازمیزان ئیدروکربنهای نسوخته در موتورکه وارد هوا می‌شد، به نسبت ۸۰ درصد کاسته شده است.

ب- گاز سمی منوکسیدکربن خارج شده ازلوله اگزوز به میزان ۶۵ درصد کاهش یافته است .

پ- اکسیدهای نیتروژن به‌میزان قابل ملاحظه‌ای‌کم شده است.

کاهش این مواد سمی نتیجه تغییراتی به‌شرح زیراست:

اولا- درکاربوراتور اتومبیلها تغییراتی‌داده شده تابتوانند به‌صورت خودکار نسبت‌سوخت به‌هوا راکنترل‌کنند.

ثانیاً - تبدیل‌کننده کاتالیزوری در سر راه‌گازهای خروجی اگزوز نصب گردیده تا ئیدروکربنهای نسوخته و منواکسیدکربن را بسوزانند و اکسیدهای نیتروژن را تجزیه کنند.

ثالثاً- سیستم‌تولید جرقه الکتریکی بهبودیافته‌است تا احتراق به‌صورت‌کاملتری انجام شود.

صنایع پتروشیمی - بیش از نیم‌قرن از مصرف فرآورده‌های نفتی به‌صورتی غیر از سوخت می‌گذرد . به‌مرورزمان‌وباپیشرفت‌علم و تکنولوژی، انسان تعداد روزافزونی‌از ئیدروکربنها را به‌طور خالص‌از سایر فرآورده‌های نفتی جداکرده و به‌مصرف تولید سایرمواد شیمیایی و صنعتی رسانیده‌است. صنایع‌وابسته به‌نفت‌را که‌ازمواد‌نفتی‌محصولات‌غیرنفتی تهیه می‌کنند، صنایع‌پتروشیمی می‌نامند. مواد اولیه حاصل‌از صنعت نفت‌که برای تهیه سایر فرآورده‌های شیمیایی به‌کار می‌رود مواد پتروشیمی نامیده می‌شوند.

درحال حاضر ازکل ئیدروکربنهای تولیدی درجهان فقط حدود پنج درصد به‌عنوان مواد اولیه درصنایع پتروشیمی به مصرف می‌رسد ولی‌ارزش‌فرآورده‌های ساخته شده از این پنج‌درصد درحدود ۲ برابر ارزش محصولات نفتی است که از بقیه ۹۵ درصد ئیدروکربنهای تولیدی به فروش می‌رسد . بنابراین کاملاً منطقی است‌که حتی المقدور از مصرف این ئیدروکربنها به عنوان مولد انرژی جلوگیری به عمل آید و اولویت خاصی برای استفاده از این ذخایر باارزش و محدود در دنیا در صنایع‌پتروشیمی داده‌شود.

گسترش صنایع پتروشیمی اثرات بسیار چشمگیر و پراهمیتی درپیشرفت اقتصادی وتوسعه صنایع و بالابردن سطح تکنولوژی درجهان و درسالهای اخیر در ایران داشته است.

بهعلت تنوع زیاد فرآورده‌های پتروشیمی فقط به آن‌قسمت ازآنها که هم اکنون در ایران درحال تهیه یا مشمول طرح درحال تأسیس است اکتفا می‌کنیم.

فرآورده‌های پتروشیمی کارخانه کودشیمیایی شیرازومجتمع امام‌خمینی ـ دراین‌دومجتمع با استفاده از گازئیدروژن حاصل از گاز طبیعی و نیتروژن هوا ، سالانه صدها هزار تن آمونیاك تهیه می‌شود . آمونیاك حاصل همراه با مواد دیگر برای ساختن مقادیرعظیمی اوره، اسیدنیتریك، نیترات آمونیم ، کودهای مخلوط و غیره به کار می‌رود. در این مجتمعها همچنین مواد دیگری از قبیل کربنات سدیم، فسفات سدیم، گوگرد، اسید سولفوریك و اسید فسفریك نیز تهیه‌می‌شود.

مجتمع پتروشیمی آبادان ـ با استفاده از گاز اتیلن و پروپن حاصل از پالایشگاه نفت آبادان سالانه مقادیرزیادی‌پلاستیك نوع پی‌وی‌سی(P.V.C)همراه‌باهزاران تن‌سودسوزآورونوعی فرآورده شیمیایی به نام دودسیل بنزن تهیه می‌شود .ازاین ماده‌اخیر در کشور ما برای تهیه پودرهای رخت‌شویی (مواد پاك کننده غیرصابونی)استفاده می‌کنند.طبق‌طرح‌دیگری‌قراراست انواع فرآورده‌های شیمیایی آروماتیك در آبادان تهیه شود.

مجتمع پتروشیمی ایران ـ این مجتمع که‌ازبزرگترین‌مجتمعهای‌پتروشیمی‌دنیاخواهد بود عهده‌دار تهیه مقادیر زیادی مواد شیمیایی گوناگون ازقبیل مواد زیر می‌باشد:

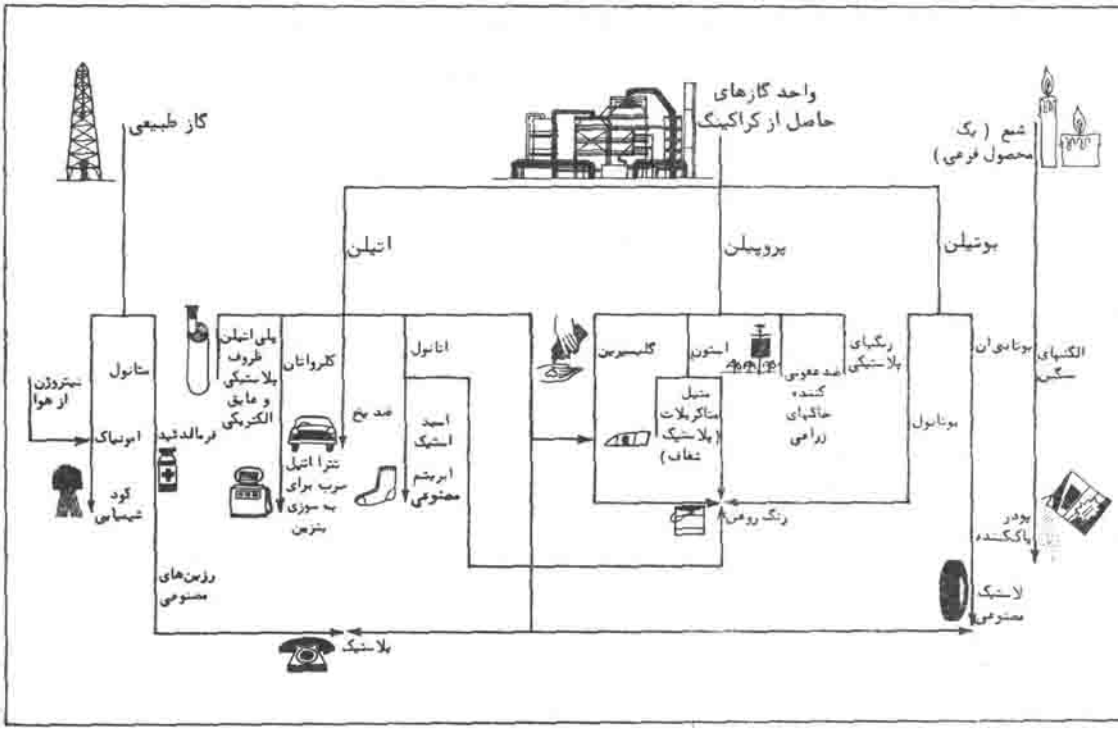
کلریداتیلن ، کلریدوینیل ، پلی‌اتیلن ، پلی‌پروپیلن ، کائوچوی مصنوعی ، بنزن ، آنیلین و مشتقات‌آن ، سودسوزآور و گاز مایع.

بالاخره‌باید ازکارخانه دوده‌سازی (کربن‌بلاك) اهواز نیزنام بردکه این‌ماده را از سوختن ناقص گاز طبیعی تهیه می‌نماید . ماده اخیر در رنگسازی و لاستیك‌سازی و برخی‌صنایع دیگر اهمیت فراوان دارد .

در پایان یادآور می‌شویم که صنایع مهم دیگری چون تهیه سایرانواع پلاستیکهاونایلن‌ها، الیاف مصنوعی، داروهای‌گندزدا و حشره‌کشها ، شامپوها و کرمهای زیبایی ، مواد منفجره و غیره نیز وابسته به صنایع پتروشیمی است . شمای صفحه بعد برخی از فرآورده‌های صنایع پتروشیمی را نشان می‌دهد .

صنعت تقطیر زغال‌سنگ و کك سازی

ازآنجاکه نفت باارزش‌تر ازآن است‌که به عنوان سوخت مصرف شود، بشرمجدداً به‌فکر استفاده‌گسترده‌تر از زغال‌سنگ افتاده است.



زغال‌سنگ درطبیعت به اشکال مختلفی وجود داردکه در بسیاری از موارد به عنوان سوخت به مصرف می‌رسند و درموارد دیگر نیز برای تهیه زغال‌کك و گاز-سوختنی یا فرآورده‌های قطران زغال سنگ مورد استعمال دارند. برای تهیه زغال‌کك بر روی زغال سنگ عملیاتی انجام می‌دهند که منجر به بالارفتن درصد کربن در آن می‌شود. به‌همین‌دلیل این اعمال‌را اصطلاحاً **کربونیزاسیون می‌گویند.**

در این اعمال، زغال‌سنگ استخراج شده را درکوره‌های مخصوصی‌دور از هوا به شدت حرارت می‌دهند. در این کوره‌ها مرتبا ازقسمت بالای‌کوره زغال‌سنگ وارد می‌شود و گازهای حاصل از عمل کربونیزاسیون از لوله‌هایی در نزدیکی دهانه‌کوره خارج می‌گردد.

از مجرای خروجی پایین‌کوره نوعی زغال خارج می‌شودکه زغال‌کك **(Coke)** نام دارد.

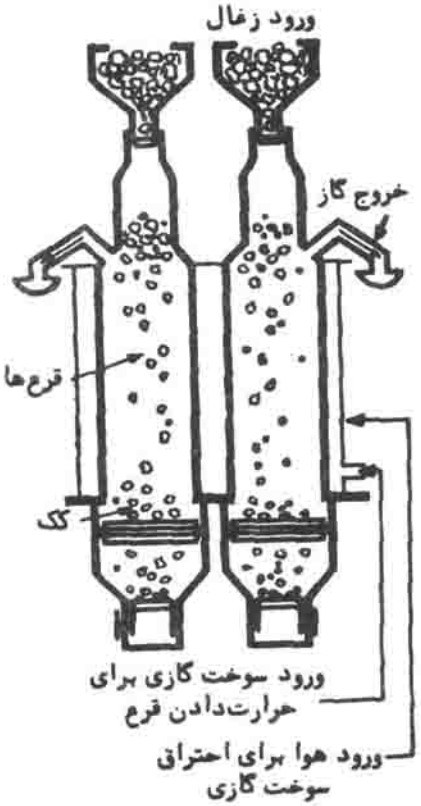
چنان که می‌دانید از این نوع زغال برای استخراج سنگ معدن آهن در کوره بلند ذوب آهن استفاده می‌کنند.

درکشور ما، عمل‌کربونیزاسیون زغال سنگ در مجتمع ذوب‌آهن‌اصفهان انجام میگیرد.

بخارات حاصل از کربونیزاسیون زغال‌سنگ شامل مواد گوناگونی است‌که برای جدا

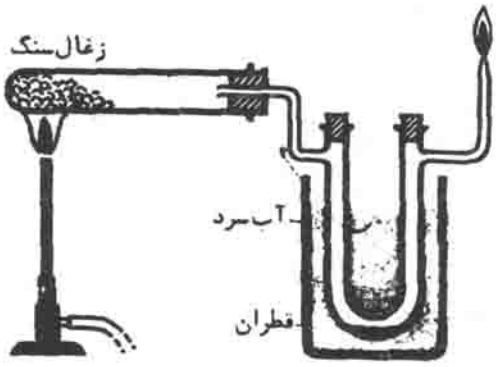
کردن و استفاده ازآنها ، ابتدا این بخارات را سرد و متراکم می‌کنند. تا قسمتهایی که در دمای معمولی مایع یاجامد است جدا شود . گاز باقیمانده را در آب وارد می‌کنند تا آمونیاك موجود درآن جدا شود . این گاز پس از طی کردن مراحل مختلف تصفیه و خشك کردن به‌عنوان سوخت استفاده می‌شود. در برخی کشورها به ویژه کشورهای اروپایی ، این گاز را به وسیله شبکه لوله‌کشی گازرسانی شهری به‌صورت گاز سوختی منازل به مصرف می‌رسانند .

محلول آمونیاکی حاصل از عبوردادن گاز ازآب را به سولفات امونیم تبدیل کرده به عنوان کود شیمیایی به بازار عرضه می‌کنند .



مایع روغنی شکل حاصل‌که از سردکردن ومتراکم نمودن بخارات باقی می‌ماند ، قطران زغال‌سنگ (Coal tar) نام دارد. از تقطیرقطران زغال‌سنگ وانجام‌دادن برخی‌اعمال‌شیمیایی مواد گوناگونی از قبیل نفتالن و غیره به دست می‌آورند .

آزمایش تقطیر زغال‌سنگ ابزار و مواد مورد نیاز . دستگاهی مطابق شکل، زغال سنگ،



محلول نیترات سرب، سود، کاغذ تورنسل. در لوله آزمایش به ارتفاع تقریبی ۲ تا ۳ سانتیمتر پودر نرم زغال‌سنگ بریزید، دستگاه را مطابق شکل نصب کنید و لوله را ابتدا به ملایمت و سپس به شدت حرارت دهید. پس از اطمینان از خروج هوای درون لوله U ، شعله کبریتی را با احتیاط به لوله خروج گاز نزدیک کنید. آیا گاز می‌سوزد؟ (برای اطمینان از خارج شدن هوای درون لوله U، می‌توانید کاغذی را به محلول نیترات سرب آغشته کرده به لوله خروج گاز نزدیک کنید. کاغذ سیاه رنگ می‌شود. چرا؟). مایع جمع شده در لوله U را در لوله آزمایشی بریزید. آیا به دو لایه تقسیم می‌شود؟ چند قطره محلول سود غلیظ به آن اضافه کنیدو حرارت دهید. یك تکه کاغذ تورنسل مرطوب به دهانه لوله نزدیك کنید. چه تغییر رنگی مشاهده می‌کنید؟ این تغییر رنگ معرف وجود چه نوع ماده‌ای در بخارات تولید شده است؟ اگر میله شیشه‌ای آغشته به محلول غلیظ اسیدکلریدریك را به بخارات تولید شده نزدیك کنیم چه تغییری مشاهده می‌شود. در مجموع چه نوع فرآورده‌هایی از تقطیر زغال سنگ و هریك‌در کدام قسمت دستگاه به دست آمده است؟

صنعت قند

قند معمولی یاساکارزپرمصرف ترین ماده‌قندی درجهان‌است. مهمترین‌منابع این‌ماده قندی، چغندرقند ونیشکر می‌باشدکه تاحدود ۲۰ درصد قند دربردارد.

برای تهیه‌قند ازچغندریا نیشکر ابتد باید شیره محتوی ماده قندی را ازبافت گیاهی خارج کرد. درمورد قند چغندر، چغندررا پس ازشستشو، ابتدا رنده‌کرده به‌صورت خلال‌درمی‌آورند. خلالها را درآب داغ وارد می‌کنند تا پس ازپاره شدن جدار سلولها، قند درآب حل شود. درمورد نیشکر نیز ساقه‌ها را بافشار ازلابلای غلطك هایی عبور می‌دهند تا شیره نیشکر ازآنها خارج شود.

شیره به‌دست‌آمده ازچغندر یانیشکر به‌علت‌دارابودن اسیدهای‌آلی، پروتئین‌ها وناخالصی‌های دیگر نمی‌تواند متبلورشود. برای جداکردن این ناخالصی‌ها به شیره حاصل، شیرآهك می‌زنند. اسیدهای‌آلی خنثی می‌شوند، پروتئین‌ها که درشیره به‌صورت کلوئیدی وجوددارد منعقد می‌شوند وتقریباً تمام ناخالصی‌های موجود درشیره غیرازمواد رنگی ازآن جدا می‌شوند. در این‌شرایط ساکارز موجود درشیره به‌صورت سوکرات کلسیم محلول‌باقی می‌ماند.

پس ازجداکردن ناخالصی‌ها، ازداخل محلول گاز دی‌اکسیدکربن عبورمی‌دهند. کربنات‌کلسیم رسوب می‌کند وماده قندی مجدداً به‌صورت ساکارز درمی‌آیدکه درمحلول باقی‌می‌ماند.

پس ازجداکردن رسوب، شیره باقیمانده را تغلیظ می‌کنند تابلورهای شکر ته‌نشین شود. معمولا برای جلوگیری ازتجزیه شکر به‌وسیله حرارت، عمل تغلیظ را دردیگهای سربسته و در فشارکم انجام می‌دهند تانیازی به‌دمای نسبتاً بالا نباشد.

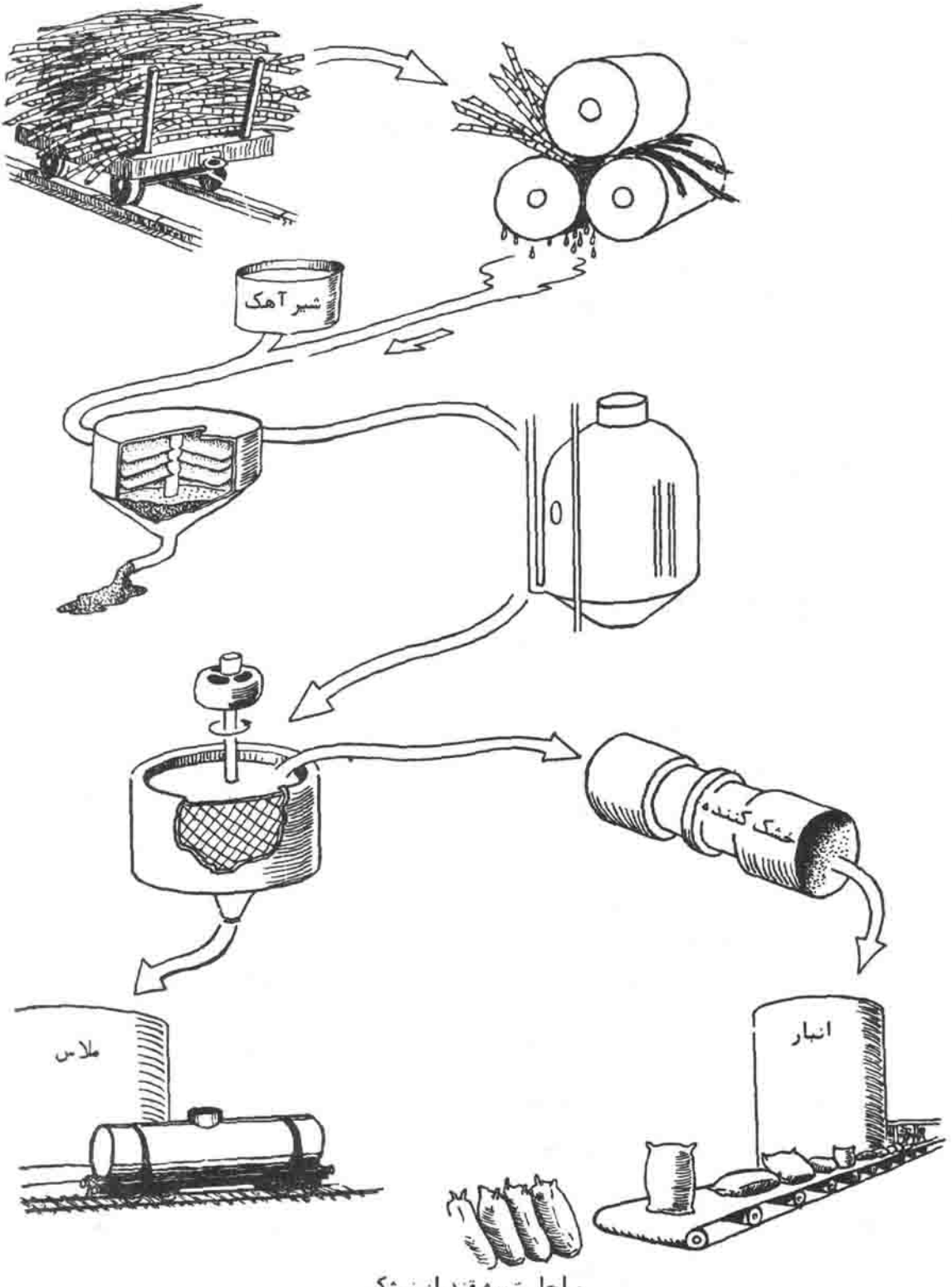
شکری که به‌این‌ترتیب به‌دست می‌آید ناخالص ورنگی است. برای خالص‌کردن‌آن‌مجدداً شکر ناخالص را درآب حل‌کرده وپس ازعبوردادن ازروی یك ماده رنگبر (معمولا زغال‌چوب فعال شده یا زغال حیوانی)، مجدداً آب‌آهك اضافه می‌کنند. در اینجا نیز پس از جداکردن ناخالصی‌ها، ازداخل محلول گاز دی‌اکسیدکربن عبور می‌دهند ومحلول باقیمانده را تغلیظ و متبلورمی‌نمایند. برای رسیدن به‌شکر سفید ومرغوب ممکن است اعمال تصفیه وتبلور را حتی برای چند مرتبه تکرارکنند.

درهرعمل تبلور، چه درمرحله مقدماتی استخراج شکر ناخالص وچه درمرحله تصفیه، پس ازجداکردن بلورها، مایع نسبتاً غلیظ و قهوه‌ای رنگی برجای می‌ماند که درحدود ۵۰٪ قند دارد ولی به‌علت وجود ناخالصی‌ها، شکرآن متبلورنمی‌شود. این‌مایع ملاس (Molass) نامیده می‌شود و اغلب به مصرف تهیه الکل می‌رسد.

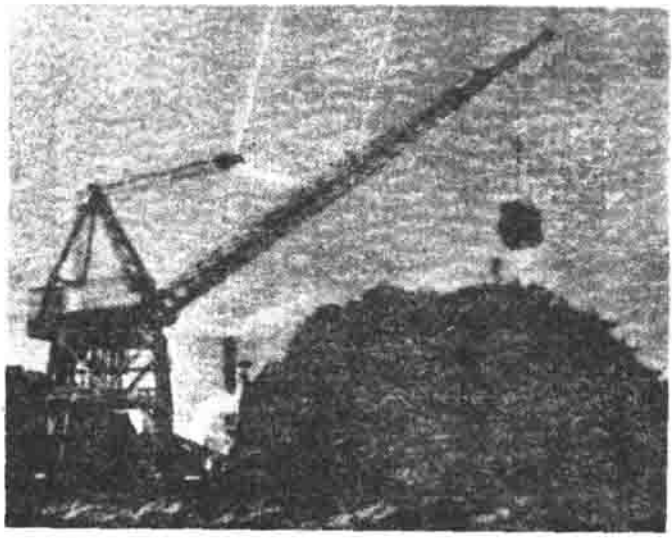
تفاله چغندررا که پس از جداکردن شیره درمرحله اول باقی می‌ماند، به‌علت در برداشتن مواد پروتئینی معمولا به‌مصرف خوراك دام می‌رسانند. می‌دانید که در ایران، اضافه برگسترش روزافزون صنعت چغندر قند، نیشکر را نیز به‌مقیاس وسیعی درهفت‌تپه خوزستان تولید می‌کنند.

صنعت کاغذسازی

مادهٔ اصلی کاغذ سلولز می‌باشد. تا قبل از اواسط قرن نوزدهم کاغذ از سلولز خالص و با دست تهیه می‌شد اما ازاین‌تاریخ به‌بعد با اختراع ماشینهای تهیهٔ کاغذ، چوب به‌عنوان منبع اصلی سلولز به‌کارمی‌رود(شکل صفحهٔ ۶۵). الیاف سلولز و یا خمیرکاغذ از پوست کندن چوب و سپس خردکردن آن با غلتکهای مخصوص به‌دست می‌آید. این خمیرتیره‌رنگ بوده و برای تهیهٔ کاغذ روزنامه و پاکت به‌کار می‌رود. با افزودن مواد شیمیایی مخصوصی به‌این خمیر می‌توان‌کاغذ بهتر

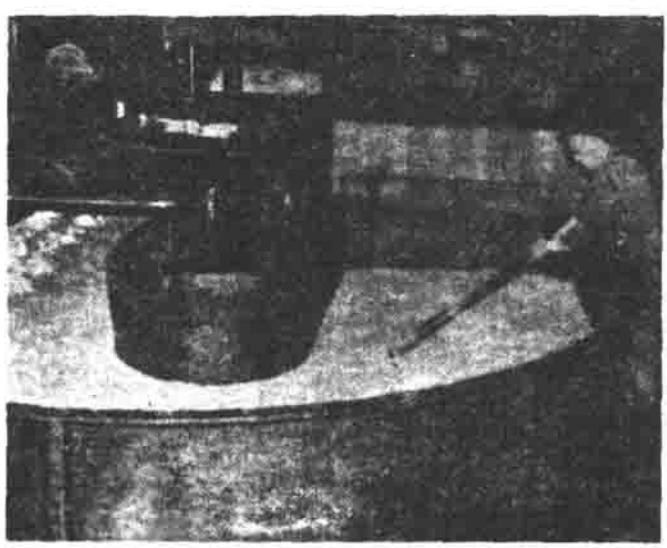


مراحل تهیه قند از نیشکر



چوب مادهٔ اولیهٔ کاغذ است ــ قطعات چوب را با اعمال مکانیکی و شیمیایی به الیاف سلولز تبدیل نموده و ازآن کاغذ تهیه می‌کنند.

و سفیدتر به دست آورد. درفرآیند شیمیایی سولفیت که یکی ازمراحل کاغذسازی است، قطعات خرد شدهٔ چوب را با محلولی از بی‌سولفیت کلسیم درتحت فشارمی‌پزند. درفرآیند شیمیایی‌سودا نیز از سود سوزآور و در فرآیند شیمیایی سولفات از مخلوط سود سوزآور و سولفات سدیم برای‌تهیهٔ خمیرکاغذ استفاده می‌کنند. مواداضافی چوب دراثرفرآیندهای شیمیایی فوق ازبین‌رفته و سلولز خالص برجای می‌ماند. پس ازتهیهٔ خمیرکاغذآن را با کلر بی‌رنگ نموده وکلراضافی را با عمل شست‌وشو خارج می‌کنند. برای این‌که الیاف سلولز یکسان گردند، خمیرکاغذ راکاملا به‌هم‌زده و سپس درصورتی‌که منظورتهیهٔ کاغذ رنگی باشد، دراین قسمت رنگ به‌مخلوط اضافه می‌کنند (شکل زیر). موادشیمیایی دیگر نظیرسولفات کلسیم، چسب و نشاسته دریکنواخت‌کردن



به‌هم‌زدن مخلوط خمیرکاغذ، آب و مواد شیمیایی به‌منظور یکنواخت‌نمودن الیاف سلولز

سطح کاغذ مؤثرند. بعد از آماده‌کردن خمیر کاغذ مخلوطی از یك قسمت خمیر و صد قسمت آب را از الکهای ریز موجود درماشین کاغذسازی عبور می‌دهند. آب از الك عبور کرده و الیاف را به صورت ورقهٔ نازکی به جای می گذارد . آب اضافی الیاف نیز بـه وسیلهٔ غلتکهای خاصی گرفته می‌شود و برای خشك کردن کاغذ آن را از روی غلتکهای خشك کن که درجهٔ حرارت آنها دقیقاً تنظیم شده عبور می‌دهند. درآخرعمل کاغذ را به اندازه‌های دلخواه بریده و بـرای مصرف آماده می کنند.

صنعت شیشه‌سازی

شیشهٔ معمولی که در ساختن بطری و برای پنجره به‌کار می‌رود ازذوب مخلوطی ازسنگ‌آهك (کربنات کلسیم)، خاکستر سودا (کربنات سدیم)، و شن (سیلیس) به دست می‌آید.

کوره تهیهٔ شیشه شامل مخزن عظیمی است که به وسیلهٔ گاز و یا نفت گرم شده و ظرفیت آن چندین صد تن می‌باشد. مواد اولیه را از یك طرف کـوره وارد کرده و شیشهٔ مذاب را از سوی دیگر خارج می کنند. این محصول مذاب را کـه تغییر شکل‌پذیر است می‌توان به صورت صفحه ویا با دمیدن هوا آن را به‌اشکال مختلف درآورد. محصول نهایی را باید درکوره به‌طور ملایم وآهسته سرد نمود.

برای ساختن شیشه‌های ضد ضربهٔ اتومبیل یك لایهٔ نازك ازپلاستیك شفاف را بین دو لایهٔ نازك شیشه قرارداده با حرارت و فشار این دولایه را به‌لایهٔ وسط می‌چسبانند. این گونه شیشه‌ها شکننده هستند اما لایهٔ نازك پلاستیك قطعات شکسته شده را به‌خود نگه می‌دارد و ازمتلاشی‌شدن شیشه جلو گیری می‌نماید. شیشه‌های ضد گلوله ازچندین لایهٔ پلاستیك وشیشه وبه‌طریقه‌شیشه‌های ضد ضربه ساخته می‌شوند.

شیشه‌های سربی که در ساختن لامپ چراغ بـه کار می‌روند ازحرارت دادن مخلوطی از کربنات پتاسیم، کربنات سدیم و اکسید سرب تهیه می‌شوند.

الیاف شیشه از عبور دادن شیشهٔ مذاب از سوراخهای ریز تهیه می گردد. این گونه الیاف بسیار مقاوم ونرم بوده و در بافتن پارچه‌های مخصوصی به‌کـار می‌روند که عایق الکتریسیته و نسوز می‌باشند. شیشه‌های مقاوم حرارت و شعله، نوع خاصی از شیشه می‌باشند کـه در ساختن ظروف‌آشپزخانه مورد استعمال دارند و در اثر تغییر ناگهانی درجهٔ حرارت نمی‌شکنند. درصد سیلیس در این گونه شیشه‌ها زیاد بوده وبه علاوه دارای موادی بنام‌اکسید بور ، اکسیدآلومینیم و اکسید زیرکونیم نیزمی‌باشند.

برای ساختن شیشه‌های رنگی مقدارکمی ازترکیبات فلزی به شیشهٔ مذاب درکوره‌اضافه می‌کنند. مثلا رنگ سبز شیشه‌هـای ارزان‌قیمت به‌علت وجود ناخالصی ترکیبات آهن می‌باشد.

شیشه‌های سبز چراغهای راهنما دارای کروم به‌صورت کرومات سدیم بوده و همچنین شیشه‌های قرمز این چراغها محتوی سلنیم مـی‌باشند. اکسید کبالت رنگ آبی تیره، فلوئورید کلسیم رنگ سفید و بالاخره اکسید ارسنیك رنگ مات به شیشه می‌دهند.

صابون

در صنعت انواع صابونها تهیه می‌شود که ترکیبی‌ازیك ماده چرب ویك‌ماده قلیایی‌می‌باشد مانند صابونهای مایع و صابونهای جامد.

آزمایش تهیه صابون :

ابزاروموادمورد نیاز : بشر، پایه و گیره و توری نسوز، منبع حـرارتی (چراغ گاز یا چراغ الکلی)، همزن، روغن مناسب مانند روغن نباتی، محلول غلیظ سود (درحدود ۴۰ درصد) اتانول (الکل)، نمك طعام.

درحدود 50^{cc} روغن نباتی دربشربریزید و 20^{cc} اتانول و 15^{cc} محلول غلیظ سودبه‌آن اضافه‌کنید. مخلوط را به‌ملایمت حـرارت دهید و مـرتباً هم بزنید. توده خمیری شکلی تشکیل می‌شود. درظرف دیگری درحدود 150^{cc} آب مقطررا تا نقطه جوش گرم کرده و توده خمیری‌ـ شکل را درآن بریزید. 50^{cc} محلول سیر شده نمك طعام به‌آن اضافه‌کنید. ظرف را درآب سرد خنك کنید. صابون خمیری شکل جمع شده درسطح را جداکنید وپس از افزودن یك قطره عطر، به‌شکل مکعب در آورده بگذارید خنك شود.

مایع باقیمانده ازاین‌عمل شامل گلیسرین است که درمقیاس‌صنعتی‌آن را با روشهای‌مناسب جدا می کنند.

جدول علامات شیمیایی وجرمهای اتمی تقریبی عناصر به‌ترتیب اعداد اتمی

عدد اتمی	نام عنصر	علامت عنصر	جرم اتمی	عدد اتمی	نام عنصر	علامت عنصر	جرم اتمی
۱	ئیدروژن	H	۱	۲۹	مس (کوئیور)	Cu	۶۳/۵
۲	هلیم	He	۴	۳۰	روی	Zn	۶۵
۳	لیتیم	Li	۷	۳۱	گالیم	Ga	۶۹/۵
۴	بریلیم	Be	۹	۳۲	ژرمانیم	Ge	۷۲/۵
۵	بر(بور)	B	۱۱	۳۳	ارسنیك	As	۷۵
۶	کربن	C	۱۲	۳۴	سلنیم	Se	۷۹
۷	نیتروژن	N	۱۴	۳۵	برم	Br	۸۰
۸	اکسیژن	O	۱۶	۳۶	کریپتون	Kr	۸۳/۵
۹	فلوئور	F	۱۹	۳۷	روبیدیم	Rb	۸۵/۵
۱۰	نئون	Ne	۲۰	۳۸	استرنسیم	Sr	۸۷/۵
۱۱	سدیم (ناتریم)	Na	۲۳	۳۹	ایتریم	Y	۸۹
۱۲	منیزیم	Mg	۲۴	۴۰	زیرکونیم	Zr	۹۱
۱۳	آلومینیم	Al	۲۷	۴۱	نیوبیم	Nb	۹۳
۱۴	سیلیسیم	Si	۲۸	۴۲	مولیبدن	Mo	۹۶
۱۵	فسفر	P	۳۱	۴۳	تکنسیم	Tc	۹۹*
۱۶	گوگرد(سولفور)	S	۳۲	۴۴	روتنیم	Ru	۱۰۱
۱۷	کلر	Cl	۳۵/۵	۴۵	رودیم	Rh	۱۰۳
۱۸	آرگن	Ar	۴۰	۴۶	پالادیم	Pd	۱۰۶/۵
۱۹	پتاسیم (کالیم)	K	۳۹	۴۷	نقره(آرژان)	Ag	۱۰۸
۲۰	کلسیم	Ca	۴۰	۴۸	کادمیم	Cd	۱۱۲/۵
۲۱	اسکاندیم	Sc	۴۵	۴۹	اندیم	In	۱۱۴/۵
۲۲	تیتانیم	Ti	۴۷	۵۰	قلع(استانم)	Sn	۱۱۸/۵
۲۳	وانادیم	V	۵۱	۵۱	انتیموان (استی بیم)	Sb	۱۲۱/۵
۲۴	کروم	Cr	۵۲	۵۲	تلور	Te	۱۲۷/۵
۲۵	منگنز	Mn	۵۵	۵۳	ید	I	۱۲۷
۲۶	آهن (فر)	Fe	۵۶	۵۴	گزنون(زنون)	Xe	۱۳۱
۲۷	کبالت	Co	۵۹	۵۵	سزیم	Cs	۱۳۳
۲۸	نیکل	Ni	۵۸/۵	۵۶	باریم	Ba	۱۳۷

جدول علامات شیمیایی وجرمهای اتمی تقریبی عناصربه‌ترتیب اعداد اتمی

عدد اتمی	نام عنصر	علامت عنصر	جرم اتمی	عدد اتمی	نام عنصر	علامت عنصر	جرم اتمی
۵۷	لانتانم	La	۱۳۹	۸۲	سرب(پلمب)	Pb	۲۰۷
۵۸	سریم	Ce	۱۴۰	۸۳	بیسموت	Bi	۲۰۹
۵۹	پراسئودیمیم	Pr	۱۴۱	۸۴	پولولیم	Po	۲۱۰
۶۰	نئودیمیم	Nd	۱۴۴	۸۵	استاتین	At	۲۱۰*
۶۱	پرومتیم	Pm	۱۴۷	۸۶	رادون	Rn	۲۲۲*
۶۲	ساماریم	Sm	۱۵۰/۵	۸۷	فرانسیم	Fr	۲۲۳*
۶۳	اروپیم	Eu	۱۵۲	۸۸	رادیم	Ra	۲۲۶*
۶۴	گادولینیم	Gd	۱۵۷	۸۹	آکتینیم	Ac	۲۲۷*
۶۵	تربیم	Tb	۱۵۹	۹۰	توریم	Th	۲۳۲
۶۶	دیسپرونیم	Dy	۱۶۲/۵	۹۱	پروتاکتینیم	Pa	۲۳۱*
۶۷	هولمیم	Ho	۱۶۵	۹۲	اورانیم	U	۲۳۸
۶۸	اربیم	Er	۱۶۷	۹۳	نپتونیم	Np	۲۳۷*
۶۹	تولیم	Tm	۱۶۹	۹۴	پلوتونیم	Pu	۲۴۲*
۷۰	ایتربیم	Yb	۱۷۳	۹۵	امریسیم	Am	۲۴۳*
۷۱	لوتسیم	Lu	۱۷۵	۹۶	کوریم	Cm	۲۴۷*
۷۲	هافنیم	Hf	۱۷۸/۵	۹۷	برکلیم	Bk	۲۴۹*
۷۳	تانتال	Ta	۱۸۱	۹۸	کالیفورنیم	Cf	۲۵۱*
۷۴	تنگستن(ولفرام)	W	۱۸۴	۹۹	اینشتینیم	Es	۲۵۴*
۷۵	رنیم	Re	۱۸۶	۱۰۰	فرمیم	Fm	۲۵۳*
۷۶	اسمیم	Os	۱۹۰	۱۰۱	مندلویم	Md	۲۵۶*
۷۷	ایریدیم	Ir	۱۹۲	۱۰۲	نوبلیم	No	۲۵۴*
۷۸	پلاتین	Pt	۱۹۵	۱۰۳	لاورانسیم	Lw	۲۵۷*
۷۹	طلا (اُر)	Au	۱۹۷	۱۰۴	کورچاتوویم	Ku	۲۶۴*
۸۰	جیوه(ئیدرارجیرم)	Hg	۲۰۰/۵	۱۰۵	هانیم	Ha	
۸۱	تالیم	Tl	۲۰۴				

جرمهای اتمی عناصری که به علامت * مشخص شده مربوط به فراوانترین یا با ثبات‌ترین ایزوتوپهای آن عنصر است.

جدول وزن حجمی برخی مواد

(باگرم برسانتیمترمکعب)

نام ماده	وزن حجمی	نام ماده	وزن حجمی
فلز پلاتین	۲۱/۴	فلز آهن	۷/۸
» طلا	۱۹/۳	» آلومینیم	۲/۷
» جیوه	۱۳/۶	» لیتیم	۰/۵۳
» سرب	۱۱/۳	بد	۴/۹
» نقره	۱۰/۵	تتراکلریدکربن	۱/۶
» مس	۸/۹	آب	۱/۰۰
یخ	۰/۹۲	ئیدروژن مایع (در ۲۵۲°C−)	۰/۰۷
تولوئن	۰/۸۶	گاز دی اکسیدکربن	$۱/۸\times۱۰^{-۳}$
نفت سفید	۰/۷۲ ~	» اکسیژن	$۱/۳\times۱۰^{-۳}$
الکل‌جوب(متانول)	۰/۷۹ ~	» نیتروژن	$۱/۲\times۱۰^{-۳}$
جوب	۰/۶ تا ۰/۹	هوا	$۱/۳\times۱۰^{-۳}$ ~
جوب‌پنبه	۰/۲۲ تا ۰/۲۶	گاز ئیدروژن	$۸/۴\times۱۰^{-۵}$