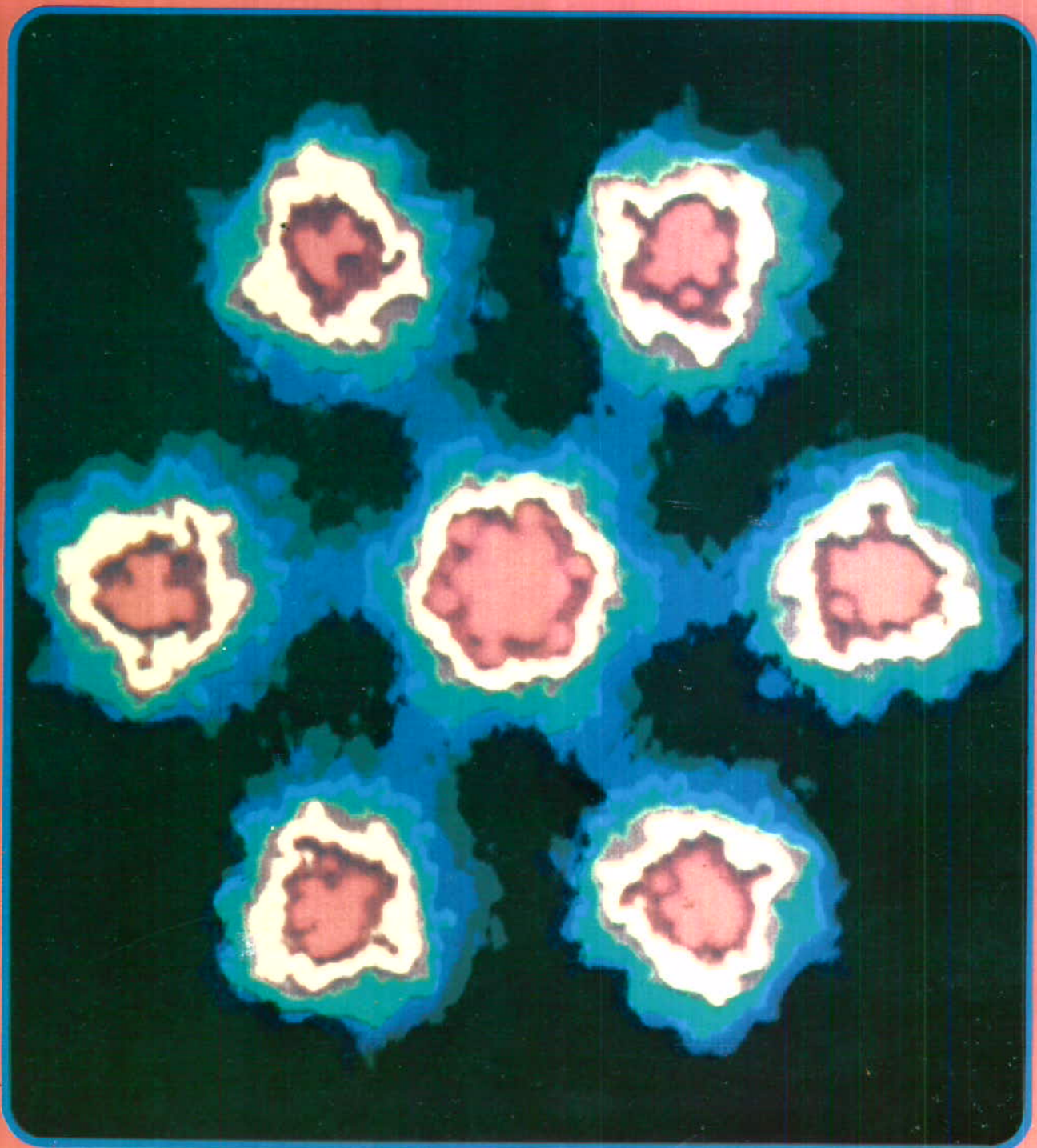


رشد آموزش شیمی

بها: ۲۰۰ ریال

سال هشتم - بهار و تابستان ۱۳۷۱ - شماره مسلسل ۳۱-۳۲





وزارت آموزش پرورش
سازمان پژوهش‌ها و تحقیقات آموزشی

دانش آموزش شیمی

سال هشتم - بهار و تابستان ۱۳۷۱ - شماره مسلسل ۳۱ - ۳۲
نشریه گروه شیمی دفتر برنامه ریزی و تألیف کتب درسی سازمان
پژوهش و برنامه ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش
نشانی: تهران - صندوق پستی ۳۶۳ - ۱۵۸۵۵
تلفن: ۴ - ۸۳۹۴۶۳ داخلی ۴۲
مجله رسد آموزش شیمی هر سه ماه یک بار به منظور اعتلای دانش دبیران
و دانشجویان دانشگاهها و مراکز تربیت معلم و سایر دانش‌پژوهان در این
رشته منتشر می‌شود. جهت ارتقاء کیفی آن نظرات ارزنده خود را به
صندوق پستی تهران ۳۶۳ - ۱۵۸۵۵ ارسال فرمائید.
سردبیر: سیدرضا آقاپور مقدم
شورای نویسندگان

دکتر حسین آقایی
دکتر محمدرضا ملاردی
دکتر مسعود روحی لاریجانی
مسئول هماهنگی و تولید: فتح‌الله فروغی
امور فنی، صفحه‌آرا و رسام: علی نجمی
دستار ناظر چاپ: محمد کشمیری



فهرست

۳		پیشگفتار
۵	میرا رضایی کهخازاله	شیمی برای کودکان
۸	سیدرضا آقاپورمقدم	کارور، جورج واشینگتن
۱۱	دکتر محمدرضا ملاردی	دوازدهمین المپیاد بین‌المللی شیمی ۱۹۸۰
۲۵	دکتر عیسی یاوری	تجزیه شیمیایی
۳۳	غلامحسین لطیفی	تهیه محلولهای نمونه
۳۶	محمدباقر جلالی	روبایی که به حقیقت پیوست
۳۸	دکتر حسین آقایی	فرایند انحلال و بحث ترمودینامیکی آن
۵۲	حسام امینی	آزمون شیمی گروه آزمایشی علوم تجربی ۷۱ - ۷۲
۵۴	سیدجلال امیرآقایی	خوابگاه الکترون
۵۶	مهندس ناصر فرزانه	تاریخ تحول صنعت و هنر رنگ
۵۸		آشنایی با دانش آموزکوشا
۶۰	دکتر منصور عابدینی	شیشه و شیشه‌سازی
۶۵		آشنایی با کتاب و مجله

توضیح روی جلد - برای عکسبرداری از این نمونه استات اورانیل - از میکروسکوپ الکترونی بهره‌گیری شده است. لگانه‌ها رنگی - با مراکز قرمز
بارجی - نمایانگر اتمهای اورانیم منفرد است. طول و زاویه‌های پیوندی اتمها و یونها در ترکیبها قابل اندازه‌گیری اند. فاصله موجود بین اتمهای اورانیم
در این ترکیب ۰۲۴۴ nm است، راستی اتمها و یونها در ترکیبها چگونه به یکدیگر متصل شده‌اند.

بر اساس رأی جلسه مورخ ۶۸/۸/۲۷ مرکز سیاستهای علمی و پژوهشی وزارت فرهنگ و
آموزش عالی اعتماد علمی این نشریه «علمی و ترویجی» تعیین شده است.



سلام بر معلم و فرخنده باد روز معلم
دوازدهم اردیبهشت



این حادثه و برکات آن، مستقیماً و تحقیقاً با تربیت انسانها ارتباط پیدا می‌کند. اگر انسانهای صالح و عالمی باشند که پیام انقلاب را درک و حفظ کنند و جهت و راه آن را پی بگیرند و به آن عمل کنند، انقلاب زنده مانده است و برکات او خواهد رسید. اگر خدای نکرده در محیطی که انقلاب به وقوع می‌پیوندد انسانها به شکل صحیحی تربیت نشوند اصول تربیت قلع و قمع شود و به آن ریزه کاریهای تربیتی اسلامی در محیط اسلامی پرداخته نشود و خلاصه انسانهایی که هم آگاه باشند، هم دلسوز، هم کاردان و هم خوش روحیه باشند و هم احساس مسئولیت کنند پرورده نشوند، مطمئناً آن اساس اولی هم به خطر خواهد افتاد و ضایع می‌شود.

اگر در دنیا مشاهده می‌فرمایید که آثار تلاشهای بشر در برهه‌ای خودش را نشان داده و جوشیده ولی بعدها کم رنگ یا زایل شده یا به عکس تبدیل شده و یا جهت آن عوض شده، همه اینها ناشی از کمبود آگاهی، فکر، اراده و روشن بینی و روحیه است، و این یعنی صفات اساسی در یک انسان تربیت شده؛ که ما باید این انسان را تربیت کنیم و این صفات را در او بدمیم، و این در دست شماست. پایه اول را شما می‌گذارید، به خصوص در سنین نوجوانی و آغاز جوانی که جوانها در اختیار آموزش و پرورش هستند.

آنچه امروز به اعتقاد بنده بیش از هر چیزی در آموزش و پرورش باید به آن توجه شود اعتقاد اسلامی و عمل اسلامی است که باید در دانش آموزان احیاء شود. یعنی باید اینطور باشد که اگر کودکی از یک خانواده‌ای بی اعتقاد یا بی مبالا نسبت به عمل و اعتقاد اسلامی به مدرسه می‌آید، یا کودکی از خانواده‌ای می‌آید که آنها اعتقاد و مبالا نشان هم نسبت به افکار و عمل اسلامی بد نیست، ولیکن بخاطر بی سواد، کمبودهای فکری و کمبودهای روانی، والدین توانایی اثرگذاری روی

فرازهایی از بیانات
حضرت آیت‌الله خامنه‌ای

رهبر معظم

انقلاب اسلامی

چیزی که در اهمیت آموزش و پرورش بنده عرض کنم و شما ندانید، وجود ندارد. حقیقت مسأله همین چیزی است که همه ما می‌دانیم، یعنی آینده کشور در دستهای شماست، در دستهای آموزش و پرورش و معلمین کشور است. بهترین نسلها، آماده‌ترین آنها برای تعلم و تربی به تربیت اسلامی در اختیار شما هستند.

انقلاب یک حادثه است که در یک نقطه‌ای از عالم اتفاق می‌افتد و آثار معجزه‌آسایی هم نشان می‌دهد. بقا و استمرار



تهاجم فرهنگی قصدش بی اعتقاد کردن نسل نو به دین، و هم اصول انقلابی و تفکر فعال است که امروز استکبار از آن می ترسد و قلمرو قدرتهای استکباری را به خطر می اندازد.

در همه زمینه های اقتصادی، فرهنگی، سیاسی، همدجا باید خودمان را تجهیز کنیم، یکی از مهمترین تدابیر این است که جوانان این مرز و بوم و نوجوانان و کودکان را اسلامی بار بیاوریم. من خیال می کنم سر لوحه برنامه های آموزش و پرورش در تنظیم کتاب، در تربیت معلم، در نظارت بر کارآموزش و پرورش بخشهای مختلف، در نظارت بر کارآموزش دهندگان و داخل مدارس، باید محور کار این باشد که بینم آیا تفکر اسلامی منتقل می شود یا نه؟ انسان سازی بر مبنای اسلام و مسلمان سازی کودکان در مدارس انجام می گیرد یا نه؟ هر چه کم بود داریم در این جهت باید بر طرف کنیم. البته آموزش و پرورش يك بنای قدیمی در کشور ماست، لکن نه بسا هندسه صحیحی از آغاز کار؛ اول کار در اینجا آموزش و پرورش را، مثل اغلب بناهای فرهنگی، بريك مبنای صحیحی نگذاشتند، شما دارید مجاهدت می کنید این مبنای صحیح را به وجود آورید، بنا بر این مشکلات زیادی دارد، مشکلات را تحمل کنید و آن را به حساب جهاد در راه خدا بگذارید، آقایان باید توجه داشته باشید که عمل جهادی انجام می دهید. در سراسر کشور زنان و مردان معلم در هر جا که هستند، باید توجه داشته باشند که واقعا مجاهدت در راه خدا، يك سختیایی هم دارد که باید آن سختیها را تحمل کنند، اگر چه دولت هم در کار محاسبه خود بایستی مشکلات شما را کم کند.

۱ - بیانات حضرت آیت آ... خامنه ای رهبر معظم انقلاب اسلامی در دیدار با وزیر، معاون و مدیران کل وزارت آموزش و پرورش در ماه ۱۳۷۵ ه.خ.

طفل را ندارند، اگر از این خانواده کودکی، تحت تصرف و تسلط آموزش و پرورش قرار گیرد باید آن خلاءها جبران شود، یعنی این کودک به يك آدم متدین، هم علماً و هم عملاً، هم اعتقاداً و هم در رفتار و عمل تبدیل شود؛ باید همت این باشد.

البته توجه دارید که انسان اسلامی فقط آن نیست که اعتقاد اسلامی داشته باشد و به آن عمل کند. بلکه اخلاق اسلامی هم رکن اساسی است و الا اگر فرض کنید انسانی را دارای عقاید محکم اسلامی و عمل به معنی نماز و روزه و این چیزها، لکن حسود، بخیل، جبان یا بدخواه و بی روحیه، بی اراده، این انسان، انسان مسلمان نیست. انسان مسلمان باید در هر سه بعد، هم بعد تربیت، هم بعد دانش و هم بعد عمل اسلامی کار کند. البته به يك اعتبار، هر سه اینها عمل است، اعتقاد هم نوعی عمل است، عمل قلبی است. به هر حال مقصود روشن است.

آنچه مهم است این است که در مدارس باید همت بر این باشد که بچه های ما از لحاظ دینی، هم در قلمرو اعتقاد و هم در قلمرو تربیت و اخلاق و هم در قلمرو تعبد عملی، انسانهای مسلمان بار بیایند. این علاج کار ماست، این اساس کار ماست. البته روحیه دانش دوستی، خود جزه تربیتهای اسلامی است یعنی اگر ما اخلاق اسلامی را بخواهیم گسترش دهیم این نیز جزه آن است. مرتبه علم و پیشرفت مراتب علم جزه اساس کار شماست که باید به آن توجه شود، تقسیم علوم، پیدا کردن اولویتها و اینکه امروز در این فصل، در این پنج یا ده سال، بایستی خیل دانش آموزان به چه علمی بیشتر گرایش داده شوند، و توجه داده شوند، اینها مسایل کاری و فنی شماست که به آن واقف تر هستید. این علاج کار ماست، یعنی بایستی با وجدان اسلامی، بچه ها تربیت شوند.

اینکه از تهاجم فرهنگی نام بردند و اینکه ما در خط مقدم آن هستیم امروز واضح است. بنده این را قبول دارم، چون

این مقاله به کتاب شیمی سال سوم علوم تجربی - ریاضی فیزیک مربوط است.

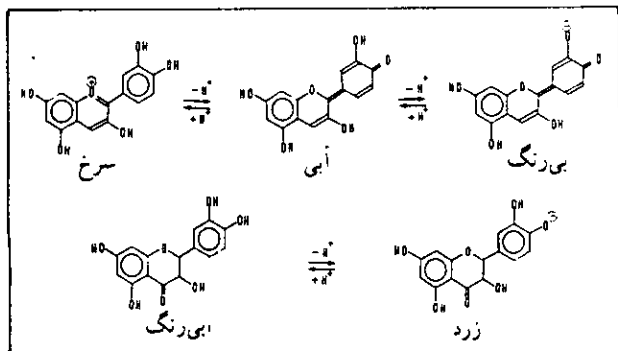
شیمی برای کودکان

«ارائه شده در دهمین کنفرانس بین‌المللی آموزش شیمی، اوت ۱۹۸۹ در شهر واترلو کانادا»

طراحی بر روی کاغذ رنگ شده با جوهر کلم قرمز*

ترجمه از: مینا رضایی کهخاژاله

آریزوم^۱ همراه با شیمی شناساگرهای اسید - باز است. در، آریزوم، یک تکه کاغذ سفید بصورت یک شکل پیچیده، تاسی شود و سپس انتهای هر قسمت تاخوردۀ کاغذ، در مادهٔ رنگی فرو می‌رود. در طی این کنشها و واکنشها، ابتدا کاغذ با رنگ‌های گیاهی، رنگ می‌شود و سپس خشک می‌شود. پس از آن کاغذ را تا می‌کنند و قسمتهایی از آن را در محلولهایی شفاف و بی‌رنگ از اسیدها و بازها فرو می‌برند. جزئیات بیشتر این روش در زیر آمده است:



(شکل ۱: مثالهایی از رنگدانه‌های گیاهی)

بسیاری از مردم به این نکته آگاهند که کلم قرمز، پیاز قرمز و پوست تربچه، اگر مدتی در سرکه بماند به رنگ قرمز درخشانی درخواهند آمد. از عصارهٔ کلم قرمز می‌توان به عنوان شناساگر برای تعیین میزان اسیدی یا بازی بودن محلولها استفاده کرد. این عمل را کودکان نیز می‌توانند به اندازه بزرگسالان انجام دهند.

عصارهٔ این مواد و دیگر گیاهان، ممکن است دارای مادهٔ رنگی به نام آنتوسیانین^۲، که رنگ آن بین قرمز تا آبی است، باشد و یا حاوی رنگدانهٔ دیگری به نام فلاونول^۱، که می‌تواند به صورت بی‌رنگ تا زرد رنگ، ظاهر گردد باشد. ساختار مولکولی این سواد و همچنین رنگ آنها وابسته به pH می‌باشد (۲، ۳). PH معنی که تغییر رنگ در آن نقطه توسط رنگدانه‌های آنتوسیانین و فلاونول اتفاق می‌افتد وابسته به تعداد هیدروژنهای گروه هیدروکسیل است که به وسیلهٔ گروههای متیل جایگزین می‌شوند. در شناسایی مواد قندی و کاتیونهای فلزها، از معرفهایی استفاده می‌شود که دارای ترکیبی از این دو رنگدانه هستند. مثالهایی از این دو رنگدانه در شکل یک نشان داده شده است. در اینجا اساس کار و نحوهٔ عمل ترکیبی از یک تکنیک سنتی ژاپنی به نام

چگونگی رنگ کردن کاغذ

۱ - کاغذ مورد استفاده را، که ممکن است یک لوله کاغذ شوجی (shoji) ژاپنی باشد، به قطعاتی به عرض ۱۸ (هجده) سانتیمتر، ببرید. می‌توان به جای آن، از دستمال کاغذی، دستمال سفره و یا رشته‌های بافته دو شده و یا هر کاغذ دیگری که سفید و جاذب بوده و در مقابل رطوبت مقاوم باشد و ضخامت آن نیز زیاد نباشد، استفاده کرد.

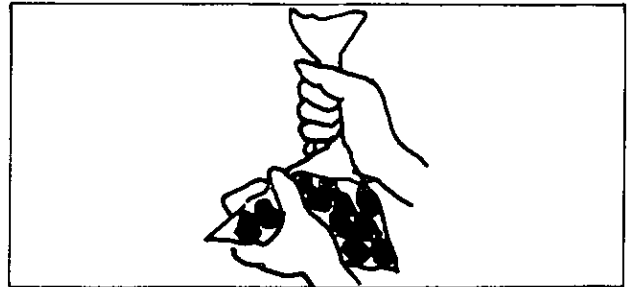
۲ - نیمی از یک کلم قرمز را به قطعه‌های کوچک خرد کنید و آنها را داخل یک کیسه پلاستیکی قرار دهید. به اندازه کافی به آن ایزوپروپیل الکل بیافزایید تا کلم‌ها کاملاً خیس بخورند. سپس همانگونه که در شکل ۲ می‌بینید کیسه محتوی کلم را تکان داده و به کمک دست نیز کیسه را مالش دهید تا کلم‌ها کاملاً خیس بخورند. هنگامی که الکل موجود در کیسه توسط رنگدانه موجود در کلم رنگی شد، یک گوشه از کیسه را سوراخ کنید و اجازه دهید تا محلول رنگی بیرون آید. محلول خارج شده را که احتیاجی به صاف کردن نیز ندارد، به یک ظرف منتقل کنید. ۳ - صفحات کاغذ را در محلول رنگی بخیسانید و سپس آنها را در سایه خشک کنید. اگر کاغذها به رنگ ارغوانی درنیامده باشند آنها را دوباره رنگ کنید. صفحات را تا موقع لازم در یک کیسه پلاستیکی قرار دهید و آنها را در جای تاریک و سردی چون فریزر نگهداری کنید. (نگهداری آن در دمای اتاق، ممکن است پس از چند روز از نظر بوی آن مشکلاتی را بیار آورد.)

pH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----

رنگ	سرخ	بنفش	آبی	سبز	زرد
-----	-----	------	-----	-----	-----

توضیح جدول

(کلم قرمز شامل غلظت بالایی از دو رنگدانه آنتوسیانین و فلاونول است و به همین دلیل انواع مختلف رنگها را در PH های مختلف فراهم می‌کند)



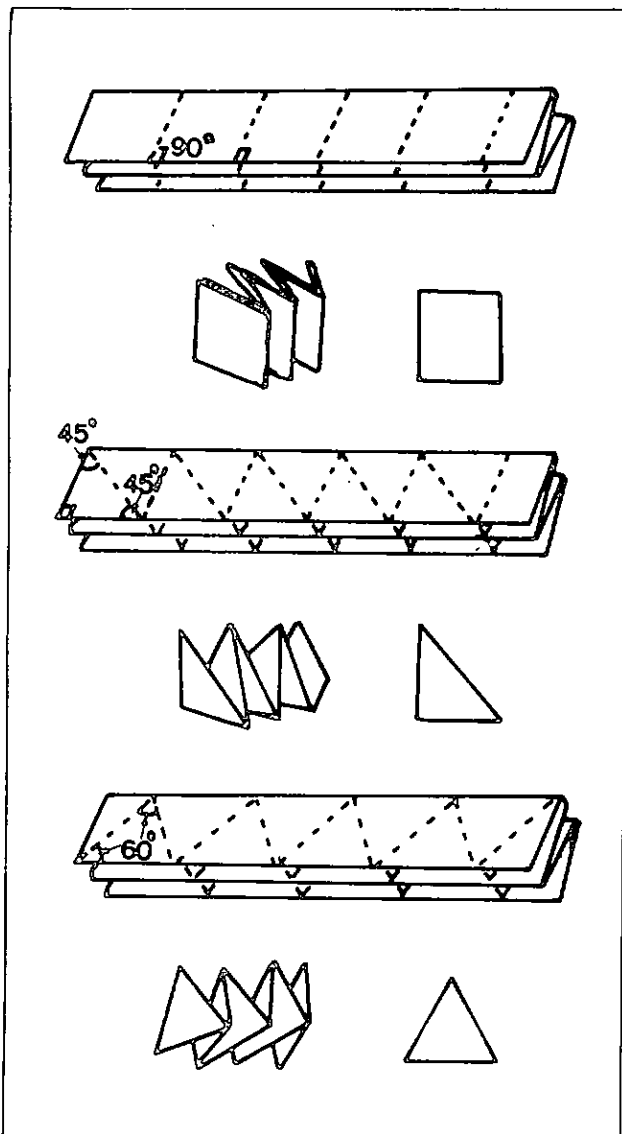
شکل (۲)

(استخراج رنگدانه بوسیله مالش کیسه پلاستیکی حاوی برگ کلم قرمز خرد شده و ایزوپروپیل الکل)

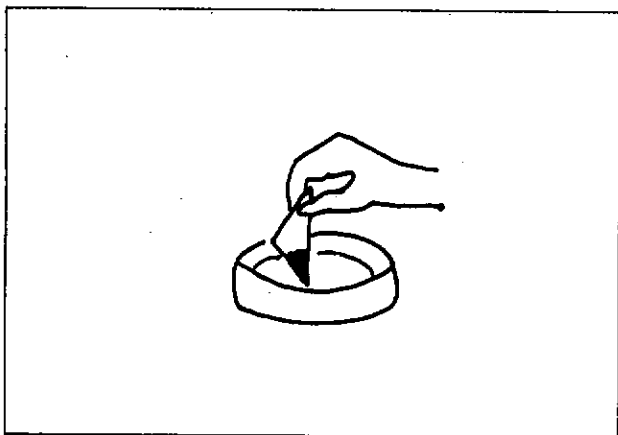
چگونگی ساختن طرح‌ها

۱ - یک صفحه کاغذ رنگ شده را شش یا هشت بار تا کنید. (مانند چین‌های آکوردئون). صفحه تا شده را دوباره به صورتی تا بزنید که یک مربع، یک مثلث متساوی الاضلاع یا یک مثلث قائم الزاویه متساوی الساقین، همانگونه که در شکل ۲ می‌بینید، به دست آید.

۲ - محلولهای هم خانواده متنوعی را مانند جوهر لیمو، سرکه سفید، مایع شیشه شور، نوشیدنی‌های غیر الکلی و یا شوینده‌های مایع را جمع‌آوری کنید. همچنین محلولهای آبی مثل جوش شیرین، صابون یا شوینده، آنتی اسید، یا آسپرین را آماده کنید. یا اگر در توان شماست، محلولهای رقیق HCl با pH (۳ و ۵) و یا محلولهای رقیق سود با pH (۹، ۱۱، ۱۳) را فراهم آورید.



(شکل ۳: چگونگی تا کردن یک صفحه کاغذ به شکل مربع منظم مثلث متساوی الاضلاع، یا مثلث قائم الزاویه متساوی الساقین)



(شکل ۵: جگونگی وارد کردن یک انتهای کاغذ ناشده در محلول)

دادن یا استفاده از همزن یا فشار) به کار گرفت.
 ۵- به کودکان اجازه ندهید که کاغذهای تاشده را در اسیدهای قوی، بازهای قوی، غلظت‌های بالای محلول‌های پاک‌کننده قوی یا دیگر محلول‌های برانرژی و خطرناک فرو کنند.*

نقل از: Journal of chemical Education
 VoL. 68, No. 7 - JULY 1991

صفحات: 589 و 588

Presented at the Tenth International Conference on Chemical Education, Waterloo, ON, Canada, August 1989.

1 Mebane, R. C.; Rybolt, T. R. *J. Chem. Ed.* **1985**, 62, 285.

2 Goto, T. *Progr. Chem. Natural Products* **1987**, 52, 113 - 158.

3 Gipps, J. *Chemeda: Aust. J. Chem. Educ.* **1990**, 28, 31 - 33.

۱) نقل از Journal of chemical Education, جلد ۶۸، شماره ۷، ژوئیه ۱۹۹۱
 صفحات ۵۸۹ - ۵۸۸.

2) Chieko Suzuki

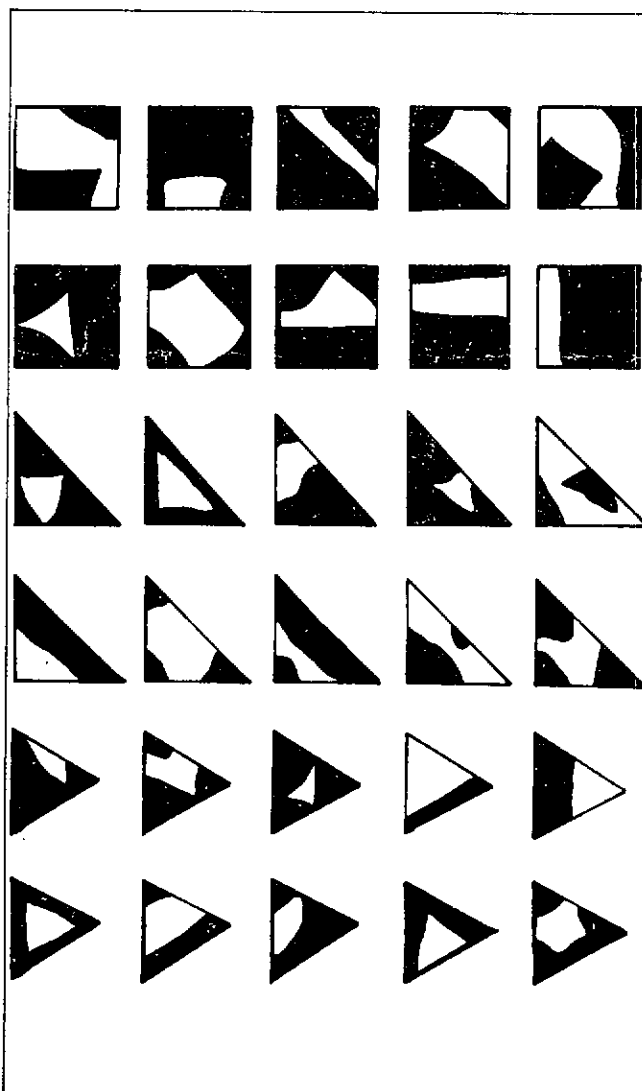
Department of Education, Shiga University, 2 - S - 1 Hiratsu,
 Ohtsu - shi - Shiga, 520, Japan

3) anthocyanin

4) flavonol

5) orizome

6) shoji



(شکل ۴: مثالهایی از طرح‌های روی کاغذ تاشده بعد از فرو کردن در محلول‌های با pH مختلف)

۲- یک انتهای کاغذ تاشده را داخل یکی از محلول‌ها و دیگری را در محلول دیگری وارد کنید. همانگونه که در شکل ۳ نشان داده شده است. مثال‌های زیادی از طرح‌های روی کاغذهای تاشده در شکل ۴ نمایش داده شده است.

۳- تا‌های کاغذ را آهسته باز کنید و کاغذها را مدتی برای خشک شدن کنار بگذارید. طرح بدست آمده شناساگری رنگی برای تعیین میزان اسیدی یا بازی بودن محلول‌های مورد استفاده خواهد بود.

۴- در هنگام تهیه و استفاده از محلول‌ها باید روش‌های مناسبی که برای سلامتی همراه با خطر نباشند بکار گرفته شوند. اگر از الکل به عنوان حلال استفاده می‌شود و کودکان شما را در این مرحله یاری می‌دهند باید از عینک ایمنی و دستکش استفاده کنند. یا می‌توان به جای الکل برای استخراج رنگدانه‌ها از کلم قرمز، آب را (با حرارت

جورج واشینگتن، گیاه‌شناس، شیمیدان کشاورزی و نقاش آمریکایی در ایالت میسوری^۲ زاده شد. وی برده‌ای سیاه پوست، بسیار ناتوان و لاغر اندام بود. پس از درگذشت پدر، مادر سرپرستی او را به عهده داشت. اندک پس‌انداز پدری به پایان رسید و خانواده‌اش تهیدست شدند تا جایی که نزدیک بود جورج از گرسنگی از پای در آید، پدرش در حیات خود بارها یادآوری کرده بود که جورج توانایی جسمی کارهای سنگین را ندارد. جورج علاقه ویژه‌ای به گل و گیاه داشت و در همان دوران کودکی گل و سبزیجات می‌کاشت.



کارور، جورج واشینگتن!

(۱۹۴۳ - ۱۸۶۴)

سیدرضا آقابور مقدم

در زمانی که سیاه‌پوستان را در ردیف بردگان به شمار می‌آوردند و آنها را خرید و فروش می‌کردند (سال ۱۸۵۶ میلادی با تصویب ماده اصلاحی سیزدهم قانون اساسی آمریکا بردگی در سراسر آمریکا الفاشد) جورج در شمار بردگان بود. دوران کودکی وی بسیار به سختی گذشت تا این که موزس کارور،^۱ مهاجر آلمانی او را نیزه خود نگهداشت. پیشه موزس، پرورش اسبهای بود که در مسابقه‌های اسب دوانی شرکت می‌کردند؛ اما اندکی بعد، راهزنان آرکانزاس کودک را ربودند و به ظاهر در این گیر و دار مصادر کشته شد و کودک در ازای یک رأس اسب مسابقه اسب دوانی به خانه موزس کارور باز گردانیده شد. از آن پس خانواده موزس، جورج را به فرزندی پذیرفتند و او هم، نام خانوادگی ناپدری خود را بر خویش نهاد و از آن زمان به جورج کارور مشهور شد. جورج بسیار مایل بود که درس بخواند و این خواسته‌اش را با موزس کارور در میان گذاشت، اما پاسخ شنید که مدرسه آن منطقه، سیاه بوستان را نمی‌پذیرد. با این حال جورج اظهار می‌داشت که جایی پیدا می‌کنم، می‌روم، کار می‌کنم و درس هم می‌خوانم به این ترتیب پس از یک دوره خدمتگزاری در منزل اشخاص گوناگون، شاگردی در آزمایشگاه،

- من باید بیشتر بفهمم و بدانم، با قدرت تمام به دانشگاه خواهم رفت و خدای بزرگ راهنما و کمک من خواهد بود.
- انسانهای باصفا و با محبت می‌توانند خوراک همه انسانها و جانوران را فراهم کنند.
- انسانها از هر رنگ و نژاد، اگر درست آموزش ببینند و پرورش یابند جهان، بهشت برین خواهد شد.
- از فرآورده‌ها آنچه را که کشف یا تهیه کرده‌ام، هیچ کدام نباید در جنگ برای ویرانی و نابودی مردم به کار رود.
- * در مدالی که به عنوان سپاس به وی داده شد، چنین آمده است:
به دانشمندی اهدا می‌شود که با فروتنی تمام در پی صراط مستقیم پروردگار می‌شتافت و می‌کوشید تا همه بشر چه سیاه و چه سفید پوست را نجات بخشد.
- * در سال ۱۸۶۴ میلادی به مناسبت کوششهایی که در شیمی کشاورزی کرده بود به او نشان اسپینگارن^۱ دادند.
- او این افتخارها را تنها از آن خود نمی‌دانست و همه جا می‌گفت: «من نمونه‌ای از نژادم هستم، اگر فخری هم هست تنها به من نمی‌رسد».



آفات گیاهی گوناگون دچار سرنوشت اندوهباری شده بود. برافکند و کشت سیب زمینی و بادام کوهی را به جای آن معمول داشت و همواره می‌گفت: «هنگامی که می‌شود بهتر زندگی کرد، چرا نکنیم؟».

در کشت سیب زمینی و بادام زمینی موفق شد و میزان این فرآورده‌ها را چندین برابر کرد، وی بر اثر کوشش و تلاش توانست جای لوئر برینگ^۷ طبیعی‌دان آمریکایی را بگیرد. از سیب‌زمینی شیرین پوسیده، رنگ

آبی درست کرد. از پوست بادام زمینی ورقه‌های ضخیم و بزرگ دیواری ساخت. از ساقه، شاخه، سبوس و پوسته‌های دور ریختنی ورقه‌های جلادار بسیار مرغوب ساخت. از بادام کوهی، گرد خشک جرب، نوعی پنیر و... به عمل آورد. روزی که برای نمایندگان مجلس، کارهای خود را شرح می‌داد، سناتوری پرسید «اگر روزی، همه خوراکیها از میان برود، بشر می‌تواند با سیب زمینی و بادام کوهی به زندگی خود ادامه دهد؟». وی چنین پاسخ داد: «انسانهای با صفا و با محبت می‌توانند خوراک همه انسانها و جانوران را فراهم کنند».

در این زمینه در قرآن کریم سوره هود آیه ششم آمده است: ما من دابة فی الارض الا علی الله رزقها، نیست جنبنده‌ای مگر این که روزیش با پروردگار است».

در سال ۱۹۱۵ تئودور روزولت^۸ رئیس جمهور وقت آمریکا، در خانه کارور از او دیدار کرد. لوادیسن^۹ در آزمایشگاه خود کاری برایش در نظر گرفت و به او نوشت که حقوق وی بیش از ۱۰۰ هزار دلار در سال خواهد بود. نظر دولت وقت چنین بود که تنها با کشت بادام نمی‌توان زندگی کرد زیرا کاربرد چندانی ندارد اما جورج مخالف آن بود و اظهار می‌داشت که بادام زمینی، عالی‌ترین خوراک بشر است و می‌توان هر نوع غذایی را از بادام زمینی به دست آورد و کشاورزان باید از همین ساعت بادام زمینی بکارند. او برای

کارگری در کشتزارها، آشپزی، لباس شویی، آوارگی، در به دری، سرگردانی و حتی خوابیدن در اصطبل، دوره متوسطه را به پایان رساند و سرانجام به دانشگاه راه یافت. با وجودی که لباسهای کهنه می‌پوشید، اما به پاکیزگی و بهداشت توجه ویژه‌ای داشت. همواره طرحتی را که پشت جلد کتابی دیده بود و آن تصویر مردی بود که خود را از پرتگاهی بالا می‌کشید تا به معبد دانش برسد، همواره در ذهنش داشت. او هم می‌کشید تا به آستانه این معبد برسد. به هنگام نام‌نویسی در دانشگاه به او گفتند که سیاه‌پوستان را نمی‌پذیرند، سرانجام وی با این همه دشواریها، توانست در سال ۱۸۸۹ به دانشکده کشاورزی ایالت آیووا^{۱۰} راه یابد. وی نخستین سیاه‌پوستی بود که در این دانشکده پذیرفته شد و توانست در سال ۱۸۹۲ گواهی‌نامه کارشناسی ارشد (فوق لیسانس) را بگیرد و در همین دانشکده به کار مشغول شود. در سال ۱۸۹۴ کارور درجه دکتری علوم را از دانشگاه باجلر^{۱۱} دریافت کرد، سپس با سمت استادی در ایالت آیووا به تدریس علوم گیاه‌شناسی پرداخت. این همان برنامه‌ای بود که مدتهای طولانی آرزوی آن را داشت. او تا سال ۱۸۹۶ در دانشکده ایالتی لوآ به تدریس مشغول بود. در بهبود شرایط اقتصادی کشورهای متحد جنوب آمریکا کوشید و اصلاح زمین و تنوع کشت را آموزش داد. وی نخستین بار در سال ۱۸۹۶، زمانی که مردم شهر تسکج در فقر و سرگردانی بسر می‌بردند به آنجا روی آورد، یک دست لباس مشکی بسیار کهنه اما پاکیزه تهیه کرد با همان لباس به واشینگتن رفت. از فرآورده‌های گوناگونی مانند شیر، پنیر، کره و ... را که با رنج و دشواری فراوان از بادام کوهی به دست آورده بود، در جبهه‌های بزرگ چوبی با خود به واشینگتن برد.

وی گامهای برجسته‌ای در راه اصلاح کشاورزی برداشت. نمونه‌های زیادی از قارچها را تهیه کرد. کشت پنبه را که بر اثر

صدها کشاورز نامه روانه کرد و اعلام داشت که کشت بادام زمینی، زمین را قوی کرده و این گیاه به آسانی نمو می‌کند. خوراک آن برای بدن انسان بسیار سودمند است. روغن این فرآورده در جهان، بهترین روغن گیاهی خواهد بود. تعدادی از کشاورزان آلاباما نظر جورج را پذیرفتند و بادام زمینی کاشتند، اما همواره نگران بودند که چه بر سر آنها خواهد آمد. وی پس از کشت، درو و گردآوری بادام با چندین زنبیل از آن، بی سروصدا به آزمایشگاه خصوصی خود رفت، در راه روی خویش بست و پس از چند روز از آزمایشگاه بیرون آمد. از برخی از دانشجویانش خواست که همراه او به آزمایشگاه بروند. دانشجویان به محض ورود به آزمایشگاه نمونه‌هایی از پنیر، شیر، گرد صورت، صابون، ماده رنگی و... دیدند که همه آنها از بادام زمینی به دست آمده بودند. در پاسخ این همه خدمت، تنها دانشجویان وی را ستودند و قدردانی کردند. کارور گفت: «خالق، اندیشه‌های عالی به من مرحمت فرموده است تا بدست خود بادامها را بالایش دهم، جدا کنم





چه نیکو گفته است:

«انسانها از هر رنگ و نژاد، اگر درست آموزش و پرورش ببینند جهان، بهشت برین خواهد شد». زندگی پرثمر کارور نشان داد که برخلاف تبلیغ نژادپرستانه برخی غربیها استعداد علم را خداوند وقف نژاد خاصی نکرده است بلکه همان طور که در قرآن کریم در آیه اول از سوره مبارکه حجرات آمده است: «همه انسانها از هر نژاد مخلوق خدایند و گرامی ترین انسانها نزد پروردگار، با تقوی ترین آنهاست». وی در شهر تاسکیگی از ایالت آلاباما در ۱۵ ژانویه ۱۹۴۳ درگذشت.

باورقی‌ها:

- 1 - Carver, G. Washington
- 2 - Spingarn
- 3 - missouri
- 4 - Moses Carver
- 5 - Jova
- 6 - Bachelor
- 7 - Burbank
- 8 - Theodore Roosevelt
- 9 - Edison
- 10 - Henry Ford
- 11 - Tuskegee

منابع:

- ۱ - سیاه مبارز نوشته آن نری وایت (Anne Terry White) ترجمه احمد بطحانی
- ۲ - دائرة المعارف شیمیدانان جهان تألیف سیدرضا آقا پورمقدم

- 3 - Chemistry A modern course teacher annotated

همکاری کند استغفای وی پذیرفته شد. در پی آن، جورج به بوکر پوست و در مدرسه‌ای که تنها برای سیاه پوستان دایر شده بود، به همکاری پرداخت.

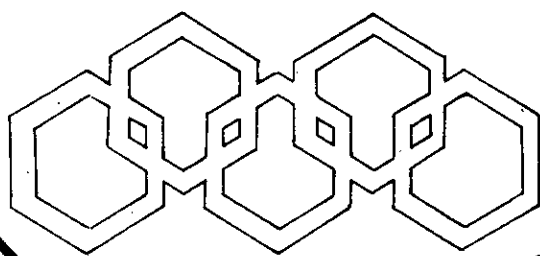
وی عقیده داشت که می‌توان از خاک رُس آلاباما، رنگ ساخت و از آرد سیب‌زمینی پرده و کیسه تهیه کرد و از شاخه و ساقه گیاهان، گلیم یافت. وی به کار و آزمایشگاه عشق می‌ورزید و بسیار بشردوست بود. دوست داشت گلها را نقاشی کند. چندین بار به خاطر نقاشیهایش به وی پاداش دادند و کارهایش را به نمایش گذاشتند میل به ثروت اندوزی نداشت و به تشریفات ظاهری ارج نمی‌نهاد. وی پولهایش را بیش از مرگ در راههای خیر مصرف کرد و از اندوخته‌هایش برای تأسیس موسسه جورج واشینگتن بهره گرفت. برای تجهیز آزمایشگاه، کارور، دانشجویان خود را در پی گردآوری وسایل قابل بهره‌گیری از میان زباله‌های کنار شهر فرستاد. دانشجویان در بازگشت از محل، تعدادی قوطی حلب، چراغ نفتی فرسوده، لوله کهنه، بطریهای شیشه‌ای و... همراه خود آوردند. با فروش این وسیله‌ها کارور آزمایشگاه خود را تا اندازه‌ای مجهز کرد.

در سال ۱۹۵۳ پس از مرگش، کشتزاری که در آن کار می‌کرد در شمار آثار ملی درآمد و مسؤولان ایالت میسوری، برای راهنمایی مسافران، تابلویی در کنار جاده نصب کردند که در آن آمده است: «به سوی زادگاه جسورج واشینگتن کارور، دانشمند بزرگوار سیاه پوست».

و از ترکیب و آمیختن مواد حاصل از آن، این فراورده‌ها را به دست آوردم».

کارور دوباره تلاش خود را متوجه رشد سیب زمینی شیرین کرد که در «آلاباما» به عمل می‌آید. وی موفق شد از سیب زمینی شیرین که در آلاباما می‌روید فراورده‌های زیادی شامل مایعهای صنعتی و خوراکی تهیه کند و به بازارهای آن روز ارائه دهد.

در جنگ جهانی اول (۱۹۱۴ تا ۱۹۱۸) کارور به واشینگتن رفت. وی آگاهیهای فراوانی در زمینه سیب‌زمینی به دست آورد و بنا به خواست دولت آمریکا، برای تغذیه سربازان ارتش آمریکا و در پی آن برای سربازان انگلستان و فرانسه آرد سیب‌زمینی تهیه کرد. اتحادیه کشاورزان بادام آمریکا در سال ۱۹۲۱ از جورج کارور دعوت کردند که پیش از رفتن به کمیته مجلس سنای آمریکا به واشینگتن برود تا در مجمع آنها شرکت و سخنرانی کند. کارور با گاندی دوست بود. در سال ۱۹۱۷ عضو انجمن سلطنتی صنایع لندن بود. در سال ۱۹۲۰ دانشگاه سمپ سن درجه افتخاری دکتری حقوق به وی هدیه کرد. وی با توماس ادیسون و هنری فورد^{۱۱} دوست بود، با وجود این همه افتخارها، او هرگز فراموش نکرد که یک کارگر ساده در بین دوستان و کشاورزان فقیر آلاباما بوده است. در همین برهه، بوکر واشینگتن رهبر سیاه پوستان تاسکیگی^{۱۱} می‌کشید تا گامهای اساسی در راه بهزیستی سیاه پوستان بردارد. ندای او روح و وجدان جورج را تکان داد تا جایی که وی از دانشکده کشاورزی استمفا داد تا با وی



دوازدهمین

المپیاد بین المللی

شیمی ۱۹۸۰

لینز (LINZ) - اتریش

دکتر محمدرضا ملاردی
دانشیار دانشگاه تربیت معلم

مساله ۱

تفکیک کلر (مولکولی) فرایندی گرماگیر است.

$$(\Delta H = ۲۴۳/۶ \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-۱})$$

این عمل تفکیک می تواند بر اثر نور نیز انجام گیرد.

سؤال اول:

انتظار دارید که این اثر جداکنندگی نور، در چه طول موجی روی دهد؟

سؤال دوم:

آیا این اثر با نوری که طول موج آن کوچکتر یا بزرگتر از طول موج آستانه حساب شده باشد، نیز انجام پذیر است.

سؤال سوم:

انرژی فوتونی که این طول موج را دارد، چقدر است؟ هرگاه نوری که می تواند اثر جداکنندگی داشته باشد، بر مخلوطی گازی از کلرو هیدروژن بنابد، کلرید هیدروژن تشکیل می شود. این مخلوط تحت تابش فرابنفش يك لامپ جیوه ای ($\lambda = ۲۵۳/۶ \text{ nm}$) قرار می گیرد. این لامپ دارای توان ۱۵ وات است. مقدار ۲ درصد انرژی حاصل جذب مخلوط گازی (در يك ظرف ۱۵ لیتری) می شود. پس از ۲/۵ ثانیه تابش، ۶۵ میلی مول HCl تشکیل می شود.

سؤال چهارم:

بازدهی کوآنتوم (تعداد مولکولهای حاصل نسبت به فوتونهای جذب شده) چقدر است.

سؤال پنجم:

این مقدار را چگونه می توان با توجیه کیفی به دست آورد؟ مکانیسم واکنش را وصف کنید.

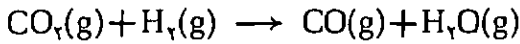
حل

۱- چون

$$\Delta H = N_A \cdot h\nu_1 \quad \text{و} \quad \lambda_1 = \frac{c}{\nu_1}$$

تبادل گاز آب

واکنش گازی همگن:



اصطلاحاً تبادل گاز آب نامیده می‌شود.

(a) با استفاده از انتالپی این واکنش که

$$\Delta H_{1000}^\circ = 35040 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$$

و انتروپی آن که

$$\Delta S_{1000}^\circ = 22/123 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

است، مقدار انرژی گیبس واکنش، ΔG_{1000}° را برای آن در 1000K حساب کنید.(b) مقدار ثابت تبادل K_p برای واکنش گاز آب در 1000K چقدر است؟(c) مقادیر ثابتهای تبادل، K_x و K_c در همان دما (1000K) چقدرند (x، کسر مولی و c غلظت مولی بر حسب مول در لیتر است).

توجه - این مخلوط گازی رفتار ایده‌آلی دارد.

(d) مخلوطی از گازها را که شامل ۳۵ درصد حجمی H_2 و ۴۵ درصد حجمی CO و ۲۰ درصد حجمی بخار آب است تا 1000K گرم می‌کنیم. پس از برقراری تبادل گاز آب، ترکیب درصد اجزای این مخلوط را معین کنید.(e) از روی مقدار انتالپی واکنش (ΔH_{1000}°) و مقدار گرمای مولی، C_p° (که بین دماهای 1000K تا 1400K صدق می‌کند)، مقدار انتالپی واکنش ΔH° را در 1400K حساب کنید:

$$\Delta H_{1000}^\circ = 35040 \text{ J}$$

$$C_p^\circ(\text{CO}_2) = 42/31 + 10/09 \cdot 10^{-3} \text{ T J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$C_p^\circ(\text{H}_2) = 27/40 + 3/20 \cdot 10^{-3} \text{ T J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$C_p^\circ(\text{CO}) = 28/34 + 4/14 \cdot 10^{-3} \text{ T J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$C_p^\circ(\text{H}_2\text{O}) = 30/09 + 10/67 \cdot 10^{-3} \text{ T J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= \frac{CN_A h}{\Delta H} \\ &= \frac{3 \times 10^8 \times 6/02 \times 10^{23} \times 6/6 \times 10^{-24}}{2/436 \times 10^5} \\ &= 2/91 \times 10^7 \text{ m} = 291 \text{ nm} \end{aligned}$$

۲- نوری که طول موج کوتاه دارد، مؤثر است. زیرا فوتونهای آن انرژی بیشتر از حد لازم را دارند. در صورتی که فوتونهای نوری که طول موج بلندتری دارند، آنقدر ضعیف‌اند که نمی‌توانند عمل تفکیک را انجام دهند.

$$E_1 = h\nu_1 = \frac{h \cdot c}{\lambda_1} \quad 3-$$

$$= \frac{6/6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{2/91 \times 10^{-7}}$$

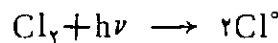
$$= 4/03 \times 10^{-19} \text{ J}$$

۴- بازده کوآتوم (ϕ) عبارت از:

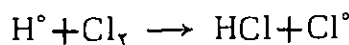
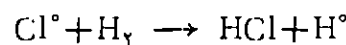
$$\phi = \frac{\text{تعداد مولکولهای HCl تشکیل شده}}{\text{تعداد فوتونهای جذب شده}}$$

$$\phi = \frac{n_{\text{HCl}} \cdot N_A}{E_{\text{tot}}} = \frac{6/5 \cdot 10^{-2} \times 6/02 \cdot 10^{23}}{0/2 \cdot 2/5} = 6/1 \cdot 10^4$$

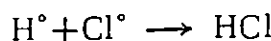
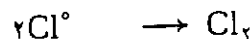
$$\frac{h \cdot c}{\lambda_2} = \frac{6/6 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{2/536 \cdot 10^{-7}}$$

انرژی تابیده شده برابر $0/2 \times 0/02 = 0/2$ وات است. ۵- بازدهی کوآتوم مشاهده شده، مبتنی بر یک مکانیسم زنجیری است که با زنجیره واکنش

آغاز و با زنجیره واکنشهای



انتشار می‌یابد و عمدتاً از راه واکنشهای:



پایان می‌پذیرد.

$$K_p = K_x = \frac{X_{CO} X_{H_2O}}{X_{CO_2} X_{H_2}} = \frac{(X_{O,CO} - X) \cdot (X_{O,H_2O} - X)}{X(X_{O,H_2} + X)} = 0.1703$$

$$(X_{O,CO} - X)(X_{O,H_2O} - X) = K(X_{O,H_2} + X)X \quad , \quad K = K_x$$

$$X_{O,CO} X_{O,H_2O} - X(X_{O,H_2O} + X_{O,CO}) + X^2 = K X X_{O,H_2} + K X^2$$

$$X^2(1 - K) - X[X_{O,H_2O} + X_{O,CO} + K X_{O,H_2}] + X_{O,CO} \cdot X_{O,H_2O} = 0$$

با جا گذاری مقادیر عددی خواهیم داشت:

$$X^2(1 - 0.1703) - X - \{0.20 + 0.45 + 0.1703 \times 0.35\} + 0.45 \times 0.20 = 0$$

$$0.2997X^2 - 0.89605X + 0.09 = 0$$

$$X^2 - 3.01703X + 0.303030 = 0$$

$$X_{1,2} = \frac{1.508515 \pm \sqrt{2.275618 - 0.303030}}{2} = \frac{1.508515 \pm \sqrt{1.972588}}{2}$$

$$X = \frac{1.508515 - 1.404488}{2} = 0.104027$$

(علامت + به جوابی مربوط است که مفهوم فیزیکی ندارد. علامت - $X > 1$ است.)

$$X = 0.104$$

$$X_{CO} = 0.346, \quad X_{CO_2} = 0.104$$

$$X_{H_2O} = 0.096, \quad X_{H_2} = 0.454$$

$$e) \Delta C_p^\circ = C_p^\circ(CO) + C_p^\circ(H_2O) - C_p^\circ(CO_2) - C_p^\circ(H_2) = -11.28 + 1.52 \times 10^{-3} T] \cdot K^{-1} \text{mol}^{-1}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_{1400}^\circ &= \Delta H_{1000}^\circ + \int_{1000}^{1400} \Delta C_p^\circ dT \\ &= \Delta H_{1000}^\circ + \int_{1000}^{1400} (c_1 + c_2 T) dT \\ &= \Delta H_{1000}^\circ + c_1(1400 - 1000) + 0.5c_2(1.4 \times 10^6 - 1 \times 10^6) \end{aligned}$$

(با در نظر گرفتن اینکه)

$$\int_a^b (C_1 + C_2 x) dx = C_1(b-a) + 0.5C_2(b^2 - a^2)$$

$$+ 0.5C_2(b^2 - a^2)$$

(است)

f) بر اساس مقدار ΔH° به دست آمده در بالا، در مورد جابجایی تعادل گاز آب بر اثر بالا رفتن دما، چه می‌توانید بگویید؟

حل

$$\Delta H_{1000}^\circ = 35040 \text{ J} \quad (a)$$

$$\Delta S_{1000}^\circ = 32.11 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$\begin{aligned} \Delta G_{1000}^\circ &= \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ = 35040 - 1000 \cdot 32.11 = 35040 - 32110 \\ &= 2930 \text{ J} \quad (b) \end{aligned}$$

$$\Delta G^\circ = -RT \ln K_p$$

$$\ln K_p = -\frac{\Delta G^\circ}{RT} = -\frac{2930}{8.314} = -0.352418$$

$$R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$K_p = 0.1703$$

c) چون تعداد مولها در این واکنش تغییر نمی‌کند، به فشار و غلظت وابستگی ندارد. بنابراین می‌توان نوشت:

$$K_x = K_p = K_c \quad (\text{بدون ابعاد})$$

در يك گاز ایده آل، کسر حجمی و کسر مولی یکسان اند.

d) ترکیب اولیه گازها، چنین است:

$$x_o(CO) = 0.45 \quad \text{و} \quad x_o(H_2) = 0.35$$

$$x_o(H_2O) = 0.20 \quad \text{و} \quad x_o(CO)_2 = 0.00$$

و اگر کسر مولی CO_2 تشکیل شده، در تعادل با X نشان داده شود، در آن صورت غلظت‌های تعادلی را می‌توان چنین حساب کرد:

$$CO: X_{O,CO} - X \quad CO_2: X$$

$$H_2O: X_{O,H_2O} - X \quad H_2: X_{O,H_2} + X$$

تیوسولفات سدیم مصرف می‌شود:

- (a) این جامد کدام عنصرها را دربر دارد؟
 (b) بر اساس واکنشهای قسمتهای ۱ تا ۴، چه ترکیبهایی می‌توانند در این جامد وجود داشته باشند؟ وزن مولکولی آنها را حساب کنید.
 (c) معادله واکنشهای مربوط به قسمتهای ۲ تا ۴ را برای ترکیبهایی که در نظر گرفتید، به صورت یونی بنویسید.
 (d) بر مبنای قسمت ۵، معلوم کنید کدام ترکیب وجود دارد.

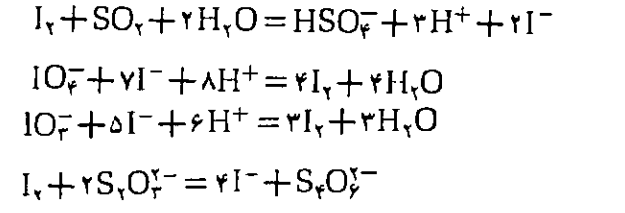
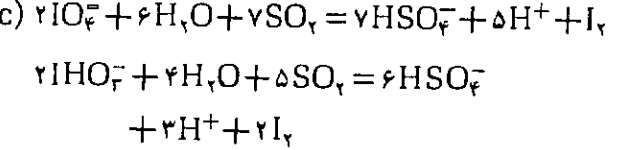
حل

(a) این جامد باید دارای Na و I باشد. زرد شدن رنگ شعله چراغ بونزن، نشانه وجود Na است. یک نمک نقره زرد رنگ که تنها در یک عامل کمپلکس دهنده قوی مانند CN⁻ یا S₄O₆²⁻ حل می‌شود، می‌بایست AgI باشد.

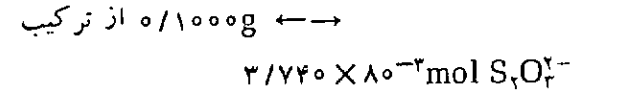
(b) واکنشهای قسمت ۱ تا ۴ نشانگر یک نمک سدیم از یک اسید اکسیژن‌دار ید است. هم SO₄²⁻ و هم I⁻ اکسید می‌شوند در صورتی که در مورد اول، I⁻ به صورت ترکیب حدواسطی با I₂ (I₃⁻) محلول قهوه‌ای رنگ (تشکیل می‌شود و در مورد دوم، I₂ (یا I₃⁻) تشکیل می‌شود. چون محلول خنثی است، NaIO₄ و NaIO₃ را می‌توان در نظر گرفت:

$$M(\text{NaIO}_3) = 22/99 + 126/905 + 3 \times 16/000 = 197/895 = 197/90 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{NaIO}_4) = 22/99 + 126/905 + 4 \times 16/000 = 213/885 + 213/90 \text{ g/mol}$$



(d) آزمایش:



$$\Delta H_{1400}^\circ = \Delta H_{1000}^\circ - 11/28 \times 300 + 1/52 \times 10^{-2} \times 4/8 \times 10^5 = \Delta H_{1000}^\circ - 4512 + 729/6 = 35040 - 3512 + 729/6 = 41257/6$$

$$\Delta H_{1400}^\circ = 3125/8 \text{ J}$$

(f) بر مبنای ایزوبار واکنش و انتیپ، یعنی

$$\frac{\ln K_p}{T} = \frac{\Delta H}{RT^2}$$

چنانچه ΔH واکنش مثبت (گرم‌گیر) باشد، با افزایش دما، مقدار $\ln K_p$ نیز افزایش می‌یابد. یعنی، با بالا رفتن دما، تعادل به سمت تشکیل محصولها (H₂O, CO) پیش می‌رود.

مساله ۳

شیمی یونها، استکیومتری و واکنشهای اکسایش - کاهش

یک جامد سفید بلوری دارای ویژگیهای زیر است:
 ۱) شعله چراغ بونزن را به شدت به رنگ زرد درمی‌آورد.
 ۲) محلول آبی آن خنثی است. افزودن قطره قطره از اسید سولفور (محلول SO₄) به آن، به تشکیل محلولی به رنگ قهوه‌ای تیره منتهی می‌شود که در مجاورت مقدار اضافی اسید سولفور و بیرنگ می‌شود.

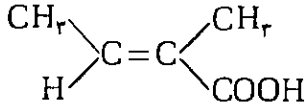
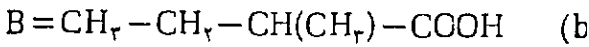
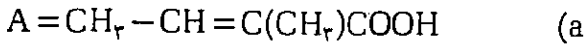
۳) اگر به محلول بیرنگ به دست آمده (در قسمت ۲) محلولی از AgNO₃ اضافه و با HNO₃ اسیدی شود، رسوب زردی به دست می‌آید که در NH₃ نامحلول است اما می‌تواند به آسانی با افزودن CN⁻ یا S₄O₆²⁻ حل شود.

۴) اگر یک محلول آبی از این جامد، تحت تأثیر KI و اسید سولفوریک قرار گیرد، محلول قهوه‌ای تیره‌ای حاصل خواهد شد که می‌تواند با افزودن اسید سولفوریک با محلول Na₂S₂O₄ حل شود.

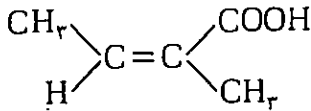
۵) مقدار ۰/۱۰۰۰ گرم از این جامد را در آب حل کرده، ۰/۵ گرم KI و چند میلی‌لیتر محلول رقیق H₂SO₄ به آن می‌افزاییم. محلول قهوه‌ای تیره به دست آمده را تحت تأثیر محلول ۰/۱۰۰۰ مولار Na₂S₂O₄ قرار می‌دهیم تا محلول کاملاً بی‌رنگ شود. برای این کار ۳۷/۴۹ میلی‌لیتر محلول

و ایزومرهای راکه دو به دو انانتیومر یا دیاسترئوایزومرند، مشخص کنید.

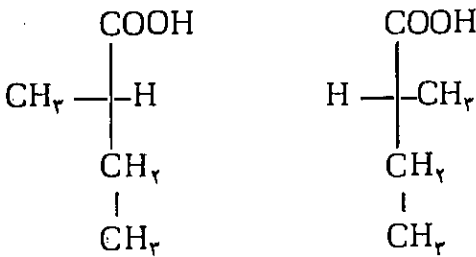
حل



A'



A''

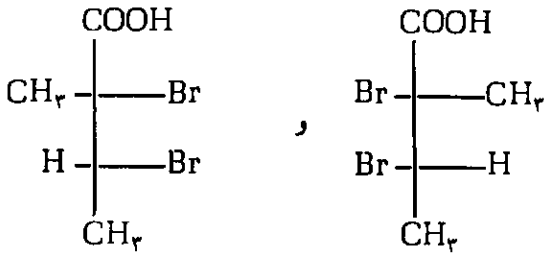


B

(c) همیشه ۲ (به قسمت e رجوع شود): ۱ تا ۴

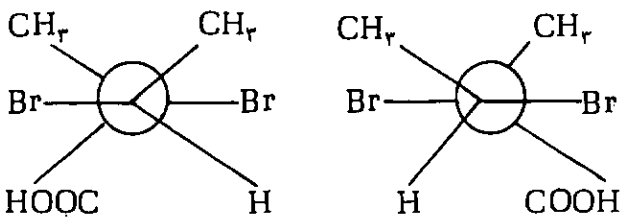
(d) با افزودن برم به آلکن، در شرایط گفته شده، ایزومر ترانس تولید می‌شود، افزودن بر آن، دو اتم کربن بی تقارن (مرکز کایرالیته) نا هم ارز تشکیل می‌شود که رو به هم ۴ = ۲^۲ ایزومر فضایی راکه همواره دو به دو انانتیومرند، به وجود می‌آورند.

(e) از سیس - A'

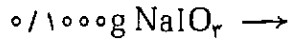
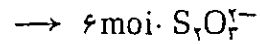
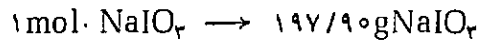


۱

۲



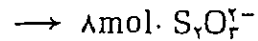
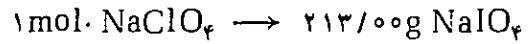
فرض ۱: این ترکیب NaIO₃ است؛



$$\frac{0/1000g}{197/90g} = 3/032 \times 10^{-3} \text{ mol. S}_2\text{O}_3^{2-}$$

پس این فرض نادرست است.

فرض ۲: این ترکیب NaIO₄ است.



$$\frac{0/1000g}{213/00g} = 3/740 \times 10^{-3} \text{ mol. S}_2\text{O}_3^{2-}$$

پس این فرض درست و آن ترکیب NaIO₄ است.

مسأله ۴

شیمی آبی، شیمی فضایی

اسید کربن دارای با فرمول کلی C₅H₈O₂، دارای دو ایزومر هندسی سیس - A' و ترانس - A'' است. بر اثر نیدروژناسیون با Pt/H₂ همان اسید به صورت راسمیک (B) از هردو استرئوایزومر به دست می‌آید که می‌توان آن را به انانتیومرهای B-(+) و B-(-) تفکیک کرد. A' و A'' به سرعت با یک مول برم محلول در CCl₄ در تاریکی و دمای ۲۰°C واکنش داده، C را تولید می‌کنند.

(a) فرمول ساختاری A و B چیست؟

(b) فرمول فضایی A' و A'' و فرمول تصویری فیشر برای انانتیومرهای B را (بدون در نظر گرفتن نشانه‌های (+) یا (-)) بنویسید.

(c) هرگاه A' و A'' با برم واکنش دهند، چند ایزومر فضایی C به طور همزمان تشکیل می‌شود؟

(d) در مورد پاسخ خود در قسمت C، به اختصار استدلال کنید.

(e) فرمول تصویری فیشر و یک فرمول تصویری نیوتن (کنفورماسیون) را برای همه ایزومرهای فضایی C بنویسید.

داده و گاز تیدروژن آزاد می کند.

(c) $2Si \quad 2 \times 28.086$ جرم مولکولی

$(6-x)H \quad (6-x)/1008$

$xCH_4 \quad x \times 16.043$

جرم مولکولی: $56/172 + 1008(6-x)$

$+ 16.043x = 62/22$ وزن نمونه

$+ 14.027x$

$20 \text{ mg} = \frac{20}{62/22 + 14.027x} \text{ mmol}$ تیدروژن آزاد شده

$n = \frac{P/V}{R/T} \text{ mol H}_2/\text{ml}$

$n = \frac{0.974/27/8}{0.08314/294} \text{ m mol}$

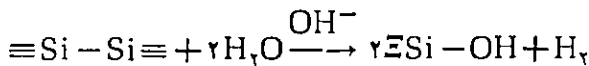
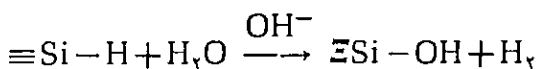


$(6-x+1) : \frac{20}{62/22 + 14.027x}$

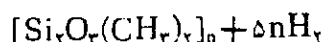
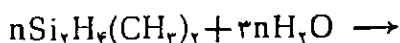
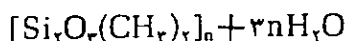
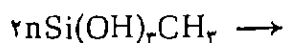
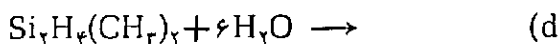
$= \frac{0.974/27/8}{0.08314/294}$

$x = 1/9999$

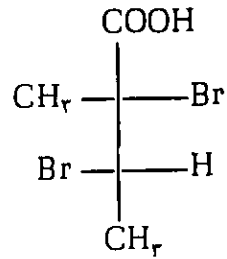
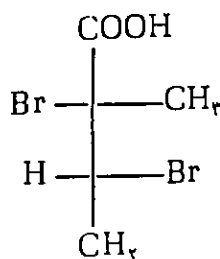
بنابراین، درجه استخلاف شدن برابر ۲ است.



بنابراین (برای یک ایزومر متقارن)، داریم:

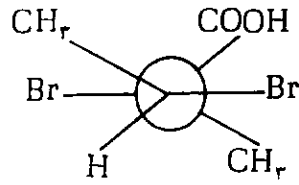
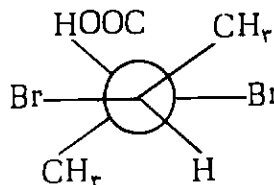


از ترانس - A''



۳

۴



۱ و ۲ یا ۳ و ۴ اتانتیومرند. ۱ تا ۴، ۳ و ۲ تا ۳ و ۴ دیاسترئومرند.

مسأله ۵

شیمی غیر آلی

از ۲۰ میلی گرم از دی سیلانی که به طور جزئی متیل دار شده است، ضمن تیدرولیز بازی، مقدار ۲۷/۷ میلی لیتر گاز تیدروژن در دمای ۲۹۴K و فشار ۹۷۴۰۰ پاسکال آزاد می شود.

(a) چرا پیوند Si-Si در دی سیلان، ضمن تیدرولیز در واکنش شرکت می کند.

(b) چرا پیوندهای Si-H در دی سیلان، ضمن تیدرولیز در واکنش شرکت می کنند.

(c) درجه استخلاف شدن (x) دی سیلان متیل دار شده را حساب کنید.

(e) این ترکیب به دست آمده چند ایزومر می تواند داشته باشد. فرمول ساختاری هر ایزومر را معین کنید.

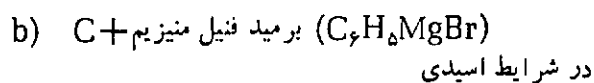
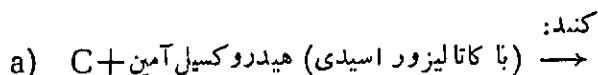
حل

(a) پیوند Si-Si از نظر کوئوردیناسیون سیر نشده است و بنابراین تمایل دارد که با واکنشگرهای نوکلئوفیل، واکنش داده و گسسته شود.

(b) مانند همه ترکیبهایی که در آنها تیدروژن سرمنفی پیوند قطبی را تشکیل می دهد، این پیوند نیز با پروتون آب، واکنش

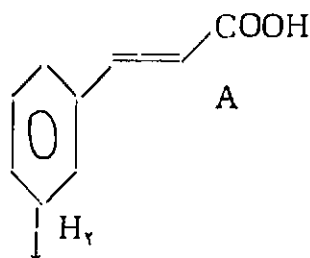
تشکیل شود.

۷- فرمول ساختاری محصولات واکنشهای زیر را رسم

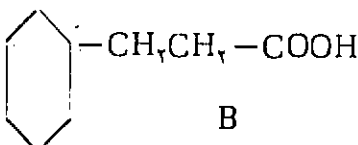


حل

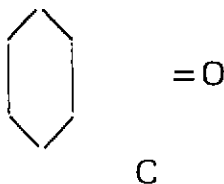
۱- تراکم



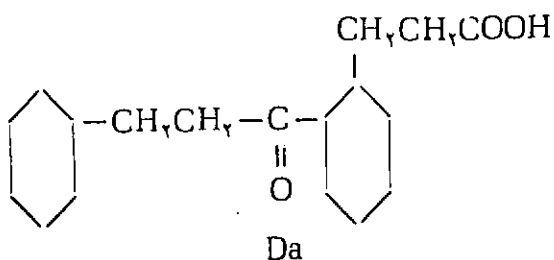
۲- تییدروژناسیون

اسید پلی فسفریک
-H₂O

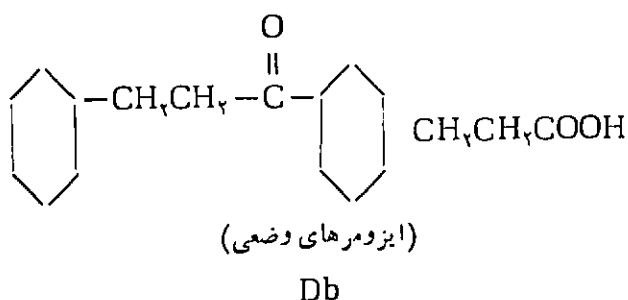
۳- حلقوی شدن بین مولکولی



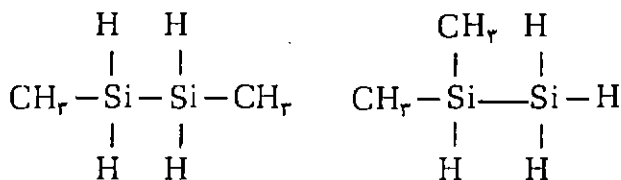
۴- افزایشی



و



(e) ۲ ایزومر:



مسأله ۶

شیمی آلی، سنتزها

بنزالدهید و اسید مالونیک در 50°C با پیروی واکنش داده و مرادی از جمله CO_2 و ترکیب A را با بازدهی نظری ۸۵ درصد بوجود می آورند. تییدروژناسیون کاتالیزوری ۱/۴۸ گرم از A در مجاورت پلاتین در دما و فشار معمولی، با مصرف ۵/۲۵ لیتر، ترکیب B را تولید می کند. در واکنش B با اسید پلی فسفریک (شرایط فریدل-کرافتس)، ترکیب C را می توان جدا کرد که با دو ایزومر اسیدی به صورت فرعی همراه است. مقدار این محصولات فرعی D_a و D_b با افزایش غلظت B، به مقدار بیشتر و با کاهش غلظت آن، به مقدار کمتر به دست می آیند.

تجزیه عنصری C نشان می دهد که ۵۱/۸٪ کربن و ۶/۱٪ تییدروژن دارد. مقدارهای مربوط به D_b و D_a در محدوده خطای تجربی، یکسان و برابر ۷۶/۶ درصد و ۶/۴٪ است. مقدار ۲/۸۲ گرم از D_a و D_b با ۱۰۰ میلی لیتر محلول ۵/۱ نرمال تییدروکسید پتاسیم خنثی می شود. C را می توان از راه تقطیر خالص کرد (نقطه جوش $245^\circ\text{C} - 243^\circ\text{C}$) که دارای نقطه ذوب 40°C خواهد شد. چگالی آن 1.09 g/cm^3 و وزن مولکولی آن را می توان از راه طیف سنجی جرمی به دست آورد که ۱۳۲ است.

با استفاده از این داده ها مسأله های زیر را حل کنید:

۱- فرمول ساختاری A

۲- » » B

۳- » » C

۴- » » D_b و D_a

۵- مسیر دیگری برای سنتز A، با استفاده از ساده ترین

مواد اولیه ارائه دهید که دست کم یک پیوند C-C در آن تشکیل شود.

۶- مسیر دیگری برای سنتز B، با استفاده از ساده ترین

مواد اولیه ارائه دهید که دست کم یک پیوند C-C در آن

هیگی در طبیعت وجود دارند. دو ماده بیابید که از تشکیل دهنده‌های اساسی مواد غذایی حیوانها و انسان باشند. تنها باید همین دو ماده را معین کنید. نام و فرمول ساختاری این دو ماده بر مبنای نتایج حاصل از آزمایشهای مربوط به احتراق، حلالیت تعیین گروههای عاملی و تعیین دمای ذوب پیشنهاد کنید. به عنوان کمک می‌توانید از:

یک جدول دماهای ذوب، دستگاه تیل (Thiele) برای تعیین دمای ذوب و طرح حلالیت و واکنشگرهای زیر استفاده کنید.

دی‌انیل اتر، NaHCO_3 (۵ درصد)، NaOH (۲M)، H_2PO_4 غلیظ، اتانسل، واکنشگر تولنز (Tilens، محلول آمونیاکی نترات نقره)، محلول فهلینک I و II، هیدروکلرید فنیل‌هیدرازین. β - نفتول، NaNO_2 (جامد)، $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (۵ درصد)، FeCl_3 ، FeCl_3 ، $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (۵ درصد)، FeCl_3 ، $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (۵ درصد)، نیترو فنیل هیدرازین، محلول نین هیدرین (۱ درصد الکلی)، واکنشگر سلوانوف (Seliwanoff، رزورسین در HCl)، فلورو گلوکوسین.

آنچه که مورد نظر است، عبارت‌اند از:

توصیفی دقیق از آزمایشها، واکنشها (یا طرح واکنشها در صورتی که نوشتن معادله آنها ممکن نباشد) در مورد واکنشهای لازم برای تشخیص، نام و فرمول ساختاری این دو ماده.

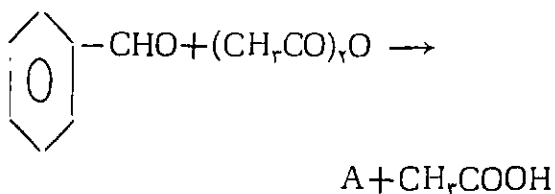
ضمیمه ۱

تعیین دمای ذوب به وسیله دستگاه تیل

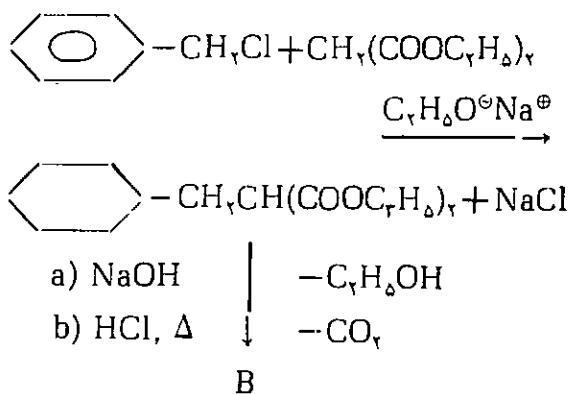
مقدار نمونه کاملاً پودر شده را در یک لوله موئین که یک انتهای آن بسته باشد تا ارتفاع ۲-۴ میلیمتر بریزید. برای پر کردن این لوله موئین، آن را در نمونه فرو ببرید. سپس با احتیاط جدار خارجی آن را که به آن ماده آغشته می‌شود تمیز کنید و با احتیاط به لوله بار دست ضربه بزنید تا محتویات درون آن به ته آن منتقل شود. سپس لوله موئین را در دهانه دستگاه طوری که نمونه در کنار مخزن جیوه دماسنج قرار گیرد، جای دهید. به عنوان انتقال دهنده گرما، یک روغن سیلیکون با دمای ذوب بالای مناسب در دستگاه استفاده می‌شود.

برای تعیین دمای ذوب یک ماده آلی ناشناخته، یک محدوده تقریبی دمای ذوب را قبلاً باید معین کنید برای این منظور عمل گرما دادن طوری باید تنظیم شود که دما در هر دقیقه 5°C

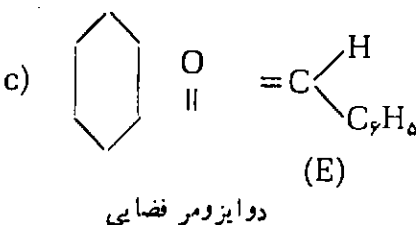
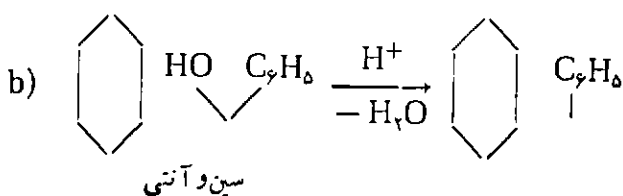
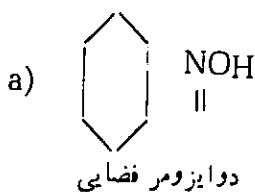
۵- واکنش پرکین: واکنش بنزالدئید با انیدرید استیک



۶- سنتز استر مالونیک



۷- واکنشهای a، b و c، واکنشهای سنتزی گروه کر بونیل‌اند.



سأله ۷

تجزیه کیفی آلی

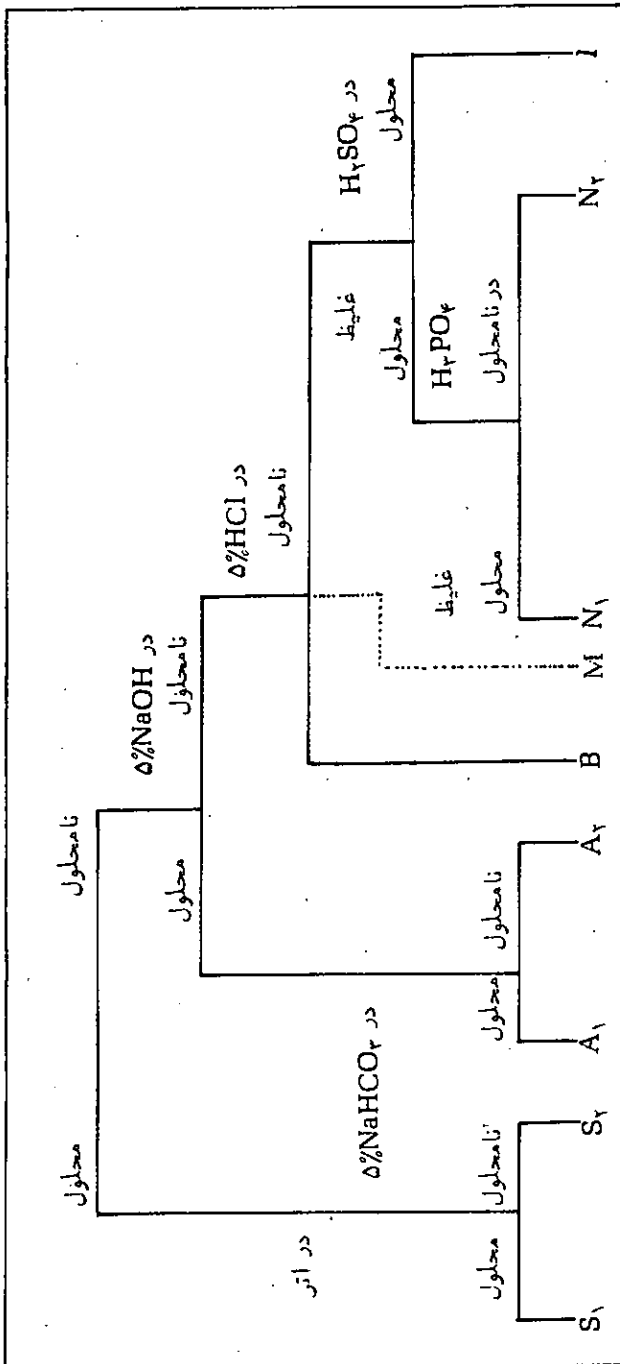
در چهار لوله آزمایش، چهار ماده متفاوت موجود است که

—	۶۶	پارا برمواتیلین	بالا برود. برای يك اندازه گیری دقیق دمای ذوب، مقدار
—	۱۱۴	متانیتروآنیلین	دیگری از همان نمونه را باید تا دمای 10°C پایین تر از
—	۱۸۶	پارا آمینوفنل	دمای ذوب تقریبی تعیین شده با سرعت 5°C در دقیقه گرم
			کنید. سپس سرعت گرم کردن را تا حدود ۱ تا ۲ درجه
			سانتیگراد در دقیقه کاهش دهید تا ذوب کامل فرا رسد. دمای
			ذوب، دمایی است که در آن، ماده به وضوح ذوب می شود.
			ضمیمه ۲
			جدولهای دماهای ذوب (تمام دماها بر حسب $^{\circ}\text{C}$ است).
			دمای ذوب دمای جوش
			آلدئیدها
			پنتانال — ۱۰۳
			بنز آلدهید — ۱۷۹
			سالیسیل آلدهید — ۱۹۶
			ارتونیتروبنز آلدهید — ۴۴
			پارادی متیل آمینو بنز آلدهید — ۷۴
			آکروالین — ۵۲
			فورفورول — ۱۶۱
			ارتوکلروبنز آلدهید ۱۱ ۲۱۴
			آلفا - نفتالدهید — ۳۴
			وانیلین — ۸۱
			الکلها
			ترسیو بوتانل ۲۵ ۸۲
			پنتانل نرمال — ۱۳۶
			سیکلو هگز نل — ۱۶۰
			تری فنیل کر بنول — ۱۶۵
			۱- پروپانل — ۹۷
			اتیلن گلیکول — ۱۹۷
			۴،۱- بوتان دی ال — ۲۳۰
			گلیسرین — ۲۹۰
			آمینها
			دمای ذوب دمای جوش $^{\circ}\text{C}$
			دی اتیل آمین — ۵۶
			سیکلو هگزیل آمین — ۱۳۴
			آنیلین — ۱۸۴
			دی فنیل آمین — ۵۴
			ارتوفنیلین دی آمین — ۱۰۲
			لوز فولین — ۱۰۳
			α - نفتیل آمین ۵۰ ۳۰۰
			اسیدها
			اسید پالمیتیک ۶۳ —
			اسید استاریک ۷۰ —
			اسید والریک نرمال ۱۸۶ —
			اسید اولئیک ۱۴ ۲۲۲
			اسید اکسالیک ($2\text{H}_2\text{O}$) ۱۰۱ —
			اسید استیل سالیسیلیک ۱۳۵ —
			اسید فتالیک ۲۰۳ —
			اسید آنترا لینیک ۱۴۶ —
			سیکالین ۲۳۲ —
			اسید ماندلیک ۱۱۸ —
			اسید بنزوئیک ۱۲۲ —
			اسید مالونیک ۱۳۵ —
			اسید ۶- نفتولیک ۱۸۵ —
			مشتهای هالوژنی
			برمید بوتیل نرمال ۱۰۰ —
			یدید سیکلو هگزیل ۱۷۹ —
			تری کلرواتیلین ۶۷ —
			پارادی کلرو بنزن ۵۳ —
			پارا برموتولون ۱۸۵ ۲۸
			هگزاکلرو بنزن — ۲۳۰
			ستنها
			دمای ذوب دمای جوش
			دی اتیل ستن — ۱۰۲
			سیکلو هگزانون — ۱۵۶
			بنزوفنون — ۴۹
			بنزیل — ۹۵
			متیلا ایزو بوتیل ستن — ۱۱۸
			استوفنون ۲۰ ۲۰۲
			پارا برمواستوفنون — ۵۱
			کافور - dl ۱۸۷ —
			کربوهیدراتها
			d- ریبوز — ۹۵۷

—	۸۲	استامید
—	۱۰۲	N-متیل استانیلید
—	۱۳۲	اوره
—	۲۵۵	فرمیات سدیم
—	۲۰۰-۳۲۰	استات آلومینیم
—	~ ۳۰۰	پروپیونات باریم

پیوست ۳

طرح حلالت در آب



—	۱۴۷	d-α-گلوکز
—	۱۸۰	ساکارز
—	۱۶۵	β-مالتوز
—	۱۰۴	d-β-فروکتوز
—	۲۲۳	α-لاکتوز

هیدروکربنها

۹۹	—	هپتان نرمال
۳۶	—	۲-پنتن
۱۹۴	—	دکالین (سیس)
۸۴	—	سیکلوهگزان
۱۵۱	—	کومول
—	۲۱۶	آنتراسن
—	۷۰	دی فنیل
۱۴۶	—	سیسترن

مرکاپتانها - تیوفنها

۱۲۶	—	آمیل مرکاپتان نرمال
۱۶۹	—	تیوفنل
۲۰۰	—	پاراتیو کرزول
—	۷۴	پارا بروتیوفنل

فنلها

دمای ذوب دمای جوش

۲۰۰	۳۶	پارا کرزول
—	۹۴	α-نفتول
—	۱۰۵	پیروکاتشول
—	۱۲۲۰	اسید پیکریک
—	۴۵	ارتونیترو فنل
—	۱۱۰	رزورسینول
—	۱۲۳	β-نفتول
—	۲۱۸	فلورو گلو سین

مشتقهای اسیدها

۷۷	—	برمید استیل
۱۰۲	—	کلرید اسید بوتریک
—	۷۳	کلرید ۴-نیترو بنزونیل
۱۲۱	—	استراتیل اسید بوتریک
۱۹۹	—	استردی اتیل اسید مالونیک
—	۵۴	استراتیل اسید پالمیتیک

II: ۸/۵ گرم نمک سیگنت (Seignette) و ۲/۵ گرم NaOH در ۲۵ میلی لیتر آب.

واکنشگر سلوانوف

۱۲۵ میلی گرم رندورسینول را در ۲۵۰ میلی لیتر محلول رقیق HCl (۸۳ میلی لیتر HCl غلیظ در ۱۶۷ میلی لیتر آب) حل کنید. تنها به هنگام مصرف تهیه شود.

محلول فنیل هیدرازین

۵/۵ گرم هیدروکلرید فنیل هیدرازین را به ۵/۵ میلی لیتر اسید استیک یخی در ۲ میلی لیتر آب اضافه کرده بهم بزنید تا محلول زلال به دست آید.

محلول ۴،۲-دی نیترو فنیل هیدرازین

به ۵/۴ گرم ۴،۲-دی نیترو فنیل هیدرازین، ۲ میلی لیتر محلول غلیظ H_2SO_4 اضافه کرده و سپس ضمن تکان دادن یا بهم زدن، ۳ میلی لیتر آب به آن اضافه کنید و به محلول گرم حاصل ۱۰ میلی لیتر اتانل ۹۵ درصد بیفزایید.

حل

در چهار لوله آزمایش، کلرید سدیم، d- فروکتوز، اسید پالمیتیک (هگزاد کائوئیک اسید) و وانیلین وجود داشتند.

d- فروکتوز به عنوان آجر ساختمانی نیشکر قند و اسید پالمیتیک به عنوان آجر ساختمانی چربیهای حیوانی و گیاهی می بایست شناسایی شوند.

(a) دمای ذوب حدود $102^{\circ}C$ تا $105^{\circ}C$.

آزمایش احتراق: ضمن احتراق با بوی کارامل کربونیزه می شود.

حلالیت: به آسانی در آب حل می شود، در دی اتیل اتر نامحلول است.

شناسایی گروههای عاملی:

گروه آلدهیدی:

(۱) با واکنشگر فهلینگ

اکسایش و تبدیل به گروه کربنیل همزمان با کاهش مس (II)

به مس (I)

S_۱: موادی که فراریت بالایی دارند، مانند: همه الکلها، آلدهیدها، ستنها، اسیدها، آمینها، نیتریلها و کلرید اسیدها که مولکولهای سبک دارند.

S_۲: موادی که فراریت کم دارند و غالباً بدون تجزیه شدن قابل تقطیرند، مانند:

الکلها، چند ظرفیتی، نمکها، هیدروکسی آلدهیدها و ستونها، کربوهیدراتها، آمینو و هیدروکسی - اسیدها.

A_۱: موادی که فراریت پایین دارند مانند:

اسیدهای دارای جرم مولکولی بالا و نیتروفلها.

A_۲: موادی که دمای ذوب بالا دارند، مانند:

فلها، ترکیبهای نیتروی نوع اول و دوم، سولفو نامیدها، اسیدهای ضعیف.

B_۱: موادی که دمای جوش بالا دارند و با بخار آب قابل

تقطیرند، مانند:

ترکیبهای بازی، آمینها (با حداکثر چند گروه آریل)، هیدرازین.

M: موادی که فراریت پایین دارند و عبارت اند از:

ترکیبهای خنثی، ترکیبهای نیتروی نوع سوم، نیتروآنیلین، ترکیبهای آزو و آزوئیل استرهای نیترو، سولفوریک و فسفوریک اسید.

N_۱: ترکیبهای دارای فراریت کم، مانند:

الکها، آلدهیدها، متیل ستنها و استرهای دارای کمتر از ۹ اتم کربن ترکیبهای خنثی، اترها، اولفینها.

N_۲: مواد دارای فراریت بسیار پایین، مانند:

الکلها، آلدهیدها، ستنها، استرها و تیولهای کمتر از ۹ اتم کربن دارند، ترکیبهای خنثی، اترها و اولفینها.

L: مواد دارای دمای جوش پایین، مانند:

ترکیبهای بی اثر، هیدروکربنها، هالوژنوالکانها.

پیوست ۴

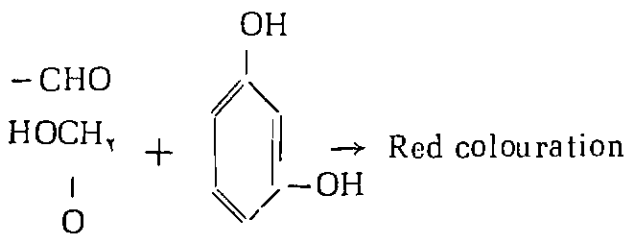
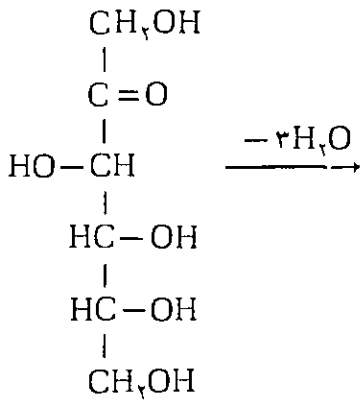
تهیه واکنشگرها

واکنشگر تولنز:

مخلوط ۵/۵ میلی لیتر ۲NaPH مولار، یک میلی لیتر $AgNO_3$ یک مولار در محلول ۲ مولار آمونیاک.

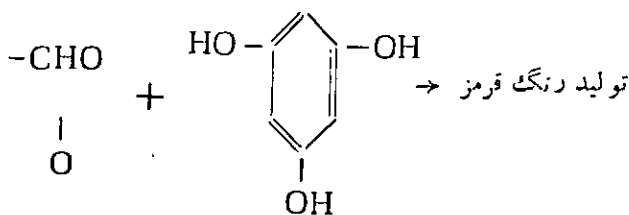
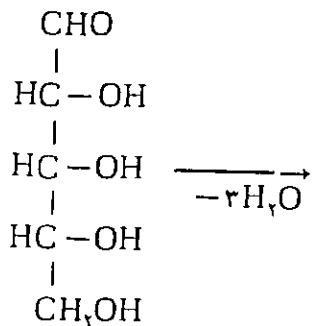
محلول فهلینگ

I: ۱/۷۳ گرم بلور $CuSO_4$ در ۲۵ میلی لیتر آب.

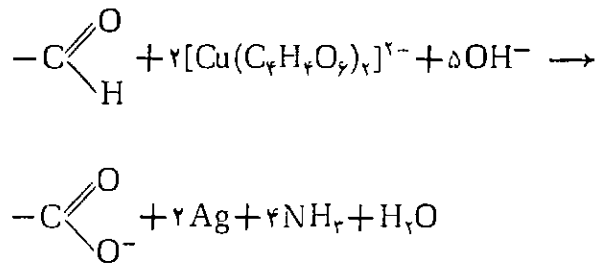


آزمایش برای پنتوزها (آزمایش تولنز)

پنتوزها برخلاف هگوزها، در محلول اسیدی، فورفورال تشکیل می‌دهند که در یک واکنش تراکمی با فلوروگلوکوسین، مواد قرمز رنگی می‌دهد:

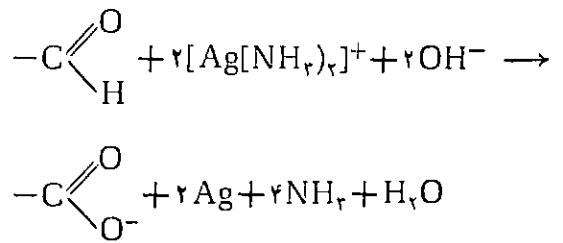


نام: واکنشهای بسالا، حلالیت و حدود نقطه ذوب، نشان می‌دهند که این ماده، d- فروکتوز، آجر ساختمانی قند نیشکر است:

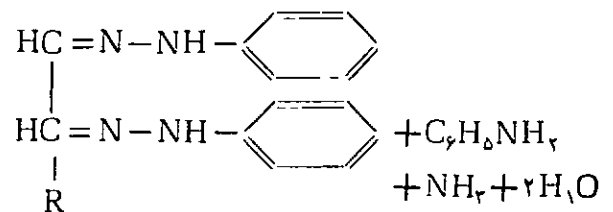
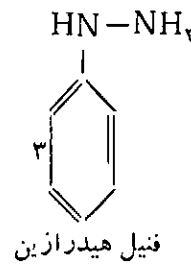
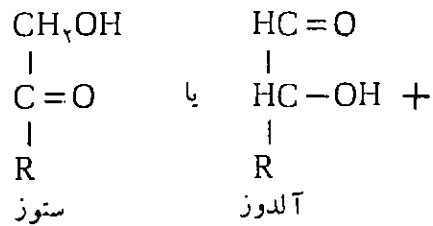


(۲) با واکنشگر تولنز

اکسیداسیون و تبدیل به گروه کر بنیل همزمان با کاهش نقره (I) به Ag.



تشخیص منواوزها



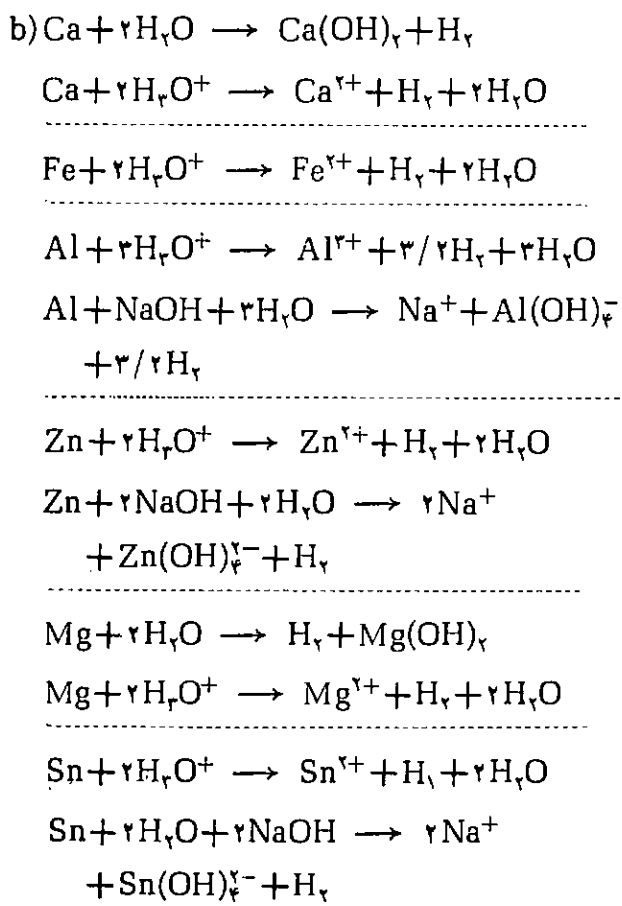
آزمایش برای ستوهگوزها (واکنشگر سلواوآف)

در محلول اسیدی، ستوهگوزها در گرما، ۵- هیدروکسی متیل فورفورال تشکیل می‌دهند که در یک واکنش تراکمی با رزورسینول به مواد قرمز رنگی تبدیل می‌شود.

(b) يك معادله واكنش برای انحلال هريك از اين شش فلز.
 (c) يك دليل به صورت توصيف يا به صورت يك معادله شيميايی مواد شيميايی زیر در اختيار است:

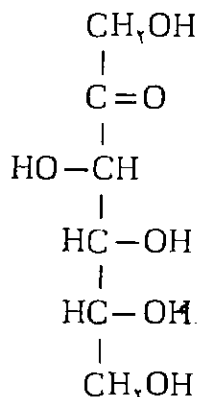
HCl غلیظ، HCl(۲M)، H₂SO₄(۲M)،
 CH₃OOH(۲M)، NaOH(۲M)، NH₄SeN(۰/۲M)،
 CH₃COONa (غلیظ)، H₂O₂ ۳٪، Na₂CO₃(۰/۲M)،
 H₂S(۰/۱M)، Na₂PO₄(۰/۲M)،
 K₃Fe(CN)₆(۰/۲M)، K₄Fe(CN)₆(۰/۲M)،
 (در CH₃COOH)، کینا لیزارین (در اتانل)،
 اوروتروپین (۲۰٪) دی تیزون (در CCl₄)،
 (NH₄)₂C₂O₄(۰/۲M)، آب مقطر.

حل



(c) Ca: رسوب سفید با (NH₄)₂C₂O₄ (در اسید استیک) می دهد.

Fe: رسوب آبی با [Fb(CN)₆]³⁻ یا بعد از اکسیداسیون با H₂O₂، رسوب آبی با [Fe(CN)₆]⁴⁻، رسوب



(b) اسید پالمیتیک

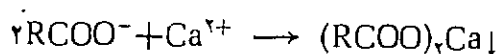
حدود دمای ذوب: ۶۰ تا ۶۳°C.

آزمایش احتراق: با شعله متمایل به زرد و اندکی دود دار می سوزد.

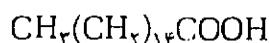
حلالیت: در آب حل نمی شود. بسیار خوب در NaOH دو مولار حل می شود در NaHCO₃ پنج درصد کمتر حل می شود.

شناسایی گروه های عاملی

در محلول بازی، با Ca²⁺ ماده بیرنگی رسوب می کند



بر اساس قابلیت اشتعال، حلالیت و رسوب دادن با نمک کلسیم در محلول بازی، این ماده يك اسید کربن دار آلی است. حدود نقطه ذوب، نشان می دهد که اسید پالمیتیک یا هگزادکانوئیک اسید است:



مسأله ۸

تجزیه کیفی

در ۱۰ شیشه شناساگر، ۱۰ نمونه فلز خالص وجود دارد. با ارزیابی حلالیت و شناسایی های زیر، تنها شش عنصر زیر باید با شماره نمونه خود مشخص شوند.

شماره های نمونه

کلسیم، آهن، آلومینیم، روی، منگنز و قلع.

آنچه که باید مشخص شود، عبارت است از:

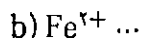
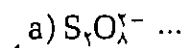
(a) نشانه شیمیایی فلز شناسایی شده و شماره شیشه مربوط.

کردن منتقل کنید و به آن ۱۰ میلی لیتر H_3PO_4 (تقریباً $3/7 \text{ mol/L}$)، ۱۰ میلی لیتر H_2SO_4 (تقریباً 1 mol/L) و ۲۵ میلی لیتر محلول $Fe(II)$ اضافه کنید. این مخلوط را مدت ۵ دقیقه به حال خود بگذارید و سپس آن را با محلول $KMnO_4$ ($0/2 \text{ mol/L}$) تا ظاهر شدن رنگ میخکی تیترا کنید. این تیترا کردن را دوبار انجام دهید و مقدار مصرفی $KMnO_4$ را یادداشت کنید. مقدار میانگین ($= V_1$) را معین کنید.

(C) محاسبه و ارزیابی

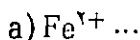
(۱) معادله واکنشها، شامل معادله های جزئی با موازنه الکترونها و معادله های کلی باید نوشته شود.

(۱) معادله واکنش پروکسودی سولفات با آهن (II)



c) معادله کلی

(۲) معادله واکنش آهن (II) با پرمنگنات



c) معادله کلی

(II) تعیین غلظت محلول آهن

(۱) حجم محلول $KMnO_4$ (بر حسب ml) برای ۲۵ میلی لیتر از محلول آهن (II) ($= V_1$) را معین کنید (به دستور کار ۱ رجوع شود).

(۲) غلظت محلول آهن (II) را بر حسب mol/L حساب کنید.

(III) تعیین غلظت $K_2S_2O_8$

(۱) حجم محلول $KMnO_4$ مصرف شده را در تیترا کردن برگشت (Back titration) مقدار اضافی محلول آهن (II) را بر حسب ml ($= V_2$) به دست آورید (به دستور کار ۲ رجوع شود).

(۲) معین کنید که چند میلی گرم $K_2S_2O_8$ وجود دارد ($270/33 \text{ g/mol}$).

(۳) غلظت $K_2S_2O_8$ را در محلول نمونه را به دست آورید.

فرمز با NH_4SCN و رسوب قهوه ای با $NaOH$ می دهد.

Al: با مورین (در اسید استیک رقیق) رنگ سبز فلورسانس تولید می کند.

Zn: با H_2S رسوب سفید (در اسید استیک) یا بادی تیزون در فاز آبی رنگ فرمز تولید می کند.

Mg: با کینالیزازین رسوب آبی روش (در محلول قلیایی) می دهد.

Sn: با H_2S رسوب قهوه ای تیره (در محلول اندکی اسیدی) و یا فلورسانس آبی رنگی در دیواره خارجی ظرف شیشه ای پر از آب سرد که در محلول Sn^{2+} فرو برده شود، تولید می کند.

اسیدی کردن با HCl و آزمایش نور حاصل در شعله چراغ بونزن.

مسأله ۹

سنجش مقدار پروکسودی سولفات پتاسیم ($K_2S_2O_8$) به روش تیتراسیون.

(A) اصول

به نمونه ($K_2S_2O_8$) مقدار معینی از محلول آهن (II) بیشتر از اندازه لازم اضافه کنید. مقدار اضافی آهن (II) به وسیله محلول استاندارد $KMnO_4$ معین می شود.

(B) روش کار

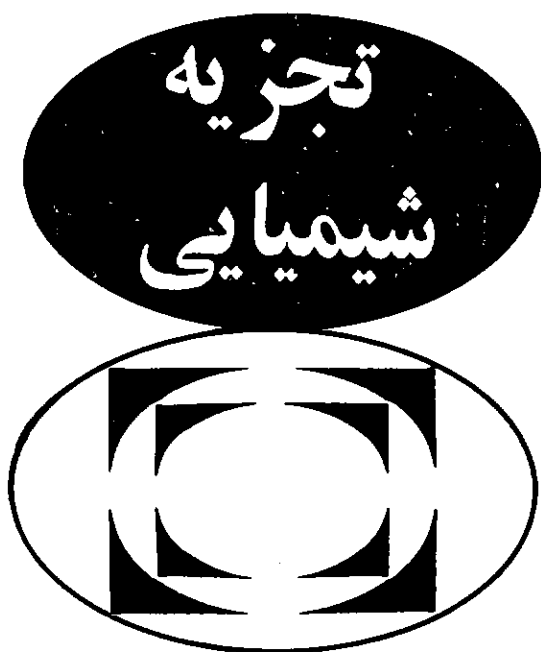
تعیین غلظت محلول آهن (II)، $[Fe(NH_4)_2(SO_4)_2]$

در يك ظرف ویژه تیترا کردن، ۲۵ میلی لیتر محلول آهن (II)، ۱۰ میلی لیتر H_3PO_4 (تقریباً $3/7 \text{ mol/L}$) و ۱۰ میلی لیتر اسید سولفوریک (تقریباً 1 mol/L) اضافه کرده و با محلول $KMnO_4$ تا ظاهر شدن رنگ میخکی تیترا کنید. غلظت محلول $KMnO_4$ دقیقاً $0/2$ مول در لیتر است. تیترا کردن دوبار انجام می شود. مقدار مصرفی $KMnO_4$ یادداشت و مقدار میانگین ($= V_1$) معین شود.

(۲) تعیین پروکسودی سولفات در محلول نمونه

(a) نمونه حل شده را با آب مقطر در يك بالن حجمی تا حجم ۱۰۰ میلی لیتر با آب مقطر مخلوط کنید.

(b) ۲۵ میلی لیتر از این محلول را به يك ظرف ویژه تیترا



دکتر عیسی یآوری
بخش شیمی، دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه

تجزیه شیمیایی^۱ آن بخش از دانش شیمی است که با روشهای شیمیایی شناسایی و سنجش سروکار دارد و هدف آن تعیین ترکیب شیمیایی ماده (گاز، مایع یا جامد) می باشد. تجزیه شیمیایی به پرسشهای زیر پاسخ می دهد:

۱- چه عناصری در نمونه موجودند؟

(تجزیه کیفی).

۲- چه مقدار وجود دارد و تا چه حد

خالص است؟ (تجزیه کمی).

۳- کدام بخشها یا گروههایی از

نمونه قابل شناسایی و سنجش هستند؟

(تجزیه گروههای عاملی).

۴- سامان گیری گروههای عاملی و

بخشهای بنیادی در نمونه چگونه است؟

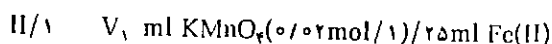
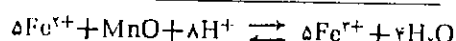
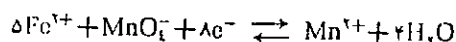
(تجزیه ساختاری و فضایی).

صورتیهای ماده که قابل سنجش هستند

شامل عناصر ساده یا ترکیبات یا مخلوطهای

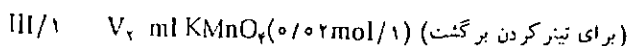
حل

مقدارهای به دست آمده از آزمایشها:



۲

$$C_{Fe} = \frac{V_1 \times 0.02 \times 5}{25} = \dots \text{ mol/l}$$



۲

$$\alpha) \frac{(V_1 - V_2) / 0.02 / 5 \cdot 270 / 33}{1000} = \dots \text{ mg } K_2S_2O_8$$

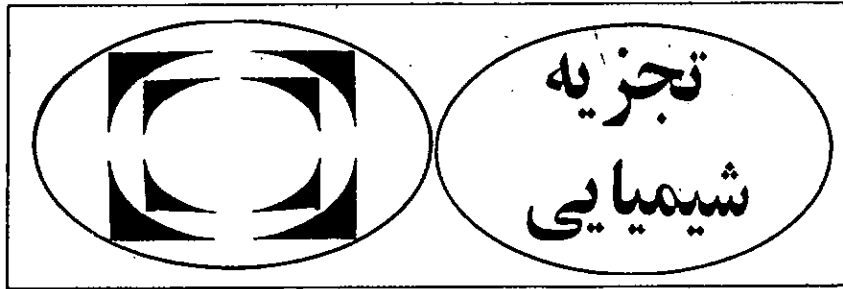
$$\beta) \frac{25 / C_{Fe}^{2+} - V_2 / 0.02 / 5 \cdot 270 / 33}{1000} = \dots \text{ mg } K_2S_2O_8$$

۳

$$\alpha) \frac{(V_1 - V_2) / 0.02 / 5 \cdot 40}{1000} = \dots \text{ mol } K_2S_2O_8 / l$$

یا:

$$\beta) \frac{25 / C_{Fe} - V_2 / 0.02 / 5 \cdot 40}{1000} = \dots$$



قام) انجام گردیده است؛ او دریافت که عصاره آبی (مائی) پوست میوه بلوط، که حاوی مسواد تانن دار است، در صورت افزودن نمک‌های سولفات آهن و سولفات مس به رنگ سیاه درمی آید.

رابرت بویل^۴ انگلیسی که استاد حکمت طبیعی بود، برای نخستین بار اصطلاح «تجزیه» (آنالیز) را به معنای شیمیایی آن به کار برد. همچنین وی، روش تمیز دادن مخلوطها را از مواد خالص بیان کرد، شناساگرهای اسید - باز را به کار برد، سولفید هیدروژن (H₂S) را، به عنوان یک ماده واکنش گسر، مورد استفاده قرار داد و عناصر را به صورت امروزی آنها در کتاب خویش، بنام «کیمیاگر شکاک»^۵، در سال ۱۶۶۱ تعریف کرد.

اسلوب تجزیه وزنی (تجزیه گراویمتری)، احتمالاً، در اواخر سده هفدهم میلادی توسط طبیب و شیمیدان آلمانی فردریش هوفمان^۶ تدوین گردید. این دانشمند توانست کلریدها را به کمک نیترات نقره و سولفاتها را به کمک شیر آهک رسوب دهد. گرچه ارزشیابی نوآوری‌ها، اکتشافات و اختراعات تکنیکی کارآسانی نمی باشد، اما، فهرست پیشرفت‌های عمده‌ی انجام شده در سده هیجدهم از اینقرار است: اسپکتروسکوپی (طیف، بینی) شیمیایی، آزمون رنگ شعله برای فلزات قلیایی و تیترا کردن محلولها. شمار شیمیدانانی که از این زمان به بعد سرگرم پژوهش در تجزیه شیمیایی شدند رو به فزونی نهاد و نام بزرگانی چون ژوزف لویی گیلوساک^۷ فرانسوی و رابرت بونزن^۸ و کارل فردریش موه^۹ آلمانی در رابطه با تکوین روش تیتریمتری، کاربرد اسید اکسالیک به عنوان تیتراکننده و ساختن بورت به شکل امروز آن (سال ۱۸۵۳)، قابل ذکر است. تنها پیشرفتی

۴- هزینه سنجش از نظر پولی و صرف وقت. انجام یک روش استاندارد شده تجزیه شیمیایی از عهده یک فرد نیمه ماهر هم برمی آید و تفاوت بین «تجزیه شیمیایی» و «شیمی تجزیه» در همین امر است. روش تجزیه شیمیایی توسط کسی که در «شیمی تجزیه» متبحر می باشد تدوین می یابد و به تکنیسین «تجزیه شیمیایی» آموخته می شود. امروز تجزیه شیمیایی، به طور عمده، با استفاده از روشهای تکوین یافته در سالهای بعد از جنگ دوم جهانی انجام می گیرد.

۱- ملاحظات کلی

۱-۱- تاریخچه - کاربرد اوزان استاندارد، ساخته شده از سنگ، به عصر بابلیان در ۴۶۰۰ سال پیش می رسد. دو عنصر غیر فلزی (گوگرد و کربن) و هفت عنصر فلزی (طلا، نقره، مس، آهن، سرب، جیوه و قلع) و آلیاژهای گوناگون آنها در زمانهای بسیار دور گذشته نیز به کار می رفتند. ارزش طلا و نقره، احتمالاً، سبب رواج تجزیه شیمیایی در آن دورانها شده است. در سده چهارم پیش از میلاد، درجه خلوص نمونه‌های طلا را از روی زردی رنگ شیارهای برجای مانده از خراش آنها بر روی سنگ می سنجیدند. ظاهراً، نخستین آزمایش عملی در سده اول میلادی توسط «پلینی»^۲ (۲۳-۷۹

پیشیده می باشند. خاستگاه این مواد می تواند آلی یا معدنی و جرم مولکولی آنها می تواند کم یا بسیار زیاد (دهها میلیون) باشد. برای تجزیه در مقیاس بالا، چند گرم از نمونه و برای تجزیه در مقیاس پایین تا یک ده میلیون گرم از نمونه کفایت می کند. اساس تجزیه شیمیایی بر بیان ریاضی اصول زیست - شناختی (بیولوژیکی)، شیمیایی و سا فیزیکی استوار است و برای انجام آن ممکن است از لوله آزمایش صد ریالی تا دستگاههای پیچیده دهها میلیون تومانی به کار رود.

دانشمندان مختلف تعریف‌های گوناگونی از «تجزیه شیمیایی» به دست داده اند. در اواخر سده نوزدهم میلادی، شیمیدان آلمانی ویلهلم اسوالد^۱ این بخش از دانش شیمی را «هنر شناسایی مواد گوناگون و سنجش آنها» تعریف کرد. پنجاه سال بعد، پیشرفت‌های شگرف در روشهای سنجش، بنیاد استواری برای سنجش‌های شیمیایی پدید آورد. در سده بیستم، تلاش گردید تا تجزیه شیمیایی را «عرصه‌ای از پژوهش که هدف آن تکوین اسلوب و روشهای عملی انجام تجزیه شیمیایی» می باشد، تعریف کنند.

مهمترین نکات تجزیه شیمیایی عبارتند از:

- ۱- اعتبار نمونه مورد سنجش،
- ۲- اعتبار روش سنجش نمونه،
- ۳- دقت نتایج سنجش،

که در روش تیترومتری در سده بیستم حاصل شده، کاربرد روشهای کمپلکسومتری (سنجش پیچیده‌ها) می‌باشد.

لاوازیه^{۱۰}، شیمیدان فرانسوی، که در انقلاب کبیر فرانسه در زیر گیوتین سر باخت، به عنوان بنیادگذار «تجزیه کمی» شناخته می‌شود؛ زیرا وی نخستین دانشمندی بود که در کارهای خود از ترازوهای دقیق استفاده فراوان کرد. از خدمتگزاران تجزیه شیمیایی در قرن نوزدهم، می‌توان از یوستوس فن لیبیگ آلمانی^{۱۱} و «ژان باپتیست آندره دومای»^{۱۲} فرانسوی یاد کرد. گرچه سنجش شیمیایی ترکیبات آلی تا پیش از قرن نوزدهم دگرگون گردید، اما تا سال ۱۹۳۹ روش موقیبت - آمیزی برای سنجش اکسیژن پیدا نشده بود. روشهای میکرو و پایین تر از میکرو از دستاوردهای قرن بیستم هستند.

سنجش شیمیایی مواد و ترکیبهای معدنی با بیان اصطلاح استوکیومتری^{۱۳} در سالهای پیش از ۱۸۵۰ میلادی تکامل یافت. برسلوس^{۱۴} سوئدی، یکی از دانشمندان تجزیه شیمیایی در نخستین سالهای سده نوزدهم می‌باشد.

بوزن آلمانی و مارسلین برتلو^{۱۵} فرانسوی، پیشگام سنجش گازها بودند. این عرصه از قلمرو تجزیه شیمیایی با اختراع تکنیک کروماتوگرافی در سالهای ۱۹۵۰ اهمیت فراوانی پیدا کرده است. روشهای الکتروشیمیایی و تیتراسیونهای پتانسیومتری توسط «کلمنس وینکلر»^{۱۶} آلمانی در سده نوزدهم بیان شد. به مولزات پیشرفت فیزیکدانان در شناخت الکتروسیته، شیمیدانان نیز به تکوین روشهای الکتروشیمیایی ایزاری، همت گماشتند. اختراع پلاروگراف در سال ۱۹۲۲ توسط «هایروسکی»^{۱۷} از چکوسلوواکی، یکی

از دستاوردهای درخشان در سده بیستم می‌باشد.

تکوین اسپکتروسکوپ توسط «گوستاو رابرت کرشهف»^{۱۸} و بوزن در سال ۱۸۵۹، زمینه ساز کشف عنصرهای جدید شد. گرچه استفاده از فوتومتری شعله (فلیم فوتومتری) در قرن ۱۹ پیش‌بینی شده بود، اما کاربرد مؤثر آن در سال ۱۹۲۸ انجام گرفت. پیشرفت‌های دانش فیزیک در آغاز قرن اخیر، سبب تکوین و کاربرد پرتوهای - ایکس، فرابنفش (ماوراء بنفش)، و زیر قرمز (مادون قرمز) در سنجش‌ها و تجزیه شیمیایی شد و همچنین، اساس روشهای معتبر سنجش ایزاری - دستگاهی (مانند اسپکتروگراف جرمی در سال ۱۹۲۰) را ارائه داد. روشهای رادیوشیمیایی در سالهای ۱۹۴۵ تا ۱۹۶۰، به علت پیشرفت‌های تکنولوژی هسته‌ای، گسترش یافتند.

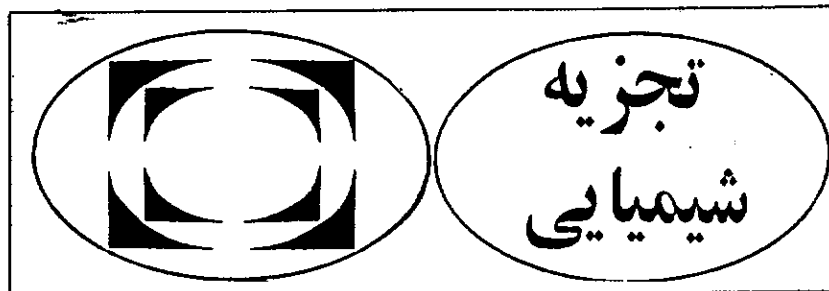
از سال ۱۹۵۰ بعد، روشهای مهمی بر اساس پدیده رزونانس، جذب اتمی، فلئوئورسانس، لیزر، و سنجش الکترون تکوین یافتند. تمام اینها همراه با روند خودکار شدن (اتوماسیون) و کامپیوتری شدن ابزار، به پیشرفت‌های حاصل در عرصه تکنولوژی الکترونیک بستگی دارد. شاید اصول کروماتوگرافی، بیشترین تأثیر را بر روی تمام شاخه‌های تجزیه شیمیایی، از سال ۱۹۴۰ بعد، گذاشته باشد. اساس کروماتوگرافی، نخستین بار در سال ۱۹۰۳ بیان گردید ولی جنبه‌های گوناگون آن در سالهای ۱۹۴۱ (کروماتوگرافی پارتیشن)، ۱۹۴۴ (کروماتوگرافی کاغذی)، و ۱۹۵۲ (کروماتوگرافی گاز) تکامل یافتند. کروماتوگرافی با غربال‌های مولکولی (فیلتراسیون ذل، کروماتوگرافی ذل) و

کروماتوگرافی نازک لایه در سال ۱۹۵۶ وارد قلمرو تجزیه شیمیایی شدند.

۱-۴- هدف تجزیه شیمیایی - هدف تجزیه شیمیایی، پاسخگویی به تمام پرسشهای مربوط به همانندی و ترکیب ساده است. برخی پرسش‌های داده شد در باره نمونه‌ای از ماده چنین اند: چه چیز است؟ تا چه حد خالص است؟ اجزاه عمده تشکیل دهنده آن کدام است؟ آیا مقادیر جزئی از جسم X در آن وجود دارد؟ تجزیه شیمیایی برای یافتن پاسخ‌های هرچه دقیقتر و سریعتر برای چنین پرسش‌هایی انجام می‌گیرد.

علاوه بر «تجزیه کمی» و «تجزیه کیفی» نمونه، سنجش ویژگیهای آن، نظیر ساختار مولکولی، فعالیت زیست‌شناختی، یسا ویژگیهای فیزیکی نظیر وزن مولکولی، دمای جوش، دمای انجماد، فشار اسمزی، و کشش سطحی، از هدف‌های تجزیه شیمیایی می‌باشند.

گرچه برای برخی از سنجش‌های تجزیه‌ای تنها یک روش کاربردی پذیراست، اما پیشرفت‌های علمی و تکنولوژیکی صد سال اخیر طیف گسترده‌ای از روشهای تجزیه‌ای عمومی را باز یافته است. از روشهای کلاسیک تا سنجش‌های مدرن دستگاهی (ایزاری)، می‌توان بر حسب مورد سنجش و در دسترس بودن ابزار، می‌توان به کاربست، میزان حساسیت، قدرت انتخاب، سرعت، دقت و کاربردپذیری هر یک از روشها متفاوت است. گاهی در انتخاب روش محدودیت داریم، مثلاً، هنگامی که مقدار بسیار جزئی از نمونه را در اختیار داریم. در روش سنجش شیمیایی، ندرتاً، نتایج یکسانی به دست می‌دهند و معمولاً نتیجه حاصل از یک روش سنجش فیزیکی با نتیجه روش شیمیایی متفاوت است.



تهیه نمونه، دچار دگرگونی شود، انجام سنجش، دشوار و گاهی غیرممکن خواهد شد. از این رو لازم است کلیه کارها و مراحل مربوط به تهیه نمونه در ملایم ترین شرایط انجام پذیرند. یکی از راههای کسب اطمینان از روش تهیه و استخراج نمونه آن است که نمونه تهیه شده را بار دیگر از همان مراحل تهیه نمونه بگذرانیم، در صورت پدید نیامدن دگرگونی در ویژگیهای شیمیایی و فیزیکی آن می توان نمونه تهیه شده را برای سنجش و تجزیه شیمیایی به کار برد. استخراج برخی نمونهها ناگزیر با دگرگون شدن ویژگیهای آنها همراه است، مثلاً، حلالیت، اندازه و شکل مولکولی، یا سایر ویژگیهای آنها دستخوش تغییر می گردد. در صورتیکه ماهیت و میزان دگرگونی تا حدودی بر ما معلوم باشد، می توان تجزیه شیمیایی را انجام داد و به تناسب تغییرات پیش بینی شده، داده های سنجش را تصحیح کرد.

نمونه هایی از موارد پدید آمدن خطا در سنجش ها هنگامی رخ می دهد که فلزات سنگین را در هاون آهنی خرد کنیم، محلولهای قلیایی را در ظرفهای شیشه ای نگهداریم، محلولهای حساسی نقره را در معرض تابش نور قرار دهیم، و یا کر بوئیدراتها و پروتئینها را با حلالهای داغ استخراج کنیم.

۳-۲- خطاها و ارزیابی نتایج -

شناسایی انواع گوناگون خطاها و روال پدید آمدن آنها، اهمیت فراوانی دارد. تجزیه گران شیمیایی، معمولاً، از خطاهای نسبی و مطلق، دقت، میانگین، دامنه، انحراف استاندارد، ضریب تغییر (واریاسیون)، و حدود اطمینان برای مقادیر میانی، گفتگو می کنند.

شکر، چند میلی لیتر از خون، چند میلی لیتر از گاز اکسیژن بیمارستان وغیره. دشواری در آنجاست که بخواهیم نمونه ای به وزن ۲۵ گرم از یک محموله ۲۵ تنی زغال سنگ و یا گندم تهیه کنیم. تنها راه قابل قبول برای نمونه برداری در اینگونه موارد، استفاده از روشها و اسلوب آماری است. هیچ روش کلی و همگانی را نمی توان در باره نمونه برداری از نمونه های گوناگون به کار برد. برای مواد جامد، مایع، و یا گاز باید از روشهای ویژه استفاده کرد. در نمونه برداری از جامدات، اندازه ذرات، یک متغیر مهم است و کار نمونه گیری بسیار دشوارتر از مایعات و گازهاست، که در آنها مواد در حالتی همگن و یکنواخت قرار دارند. نمونه برداری مستمر از برخی نمونهها به کمک ابزار و دستگاههای ویژه ای انجام می گیرد، مثلاً، تعیین میزان سیانور و یا جیوه موجود در پسابها و فاضلابها و یا مواد رادیواکتیو در مایعات خنک کننده نیروگاههای هسته ای.

۳-۲- تهیه نمونه برای سنجش و

تجزیه - هنگام تهیه نمونه باید دقت کرد تا تغییرات ناخواسته ای در ویژگیهای شیمیایی و فیزیکی آن پدید نیاید. این امر در مورد نمونهها و مواد زیست شناختی (بیولوژیکی)، که به سهولت دستخوش تغییرات شیمیایی می شوند، قابل تأمل است. اگر ویژگیهای این مواد، هنگام

۲- نامهای اساسی در تجزیه شیمیایی

برای انجام یک تجزیه شیمیایی می توان مراحل زیر را در نظر گرفت:

- ۱- گردآوری نمونه،
- ۲- تصمیم گیری درباره نوع داده ها و ارقامی که در پی آن هستیم،
- ۳- انجام یک سنجش مقدماتی درباره اجزاء نمونه،
- ۴- گزینش مناسب ترین روش سنجش شیمیایی،
- ۵- تبدیل عناصر و مواد موجود در نمونه به ترکیبات قابل سنجش توسط روش تجزیه ای مورد استفاده،
- ۶- انجام سنجشها و به دست آوردن داده ها و ارقام،
- ۷- محاسبه نتایج به صورت پاسخهایی برای پرسشهای مطرح شده در آغاز سنجش.

۱-۲- نمونه برداری - گرچه تمام مراحل یاد شده در بالا، دارای اهمیت شایانی هستند، اما، دقت سنجش به این مسأله برمی گردد که نمونه انتخاب شده تا چه حد شناساگر تمام مواد مورد آزمایش بوده است.

نمونه برداری عبارتست از انتخاب بخش کوچکی از مورد آزمایش که دارای تمام ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی نمونه اصلی باشد. نمونه برداری و مستوره گیری از برخی مواد کارآسانی است: چند گرم

خطاها ممکن است از تصادف‌های شانس و یا از عملیات تجزیه، آزمایشگر، دستگاه سنجش، و یا روش سنجش سرچشمه‌گرفته باشند. خطاهای اخیر به «خطاهای شیمیایی» مشهورند، زیرا از سنجش سیستم‌های شیمیایی برمی‌خیزند، مثلاً، فرآیند ممکن است کامل نشود و یا شامل تعادل‌هایی باشد، رسوبها در تجزیه‌گر اویمتری (وزنی) تا حدودی حل می‌شوند، مواد شیمیایی، ندرتاً صددرصد خالص هستند، و مقادیر جزئی ناخالصی ممکن است خطاهای بزرگی پدید آورند. خطاهای دستگاهی از اثرات درونی و برونی دستگاه و ابزار مورد استفاده برای سنجش ناشی می‌شوند، مثلاً ترازویی که به درستی تنظیم نشده باشد، یا اوزان به کار برده شده که استاندارد نباشند، یا دستگاه ثبات (ثبت‌کننده) که تنظیم نشده باشد، می‌توانند خطاهای فاحش در سنجش ما پدید آورند. خطاهای مربوط به آزمایشگر، از دست‌پاچگی و ناتوانی (مثلاً ناتوانی برای مشاهده تغییرات رنگ) اوسرچشمه می‌گیرند. هنگامی که دستور کار دقیق و روشنی درباره روال سنجش در اختیار آزمایشگر نباشد، میزان این خطاها فزونی می‌گیرند. مثلاً رسوبی که به خوبی خشک نشده باشد نمی‌تواند وزن درستی به دست دهد، لذا، در دستور کار سنجش باید توجه آزمایشگر را به این نکته جلب کرد.

پیش از انجام تجزیه شیمیایی، لازم است تصویری کلی از مراحل گوناگون آن همراه با حجم یا وزن مواد مصرفی در هر مرحله و روند بروز خطاها در هر یک از مراحل به دست داده شود تا آزمایشگر بتواند مرحله‌های خطا آفرین را بشناسد و در جهت کاهش آنها دقت لازم را به عمل آورد. این کار سبب می‌شود که از صرف

وقت و وسواس در مورد مراحل که خطای آنها ناچیز می‌باشد، خودداری شود. راستی، آزمایشگر چگونه می‌تواند اطمینان پیدا کند که روش سنجش او نتایج قابل اعتمادی به دست داده است؟ او می‌تواند آزمایش خود را با نمونه‌های گوناگونی عیناً تکرار کند، و یا آزمایش را، برای پی بردن به میزان خطای ناشی از ناخالصی‌های مواد مصرف شده در روش، بدون نمونه انجام دهد. با استفاده از سایر روشها، همان سنجش را انجام دهد، آزمایش را با مواد شیمیایی خالص، با مخلوط‌های ساخته شده در آزمایشگاه، و با مواد استاندارد تجزیه‌ای انجام دهد. (مواد استاندارد تجزیه‌ای، ترکیباتی هستند که با دقت انتخاب شده‌اند و به علت همگن بودن و خلوصشان می‌توانند نتایج مشابهی برای یک سنجش در آزمایشگاههای گوناگون به دست دهند.) در روش دیگری که به افزایش - استاندارد مشهور است، مقدار معینی از نمونه خالص و استاندارد را به نمونه مورد سنجش اضافه می‌کنند. در صورتیکه پس از کاستن نتایج تجزیه‌ای مربوط به نمونه خالص استاندارد، ارقام همسانی برای سنجش نمونه‌های بدون استاندارد و همراه با استاندارد به دست آید، می‌توان تا حدودی به دقت روش، اطمینان پیدا کرد.

۳- روشهای جداسازی

گرچه هر یک از ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی را، در اصل، می‌توان اساس سنجش (کمی یا کیفی) شیمیایی قرار داد، گاهی بدون جداسازی ترکیب یا عنصر مورد نظر از سایر ترکیبها و اجزاء مزاحم، نمی‌توان کار سنجش شیمیایی را به انجام رساند. شمار بسیار کمی از

آزمایش‌های تجزیه شیمیایی، انتخابگر هستند (یعنی بدون توجه به حضور ترکیبها یا عناصر دیگر در نمونه، می‌توانند برای سنجش مورد نظر پاسخ دقیق به دست دهند). در دسترس بودن یک روش ویژه و انتخابگر می‌تواند تا حدودی ما را از جداسازی کامل ترکیبها بی‌نیاز گرداند. روشهای جداسازی بریکسی از اصول زیر استوارند:

(۱) جداسازی فیزیکی ترکیب یا عنصر مورد نظر از سایر مواد همراه با آن، که سبب ایجاد اختلال در سنجش می‌گردند.

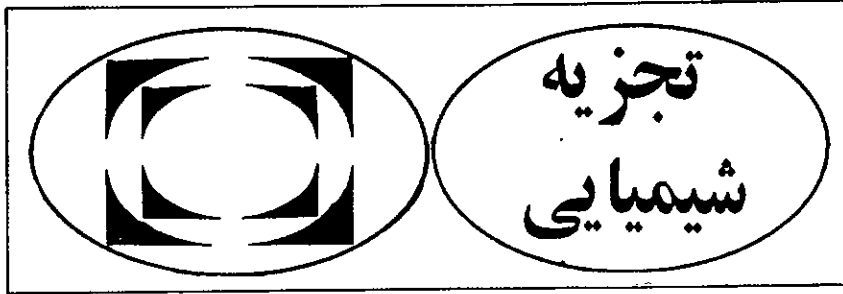
(۲) دگرگون سازی شیمیایی مواد و ترکیبهای مزاحم، به صورتی که فعالیت شیمیایی آنها به نحو مؤثری کاهش پذیرد. بسیاری از روشهای جداسازی مواد بر انتقال آنها از یک فاز به فاز دیگر استوار است. برخی از این روشها می‌توانند به صورت انتخابی مواد مورد نظر را به خوبی، از راه انتقال یک مرحله‌ای آنها از یک فاز به فاز دیگر، جداسازند (برای نمونه می‌توان از تبخیر، رسوب‌گیری، و رسوب‌گیری با الکتروسیته یاد کرد). روشهای دیگری از قبیل تقطیر جزء به جزء، تبادل یونی، و فرایندهای کروماتوگرافی، از چند مرحله تشکیل شده‌اند.

۳-۱- رسوب‌گیری - رسوب‌گیری

عبارت است از کاهش دادن حلالیت یک ماده حل شده تا حدی که به صورت رسوب از حلال جدا شود. این کار را با دگرگون سازی ترکیب و تبدیل آن، از طریق شیمیایی، به ترکیب نامحلول‌تری، و یا با کاهش دادن قدرت انحلال می‌توان انجام داد. رسوب‌گیری از راه واکنش شیمیایی، اساس سیستم کلاسیک «جداسازی گروهی» را در تجزیه کیفی مواد معدنی تشکیل

شده بر روی جامد و یا يك ژل باشد، استفاده می‌شود. روش جداسازی شامل قرار دادن میزان مناسبی از مخلوط بر روی ایزار کروماتوگرافی (کاغذ، ستون، ...) و عبور دادن فاز متحرك مناسب از روی آن است. مواد جدا شده، در فاز متحرك جمع می‌شوند.

در کروماتوگرافی کاغذ، از يك ورق یا نوار کاغذ ویژه به عنوان فاز ثابت استفاده می‌شود. نمونه را به صورت يك نقطه كوچك بر روی کاغذ قرار می‌دهند و سپس می‌توان آن را طوری با فاز متحرك (معمولاً مسایع) مجاور ساخت که فاز متحرك در جهت بالا یا به طرف پایین حرکت کند و مواد موجود در نمونه را بر روی کاغذ پراکنده سازد. هرچه ترکیبهای موجود در نمونه، بیوند سست تری با کاغذ داشته باشند، بیشتر پراکنده خواهند شد. گسره برای انواع گوناگون جداسازی بر روی کاغذ، فازهای متحرك مناسب پیداشده است ولی هنوز هم انتخاب فاز متحرك، عمدتاً تجربی می‌باشد. گاهی کروماتوگرافی با کاغذ را در دو بعد انجام می‌دهند: یعنی پس از انجام عمل با يك فاز متحرك، کاغذ را خشك می‌کنند و آن را ۹۰ درجه می‌چرخانند و سپس فاز متحرك دیگری را به کار می‌گیرند. روش کروماتوگرافی با کاغذ، برای جداسازی مواد گوناگون آلی و معدنی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در کروماتوگرافی نازك لایه، فاز ثابت (معمولاً آلومینا) را به صورت خمیر روانی بر روی صفحه‌های شیشه‌ای قرار می‌دهند، پس از خشك شدن، لایه باقیمانده بر روی شیشه می‌چسبد. نمونه را به صورت نقطه و یا شماری از نقطه‌های پیوسته بهمديگر بر روی صفحه قرار می‌دهند و بقیه روش جداسازی همانست که در مورد کروماتوگرافی کاغذ به کار بسته شد. با



حاصل می‌توان درجه جایگزینی یونها را سنجید. اساس استخراج با حلال (اکستراکسیون)، تفاوت میزان انحلال يك ترکیب در دو مسایع غیر قابل آمیزش با همدیگر می‌باشد. اگر دو ماده A و B در آب محلول باشند، ولی تنها A در اتر قابل انحلال باشد، آنگاه ممکن است با ریختن اتر بر روی محلول آبی A و B و بهمزدن مستمر آن، ماده A را از B جدا ساخت و به لایه اتری راند و سپس با جداسازی دو لایه آب و اتر و تبخیر اتر، ماده A را به صورت خالص به دست آورد. میزان کارآیی این فرایند به ضریب توزیع مواد A و B در بین دو حلال بستگی دارد. ضریب توزیع هر ماده عبارتست از نسبت میزان انحلال آن در دو حلال. دو ماده که دارای ضرایب توزیع بسیار متفاوتی باشند، به سهولت با روش استخراج با حلال از همدیگر جدا می‌گردند. توزیع خلاف جریان، همان استخراج مکرواست که در آن جریانی از حلال به طور مستمر از روی ماده مورد استخراج عبور داده می‌شود. با استفاده از این روش می‌توان ترکیبهایی با ضریب توزیع نزدیک به همدیگر را جدا ساخت.

کروماتوگرافی نیز یکی از روشهای جداسازی مواد است که در آن از تفاوت ضریب توزیع میان «فاز متحرك»، که ممکن است مسایع یا گاز باشد، و «فاز ثابت» که ممکن است جامد، مایع جذب

می‌دهد. يك مثال ساده در این زمینه، جداسازی نقره، جیوه، و سرب، به عنوان يك گروه، از سایر فلزهای معمولی می‌باشد که از راه افزایش اسید هیدروكلريك رقیق به مخلوط این عناصر صورت می‌گیرد. در این عمل، نمك كلريد نامحلول سرب، جیوه و نقره به صورت رسوب از سایر نمكها، که محلول هستند، جدا می‌شوند.

۳-۲- توزیع فازی - روشهای نوینی مانند تبادل یونی، استخراج با حلال (اکستراکسیون)، توزیع خلاف جریان، روشهای کروماتوگرافی در این دسته قرار می‌گیرند. معمولترین تبادل کنندگان یونی، رزین‌های شبکه‌ای شده پلیمری (بساطی) هستند (که آنها را، معمولاً، به صورت دانه‌ها یا مرواریدهای ریزی درمی‌آورند تا سطح تماس‌شان با حلال بیشتر گردد). این رزین‌ها می‌توانند مراکز کاتیونی (دارای بار مثبت) یا آنیونی (دارای بار منفی) دارا باشند. رزین‌های تبادل یونی کاتیونی را ابتدا با اسید می‌شویند تا فعال شوند، و سپس با عبور دادن آب، اسید زیادی را خارج می‌سازند. اگر محلولی دارای یونهای سدیم یا پتاسیم، از ستون عبور داده شود، این یونها جانشین یونهای هیدروژن مراکز آنیونی رزین (به تعداد معادل خودشان) می‌شوند و یونهای هیدروژن (پروتون) نیز همراه با حلال (آب) از ستون خارج می‌شوند. با تیره کردن محلول اسیدی

استفاده از این ابزار ساده می‌توان جدا - سازی‌های دقیق انجام داد و مواد تفکیک شده را به سهولت از آلومینا جدا ساخت. در کروماتوگرافی ستون، ستونی استوانه‌ای، باریک و بلند را با فاز ثابت (پودر سلولز، زغال، آلومینا، رزین تبادل یونی و غیره) پر می‌سازند. جداسازی برخی مواد، نظیر پلی‌ساکاریدها را با دشواری می‌توان مشاهده کرد، از این رو، یکی از راههای رفع این مشکل تبدیل این ترکیبات به مشتقات رنگین آنهاست که این کار، پیش از جداسازی کروماتوگرافی، از راه ترکیب کردن آنها با رنگینه‌های فعال، انجام می‌گیرد.

کروماتوگرافی با غربال مولکولی، روشی است که در آن می‌توان مولکولها را بر اساس تفاوت اندازه و شکل آنها از همدیگر جدا ساخت. ستون را با نوعی ذل، شیشه یا سیلیکا، پر می‌سازند. این مواد دارای خلل و فرج فراوان هستند (که شمار و اندازه‌شان به روش فراوری آنها بستگی دارد) که به صورت غربال‌هایی برای جداسازی مولکولها عمل می‌کنند. مولکولهای بزرگ نمی‌توانند وارد حفره‌ها شوند، لذا از میان ذرات فاز ثابت، کوتاهترین مسیر را به طرف پایین برگزیده و از ستون خارج می‌گردند. امسأ، مولکولهای کوچکتر در حفره‌ها و خال و فرج فاز ثابت سرگردان می‌شوند و جهت خروج از ستون مسیر بلندتری را در پیش می‌گیرند. در نتیجه دیرتر از ستون بیرون می‌آیند. از این روش برای جداسازی پروتئین‌ها، پلی‌ساکاریدها (چند قندی‌ها) و بسپار (پلیمر)‌های مصنوعی استفاده می‌شود. در میان روشهای گوناگون کروماتو - گرافی، روش کروماتوگرافی گاز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نمونه‌های مورد

سنجش را بر روی ستونی (که ممکن است از جنس شیشه، مس، یا فولاد باشد) که با فاز ثابت پرگشته و در یک کوره بادمای قابل کنترل قرار داده شده است، جای می‌دهند. یک گاز خنثی که نقش، فاز متحرک را دارد، مخلوط مورد آزمایش را که به صورت بخار درآمده است، از درون ستون عبور می‌دهد. ستون کروماتوگرافی، معمولاً، به وسیله ذرات متخلخل که با مایعی غیر فرار (مانند روغنهای سیلیکون، پلی‌استرها، پلی‌گلیکولها) پوشانیده شده‌اند، پر شده است. گاز بیرون آمده از ستون، از یک آشکارگر (دکتور) سریع‌العمل و حساس که حضور اجزاء جداگشته نمونه را ثبت می‌کند، عبور داده می‌شود. برای سیستمی که دقیقاً تنظیم شده باشد می‌توان همسانی اجزاء نمونه‌ها و مواد را از راه مقایسه زمان لازم برای خروج آنها از ستون پیدا کرد. برای به دست آوردن اطمینان بیشتر از همسانی ترکیبات، می‌توان به تکنیک‌های دیگری از قبیل «زیر قرمز» و «طیف‌سنجی جرمی» روی آورد.

۳-۳- تشکیل کمپلکس (پیچیده) یا پوشش - یک ماده یا ترکیب مختل‌کننده سنجش را می‌توان از راه تبدیل شیمیایی آن، بی‌اثر ساخت. مثلاً، با افزودن یک یون که قادر باشد با عناصر ویژه‌ای ایجاد کمپلکس کند، می‌توان از مزاحمت آن عنصرها کاست. آهن سه ظرفیتی را می‌توان با افزایش یون فلوئورید یا سیانید که با آن، به ترتیب، ایجاد آنیون‌های پیچیده $[FeF_6]^{2-}$ یا $[Fe(CN)_6]^{4-}$ می‌کنند، پوشانید. به این ترتیب، دیگر یون آهن سه ظرفیتی آزاد در محلول وجود نخواهد داشت تا در سنجش سایر عناصر و مواد ایجاد اختلال کند.

۳-۴- روشهای دیگر - تفاوت در اندازه

ذره، جرم، و چگالی می‌تواند اساس استفاده از روشهای ساده تفکیک مانند صاف کردن، غربال کردن، رسوب دادن ترتیبی، تعلیق و شناورسازی، سانتریفیوژ کردن (دستگاههای التراسانتریفیوژ برای مطالعه بسپارهای مصنوعی و طبیعی اهمیت فراوان دارند)، دیالیز، و کروماتوگرافی با غربال مولکولی باشد. کاربرد روشهای مغناطیسی، گرمایی، و الکتریکی دارای قلمرو گسترده‌ای نمی‌باشد. برای نمونه می‌توان جداسازی فلزهای مغناطیسی از غیر مغناطیسی و سنجش مس در آلیاژهای آن را با استفاده از رسوب گیری (بر روی کاند پلاتینی) به کمک الکتریسیته نام برد. مواد زیست‌شناختی (بیولوژیکی) را، گاه از راه تفاوت میان سرعت حرکت آنها، در اثر یک میدان الکتریکی، می‌توان از همدیگر جدا ساخت.

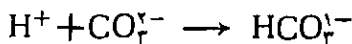
بقیه مقاله در شماره آینده

زیر نویس‌ها:

- ۱- Chemical analysis
- ۲- Wilhelm Ostwald
- ۳- Pliny
- ۴- Robert Boyle
- ۵- The Sceptical Chemist
- ۶- Friedrich Hoffmann
- ۷- Joseph Louis Gay Lussac
- ۸- Robert Bunsen
- ۹- Karl Friedrich Mohr
- ۱۰- Antoine Laurent Lavoisier
- ۱۱- Justus von Liebig
- ۱۲- Jean Baptiste André Dumas
- ۱۳- Stoichiometry
- ۱۴- Berzelius
- ۱۵- Marcellin Berthelot
- ۱۶- Clemens Winkler
- ۱۷- Hirovskii
- ۱۸- Gustav Robert Kirchhoff

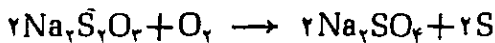
الف) منطقی نیست که نمونه مورد آزمایش دقیق از $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ برداشت (یعنی نمی‌توان قبلاً حساب کرد که برای تهیه یک لیتر تیوسولفات سدیم ۰/۰۲N چقدر از آن لازم است که همان مقدار را با تراز و دقیقاً توزین و حل کرده و به حجم یک لیتر رساند زیرا نرمالین تیوسولفات منفر است).

ب) نباید بلافاصله پس از تهیه محلول اقدام به تیتراسیون کرد بلکه باید ده روز پس از تهیه به عمل اقدام کرد. به علاوه برای افزودن پایداری تیتراسیون محلول باید آب مقطر تازه جوشیده و سرد شده به کار برد و نیز ۱/۵ گرم کربنات سدیم (Na_2CO_3) برای یک لیتر محلول برای خنثی کردن یونهای H^+ اسید کربنیک باید اضافه کرد:



کربنات سدیم را باید پس از یک روز تهیه محلول به کار برد. برای حفاظت محلول Na_2CO_3 باید آن را در ظرفهای مخصوصی که لوله جذب CO_2 دارند و در آنها آهک سده قرار دارد به کار برد و با وجود رعایت این نکات تیتراسیون $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ به آرامی شروع به کاهش می‌کند و لازم است گاهگاهی تیتراسیون آن را تحقیق کرد کاهش تیتراسیون می‌تواند در نتیجه این عوامل باشد:

۱- اکسیداسیون $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ با اکسیژن هوا:



۲- تجزیه $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ در اثر تیوباکتریها. مهمترین علت ناپایداری محلول تیوسولفات می‌باشد برای جلوگیری کردن از تجزیه مقدار ۱۰ میلی‌گرم یدید مرکوریک HgI_2 برای هر لیتر محلول باید اضافه کرد همچنین بهتر است محلول را از نور محافظت کرد زیرا باعث تکثیر تیوباکتریها می‌شود. هنگام تهیه محلول تیوسولفات اکی‌والان گرم آن را برابر $248/2\text{g}$ گرم گرفت و نرمالین محلول (تقریباً ۰/۰۲N) باشد و تمام نکات ذکر شده در بالا رعایت شود.

محلول ید: می‌توان محلول تیتراسیون ید را یا به صورت «نمونه دقیق» از ید بلور شده خالص شیمیایی و یا از ید تجاری تهیه کرد.

در حالت اخیر معمولاً تیتراسیون محلول ید به کمک محلول تیتراسیون تیوسولفات سدیم تعیین می‌شود. هر دو روش را در اینجا مورد بررسی قرار می‌دهیم:

تهیه محلول ید از طریق نمونه آزمایش از ید خالص

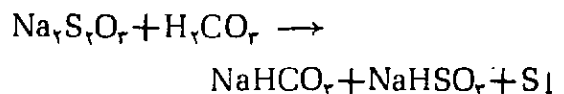
تهیه

محلولهای نمونه

تنظیم از: غلامحسین لطیفی معلم شیمی دبیرستان البرز

محلول تیوسولفات سدیم: به علت حساسیت زیاد واکنش ید - نشاسته (۵۰ ml محلول بر اثر افزودن یک قطره محلول ۰/۰۱N رنگ آبی کاملاً واضحی به خود می‌گیرد) بنابراین می‌توان محلولهای تیتراسیون ید یا تیوسولفات ۰/۰۲N تهیه کرد چنانکه می‌دانید با کاهش غلظت محلولهای تیتراسیون خطای قطره هم کاهش می‌یابد به علاوه مقدار مصرف KI و ید هم کاهش می‌یابد.

تیوسولفات سدیم، $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ جسم متبلوری است، هر چند تهیه محلول تیتراسیون تیوسولفات از نمونه مورد آزمایش دقیق آن امکان پذیر نیست (یعنی از یک نمونه خالص توزین شده نمی‌توان یک محلول تیتراسیون به دست آورد) تیوسولفات شرایط لازم یک ماده پایه را ندارد چون ترکیب نسبتاً ناپایداری است. مثلاً با اسید کربنیک موجود در آب طبق معادله زیر واکنش می‌دهد:



به این دلیل نرمالین تیوسولفات کمی افزایش می‌یابد. در نتیجه اکی‌والان گرم $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ برابر ۱M و اکی‌والان گرم NaHSO_3 برابر $\frac{1}{2}M$ است. بنابراین به جای اکی‌والان گرم $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ هنگام واکنش بالا ۲ اکی‌والان گرم NaHSO_3 به دست می‌آید. با توجه به این مطالب واضح است که:

بخاراتش هوای آزمایشگاه را مسموم می‌کند و باعث خوردگی قسمت‌های فلزی وسایل و دستگاهها می‌شود. بنابراین تمام عملیات انجام شده در روی ید مانند ساییدن و تبخیر و غیره بالاچار باید زیر هود (Hotte) یا هواکش انجام گیرد. به‌خصوص باید از تأثیر ید روی ترازوی تجزیه‌ای جلوگیری کرد و بهیچوجه نباید ید را به اتاق توزین برد و آن را در ظرف دربار روی ترازوی تجزیه‌ای توزین کرد.

چنانکه گفته شد ید در آب به سختی حل می‌شود. بنابراین آن را در محلول غلیظ KI یدید پتاسیم حل می‌کنند که با آن ترکیب کمپلکسی محلول به رنگ قرمز قهوه‌ای می‌دهد.

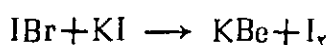
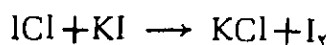


برای اینکه عمل حل شدن سریع و آسان باشد باید وزن KI سه برابر وزن ید باشد به علاوه موقع توزین باید فراریت ید را در نظر داشت. به این جهت بهتر است ید را بعد از حل کردن در KI توزین کرد محلول ید در یدید پتاسیم دارای فراریت کمتری است.

در این موقع به روش زیر عمل کنید. ابتدا در ظرف توزین حدود ۲ تا ۳ گرم KI بلور شده روی ترازوی معمولی آزمایشگاه بکشید و آن را در کمترین مقدار آب حل کنید بعد از آنکه محلول به دمای محیط رسید (هنگام حل KI جذب گرما ایجاد می‌شود) دقیقاً KI را با ترازوی تجزیه‌ای توزین کنید و سر ظرف توزین را با درپوش ببندید. سپس زیر هود (هواکش) در ظرف توزین محتوی محلول KI مقدار لازم (۰/۶g) ید سولیمه که در شیشه ساعت قرار دارد بریزید و فوراً در ظرف توزین را با درپوش ببندید از نو دقیقاً ظرف توزین را وزن کنید اختلاف بین دو نتیجه توزین مقدار ید را نشان می‌دهد. با حل کامل بلورهای ید و با مخلوط کردن با احتیاط در ظرف توزین در بسته آن را با قیف در بالن ژوژه ۲۵۰ میلی‌لیتری بریزید. ید باقیمانده در ظرف توزین و قیف را با عمل شستشو به بالن ژوژه منتقل کنید و کاملاً دقت کنید که ید هدر نرود. محلول را با آب رقیق کنید تا به خط نشانه برسد. سپس در ظرف را با درپوش شیشه‌ای ببندید و آن را خوب مخلوط کنید.

مانند معمول تیترو نرمالینه محلول تهیه شده را حساب کنید. تهیه محلول از ید تجاری (خالص نشده): با همین روش از ید خالص نشده محلول تهیه می‌شود تنها اختلاف در این است که عمل سولیماسیون ید حذف شده است و مستقیماً حدود ۰/۶ تا ۰/۷ گرم ید تجاری را با ترازوی تکنیک می‌کشند همزمان با این

شیمیایی: ید تجاری دارای مواد اضافی از کبر، مشتقات دیگر ید با هالوژنهای مختلف مثلاً ICl, IBr, ICl₃ و آب هیگروسکوپیک است برای خالص کردن ید چنان عمل می‌شود که فشاری از بخار ید برابر با فشار يك اتمسفر در دمای خیلی پایین‌تر از دمای ذوب به دست آید. به این جهت اگر ید پولکی شکل را گرم کنند بدون آنکه ذوب شود به بخار تبدیل می‌شود این بخار وقتی به جداره سرد ظرفی برسد به صورت بلورهای در می‌آید این پدیده تبخیر جسم جامدی را بدون آنکه از فاز مایع بگذرد سولیماسیون می‌نامند (تصعید یا سولیماسیون تبدیل مستقیم جسم جامد به بخار یا گاز می‌باشد) برای استخراج و رها کردن ید از ناخالصیها با عمل تصعید باید قبلاً آنها را به اجسام غیر فرار تبدیل کرد. برای این منظور ید تجاری را در هاونی از پشم خطایی یا عقیق (هاون چینی برای این منظور مناسب نیست) با KI یا CaO مخلوط کرده نرم می‌کنند، اکسید کلسیم جذب آب کرده، Ca(OH)₂ می‌دهد در صورتیکه KI با ناخالصیها ترکیبهای هالوژن‌دار ید آزاد و نمکهای غیر فرار می‌دهد:



تا آخر

مخلوط ید تجاری با KI و CaO را پس از نرم کردن در لیوان کاملاً خشک گذاشته و در آن را به وسیله ظرف گرد پراز آب سرد مسی پوشانند و روی (چراغ‌گاز و توری سه پایه به آرامی گرم می‌کنند. گاهگاهی بلورهای کوچک ید را که در سطح سرد ظرف جمع شده است به کمک هم‌زن شیشه‌ای (میله توپر شیشه‌ای که برای هم‌زدن به کار می‌رود) به روی شیشه ساعت که قبلاً توزین شده منتقل می‌کنند و مجموع را روی ترازوی سه اهرمی (تکنیک) وزن می‌کنند (وزن ظرف + وزن ید). عمل تصعید را آن قدر ادامه می‌دهند تا مقدار ید لازم برای تهیه محلول به دست آید. در حالت مورد نظر ما برای تهیه ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول ید ۰/۰۲ نرمال احتیاج به حدود ۰/۶ گرم ید هست زیرا اکی‌والان گرم ید برابر يك اتم گرم آن است یعنی ۱۲۶/۹ گرم بنابراین داریم:

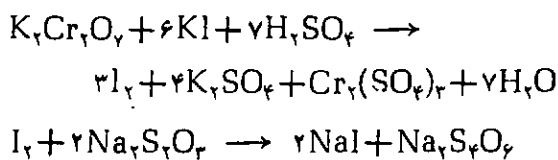
$$126/9 \text{ گرم ید} \quad 1000 \text{ میلی‌لیتر}$$

$$0/6 \text{ گرم ید} \approx x \times 250$$

با اقدام به تهیه محلول باید یادداشت که ید فرار است و

به Cr^{3+} است که به علت دارا بودن رنگ سبز تعیین نقطه اکسی والان را مشکل می‌سازد. برای کم کردن رنگ سبز محلول را پیش از تیتراسیون باید خیلی دقیق کرد.

هرچند که دی کرومات پتاسیم دارای پتانسیل الکترودی بالایی است ($\epsilon^\circ = +1/36V$) و باید قابلیت اکسید کردن مستقیم $Na_2S_2O_4$ را ($\epsilon^\circ = 0/8V$) داشته باشد اما چون واکنش به روش کمپلکس انجام می‌گیرد نمی‌توان با یک فرمول آن را بیان کرد. به این جهت تیتر $Na_2S_2O_4$ بر اساس اصل کلی سنجش یدومتری اکسیدکننده‌ها تعیین می‌شود. یعنی نخست بر روی مخلوط KI و H_2SO_4 حجم کاملاً معینی از محلول تیتره $K_2Cr_2O_7$ اثر می‌دهند: دی کرومات به مقدار هم‌ارز خود ید آزاد می‌کند ید آزاد شده را به کمک تیوسولفات تیتر می‌کنند معادله واکنشهای انجام شده چنین است:



تهیه محلول تیتره $K_2Cr_2O_7$: چون ضمن واکنش با KI مولکول $K_2Cr_2O_7$ ۶ الکترون می‌گیرد بنابراین اکسی والان گرم آن برابر با

$$E_{K_2Cr_2O_7} = M : 6 = 49/03g$$

با در دست داشتن اکسی والان گرم محاسبه مقدار دی کرومات لازم برای تهیه ۲۵۰ mL محلول ۰/۰۲N مشکل نیست.

طبق روش معمولی با ترازوی تجزیه‌ای نمونه لازم از دی کرومات پتاسیم را به دقت وزن کنید آن را کم کم به بالن حجمی ۲۵۰ mL انتقال دهید در آب حل کرده و با رقیق کردن به حجم برسانید و خوب مخلوط کنید و نرمالیت محلول را حساب کنید.

تیتراسیون - برای انجام تیتراسیون بسورت را از تیوسولفات سدیم پر کرده و روی صفر تنظیم کنید (لازم به یادآوری است که محلول تیوسولفات تهیه شده هم در حدود ۰/۰۲N باید باشد).

در ازلن بزرگی به کمک استوانه مدرج ۵ تا ۷ میلی لیتر محلول KI ۲۰٪ و ۱۰ تا ۱۵ میلی لیتر محلول دونرمال (۲N) اسید سولفوریک (H_2SO_4) بریزید (توجه: باید قبلاً با آزمایشی مشخص کنید که مخلوط اسید سولفوریک و یدید پتاسیم ید آزاد نمی‌کند. آزاد شدن ید مربوط به وجود ناخالصی

عمل ۰/۲ تا ۰/۳ گرم KI را در کمترین حجم ممکن آب حل می‌کنند ید نمونه را در محلول حاصل داخل می‌کنند پس از حل شدن محلول حاصل را با آب رقیق می‌کنند تا به حجم ۲۵۰ mL برسد سپس تیتر آن را با تیوسولفات مطابق آنچه در بالا گفته شد تعیین می‌کنند.

محلول نشاسته: برای تهیه محلول نشاسته حدود نیم گرم آن را که به نام «نشاسته محلول» هست وزن می‌کنند و آن را به دقت با چند میلی لیتر آب سرد مخلوط می‌کنند خمیر به دست آمده را در ۱۰۰ mL آب جوش می‌ریزند مدت دو دقیقه آن را می‌جوشانند (تا اینکه محلول شفاف شود) محلول را داغ داغ صاف می‌کنند به جای صاف کردن می‌توان نشاسته را گذاشت تا ته نشین شود و موقع مصرف فقط از قسمت رویی مایع استفاده می‌کنند. باید در نظر داشت که محلول نشاسته محیط مناسبی برای تغذیه موجودات ذره بینی است بنابراین به سرعت خراب می‌شود برای به دست آوردن محلول نشاسته تقریباً بایدار می‌توان به آن چند میلی گرم HgI_2 هنگام تهیه محلول اضافه کرد. یک قطره محلول ۰/۰۲N ید در ۵۰ mL آب با ۲ تا ۳ میلی لیتر محلول نشاسته آبی می‌شود اگر رنگ حاصل آبی نباشد و به رنگ بنفش یا قهوه‌ای درآید علامت خراب شدن چسب نشاسته است و دیگر نمی‌تواند به عنوان معرف به کار رود.

تعیین تیتر محلول نمونه $Na_2S_2O_4$

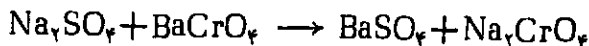
مواد پایه گوناگونی برای تعیین تیتر $Na_2S_2O_4$ پیشنهاد شده است مانند ید پولکی خالص شیمیایی، یدات پتاسیم KIO_4 و برمات پتاسیم $KBrO_4$ ، فری سیانید پتاسیم $[K_3[Fe(CN)_6]]$ ، دی کرومات پتاسیم $K_2Cr_2O_7$ و همچنین تیتر $Na_2S_2O_4$ را می‌توان با محلول تیتره $KMnO_4$ تعیین کرد. این واکنش جالب است زیرا یدومتری را به منگانیمتری مربوط می‌سازد. با وجود این دارای دقت کمتری است. در عمل غالباً دی کرومات پتاسیم به کار می‌رود دی کرومات پتاسیم را می‌توان به صورت خالص شیمیایی به دست آورد که با فرمول آن مطابقت دارد. عمل خالص کردن با تبلور مجدد در آب و با خشک کردن در $200^\circ C$ انجام می‌گیرد از طرف دیگر این ترکیب چه در حالت جامد و چه در حالت محلول پایدار است.

معایب دی کرومات پایین بودن اکسی والان گرم و تبدیل آن

برای این منظور حجم معینی از ید تیترو را با محلول تیوسولفات تیترو می‌کنند مسلماً تعیین تیترو تیوسولفات سدیم فقط با این جسم امکان دارد و اما آسان نیست زیرا خطاها هنگام تعیین دو تیترو افزایش می‌یابد.

واضح است که با داشتن محلول تیترو تیوسولفات همچنین می‌توان مسأله معکوس را حل کرد مثلاً سنجش مقدار گرم محلولی از دی کرومات پتاسیم داده شده، با در نظر گرفتن اینکه یون $Cr_2O_7^{2-}$ با یونهای Ba^{2+} و Pb^{2+} رسوب می‌دهد روش ملاحظه شده می‌تواند همچنین برای تجزیه حجمی این یونهای اخیر به کار رود. این روش یدومتری بهترین روش برای سنجش سرب است. به محلول داده شده به مقدار اضافه بر لزوم ولی اندازه‌گیری شده محلول تیترو دی کرومات پتاسیم در حضور محلول تامپون $CM_4COOH + CH_3COONa$ اضافه می‌کنند بعد از صاف کردن رسوب، در محلول زیادی $K_2Cr_2O_7$ را که در واکنش داخل نشده است می‌سنجند.

روش یدومتری همچنین برای سنجشهای حجمی سولفات‌ها به کار می‌رود مثلاً Na_2SO_4 در این صورت روی محلول داده شده مقدار بیش از حد لازم $BaCrO_4$ اسید کلریدریکی اضافه می‌کنند که با Na_2SO_4 طبق واکنش زیر عمل می‌کند:



زیادی $BaCrO_4$ (که در اسید قوی محلول است ولی در آب نامحلول می‌باشد) به کار رفته را با یک قلیا خنثی کرده و پس از آن صاف می‌کنند و رسوب $BaSO_4$ و $BaCrO_4$ را می‌شویند، با روش یدومتری اندازه مقدار Na_2CrO_4 را در زیر صافی معین می‌کنند. مقدار Na_2CrO_4 با مقدار Na_2SO_4 معادل است بنابراین محاسبه مقدار SO_4^{2-} به آسانی امکان دارد.

توضیح: بروی سولفات سدیم مجهول کرومات باریم بیش از حد لازم محلول در HCl می‌ریزیم طبق فرمول مقداری از آن صرف رسوب دادن یونهای SO_4^{2-} می‌شود زیادی کرومات باریم پس از خنثی شدن با قلیا رسوب می‌کند که همراه با رسوب سولفات باریم آن را می‌گیریم پس از صاف کردن و شستن دو رسوب محلول زیر صافی فقط دارای Na_2CrO_4 می‌باشد که از Na_2SO_4 به وجود آمده است پس اگر مقدار Na_2CrO_4 به روش یدومتری معلوم شود مقدار Na_2SO_4 هم معادل با آن است.

KIO_4 در KI است که محلول را قهوه‌ای رنگ یا زرد کم رنگ می‌سازد در صورت مشاهده چنین وضعی باید قطره قطره تیوسولفات سدیم اضافه کرد و هم زد تا تنها با یک قطره تیوسولفات رنگ ید از بین برود. بدیهی است که مقدار تیوسولفات مصرف شده برای بی‌رنگ کردن محلول را نباید در محاسبه تیترواسیون منظور کرد.

به محلول حاصل به کمک پیت مقدار دلخواهی (۲۵/۰۰ ml) محلول دی کرومات پتاسیم اضافه کنید دهانه ظرف را با شیشه ساعت پوشانید تا جلوگیری از تبخیر ید و اتلاف آن شود مخلوط را مدت ۵ دقیقه در جای تاریک قرار دهید تا واکنش کامل شود. سپس شیشه ساعت را بردارید و با آب مقطر در بالای ارلن گرفته و آب بکشید به طوری که قطرات آب کاملاً در ارلن بریزد ۲۰۰ میلی لیتر دیگر آب در ارلن بریزید و اقدام به تیتراژ محلول با تیوسولفات کنید. نخست بدون معرف تیترو کنید. هنگامی محلول از قهوه‌ای پررنگ به زردی کم رنگ گراید (زرد کاهی) مقدار تقریبی ۵ میلی لیتر محلول نشاسته اضافه کنید و تیتراژ را تا از بین رفتن رنگ آبی و ظهور رنگ سبز کم رنگ که فقط با یک قطره محلول تیوسولفات حاصل می‌شود ادامه دهید. قطره‌های آخری تیوسولفات را به آرامی بریزید و با ریختن هر قطره خوب و به دقت محلول را هم بزنید تا مخلوط شود. پس از یادداشت تیوسولفات سدیم افزوده شده، دقت تیتراژ را با ریختن فقط یک قطره (نه بیشتر) محلول تیترو دی کرومات پتاسیم به محلول ارلن تحقیق کنید اگر محلول بالا تیترو نشده باشد باید رنگ آبی پایدار دو مرتبه ظاهر شود. و دفعه دیگر تیتراژ را به دقت تکرار کنید از نتایج نزدیک به هم و متناسب میانگین بگیرید (اختلاف این نتایج بین خود نباید بیشتر از ۰/۱ میلی لیتر باشد).

محاسبه: هر چند $Na_2S_2O_8$ و $K_2Cr_2O_7$ با هم به طور مستقیم ترکیب نشده‌اند اما مقدار آنها با هم معادل و هم ارز است با به کار بردن فرمول $N_1V_1 = N_2V_2$ نرمالیت تیوسولفات سدیم را از روی نرمالیت معلوم دی کرومات پتاسیم و از روی حجمهای مصرف شده حساب کنید (حجم دی کرومات و نرمالیت دی کرومات و حجم تیوسولفات معلوم است فقط نرمالیت تیوسولفات مجهول است).

اگر در آزمایشگاه محلول تیترو ید که از نمونه ید خالص شیمیایی تهیه شده باشد موجود باشد بهتر است درستی تیترو تیوسولفات سدیم را با محلول این ید تیترو نیز تحقیق کرد.

این مقاله به کتاب شیمی سال چهارم علوم تجربی - ریاضی و فیزیک در برون است.



نوشته: جفری کلوچر
از مجله: دیسکاور

ترجمه: محمدباقر جلالی

به يك روايت علمی «فن اشترادونینس فریدریک اگوست ککوله»
 «Von Stradonitz Friedrich August Kekule»
 نخستین کسی بود که مولکول را دیده. اما نه به وسیله میکروسکوپ بلکه آن را در رؤیای خود مشاهده کرد. (این شیمیدان آلمانی که در هفتم سپتامبر سال ۱۸۲۹ در دارمشتات کشور آلمان زاده شد مبتکر اولیه یا لااقل یکی از پایه گذاران شیمی آلی است. او معتقد بود که اگر چند کربن در يك ترکیب گردهم آیند به یکدیگر ملحق می شوند و بر این پایه توانست ساختار مولکولی «بنزن» را طراحی و پیشنهاد کند). او می گوید تا رمز چگونگی ترکیب کربن و هیدروژن را در شکل مولکول «بنزن» کشف کند. روايت علمی که در بالا آورده شد از اینجا سرچشمه گرفته است که هنگامی خواب بر ککوله مستولی شده بود در حال خواب دید که «ماری» با حرص و ولع دم خود را می بلعد. پس از بیدار شدن، نتیجه گرفت که يك ترکیب گردهم آیند به یکدیگر ملحق می شوند و بر این پایه توانست ساختار مولکولی «بنزن» را طراحی و پیشنهاد کند). او می گوید تا رمز چگونگی ترکیب کربن و هیدروژن را در شکل مولکول «بنزن» کشف کند. روايت علمی که در بالا آورده شد از اینجا سرچشمه گرفته است که هنگامی خواب بر ککوله مستولی شده بود در حال خواب دید که «ماری» با حرص و ولع دم خود را می بلعد. پس از بیدار شدن، نتیجه گرفت که

«بنزن» باید شکل و ترکیب حلقه ای داشته باشد. یکصد و بیست و پنج سال از این رؤیا گذشت تا انسان توانست از نزدیک به مولکول «بنزن» نظر بیاورد و مشاهده نماید که آن بیشتر به يك شش ضلعی شباهت دارد تا يك دایره. مطالعات بیشتر بعدی نیز نظریه «ککوله» را تأیید کرد. از جمله این که يك اتم «ید» به هر يك از شش اتم کربن در حلقه «بنزن» اضافه شود مولکولهای حاصل نیز همان وضع و رفتار

را پیدا می کنند این سبب شد که پیشنهاد شود «بنزن» حلقه‌ای است چه اگر مولکول «بنزن» زنجیره‌ای و مستقیم می بود هر کربن به نسبت جایی که در ابتدا یا وسط یا وسط با انتهای زنجیرای اشغال می کرد باید وضع و رفتارش تغییر می کرد. اما این شواهد غیر مستقیم همه آنچیزی بود که وجود داشت و حلقه‌ای بودن ساختار مولکولی «بنزن» را تأیید می کرد. تا سال ۱۹۸۸ یعنی آنگاه که یک دسته از محققان در مرکز تحقیقات آلمادن در «سن خوزه کالیفرنیا» از یک میکروسکوپ S T^۲ برای برداشتن تصویر روشنی از ساختار مولکول «بنزن» استفاده کردند. این میکروسکوپ در سال ۱۹۸۱ توسط پژوهشگران شرکت IBM مستقر در کشور سویس اختراع شده بود. میکروسکوپ نفیس و گرانبهایی است و قسمت مهم و ارزشمند آن دهانه یا دیدگاه میکروسکوپ S T است که بسیار بسیار نازک و ظریف ساخته شده است محققان کسه بسا این میکروسکوپ کار می کند، دهانه یا دیدگاه سوزن مانند آن را تنها دو سه اتم دورتر از سطحی که می خواهد مطالعه کند، قرار می دهد سپس آن را جلو و عقب می برد تا در فاصله‌ای که می خواهد به طور دقیق، تصویر نقطه چین از آن تهیه کند، قرار بگیرد و یا بررسی کردن یکی یکی نقاط نمونه مورد مطالعه از شی مورد نظر «Scanning» تصویری تهیه می کند. لوله سوزن مانند میکروسکوپ S. T مانند هواپیمایی که از پستی و بلندیهای مانند فراز کوه و دره عبور می کند سطح مولکول را طی می کند و هر بار که نوك سوزن مساند میکروسکوپ بالا و پایین می رود نوسانهای آن به مرکز کامپیوتر

میکروسکوپ منتقل می شود و با ترکیب و تلفیق نوسانهای تصویری به دست می دهد. آقای «شرلسی چیانگ» یکی از فیزیکدانهای شرکت IBM می گوید آنچه که ما به وسیله میکروسکوپ S T اندازه می گیریم حرکات ظریف سوزن «دهانه دید میکروسکوپ» است که تصویر نیم رخی از تمام نقطه نقطه مولکول را تهیه می کند. در طول هفت سالی که از اختراع میکروسکوپ S T تا سال ۱۹۸۸ گذشته بود از اتمهای متفاوت تصویرهای تار و سایه داری برداشته شده بود اما در آن سال تصویری که از مولکول «بنزن» برداشته شد نخستین تصویر آشکاری بود که بدو وضوح برجستگیهای آن را نشان می داد و این پیشرفت در عکس برداری با میکروسکوپ S T نتیجه بهبود نحوه عکس برداری را بلکه نتیجه پیشرفتی بود که برای بی حرکت نگاهداشتن مولکول بنزن به دست آمده بود به این معنی که چون «بنزن» بسیار فعال و همواره در حال تغییر و تحول است ناچار باید در حالتی بی حرکت در مقابل میکروسکوپ قرار بگیرد که بشود از آن عکس روشن و دقیق برداشت «چیانگ» دانشمند فیزیکدان و محقق مرکز تحقیقاتی IBM مطلب را اینگونه توضیح می دهد:

«ما ناچار بودیم راهی برای پایدار و بی حرکت ماندن مولکول بنزن پیدا کنیم تا به قدر کافی و لازم ثابت و غیر فعال باشد که بتوان از آن عکس گرفت. گروه محققان شرکت IBM این کار را با قرار دادن یک لایه گاز مونوکسید کربن بر سطح صافی از رادیم و پس از آن با نهادن یک لایه گاز «بنزن» بر بالای آن انجام دادند در حالیکه هیچیک از دو گاز نامبرده به تنهایی

واکنش ویژه‌ای نسبت به رادیم نشان ندادند: آنها در یک لایه تراکم با یکدیگر برای متوقف کردن فعالیت مولکول نسبت به بلور فلز کمیاب^۳ آنقدر محکم مولکول را بسته و در محل خود قفل کرده بودند که به قدر کافی بی حرکت مانده بود تا میکروسکوپ، آنها را اندازه گیری کرده و با جمع بندی اطلاعات حاصل به وسیله کامپیوتر خود تصویر روشنی تحویل بدهد.

با اینکه عکس فوری که میکروسکوپ S T از مولکول بنزن برداشته بود که این عکس از هر جهت قابل ملاحظه بود اعضای گروه تیم محققان IBM تصدیق کردند که تکنولوژی عکس برداری از مولکول هنوز راه درازی در پیش دارد پیش از اینکه ابزار تحقیقاتی نتایج عملی به دست بدهد باید در آماده کردن مولکولهای دیگر جهت تصویر برداری و حتی در طریقه بهبود و ابزار میکروسکوپ و پیشرفت سخت افزار آن پیشرفتهایی حاصل شود؛ آنوقت است که روشهای جدیدی برای آزمایش و واکنشهای مولکولها می توان، تدارک کرد. چیانگ می گوید، «واکنشهای مولکولها را معمولاً با ملاحظه‌ی وضع و رفتار شیمیایی که انجام می دهند می شود استنباط کرد ما با این روشهای نوین احتمالاً می توانیم عمیق تر و صریح تر خود مولکولها را می بینیم».

۱- San jose California

۲- Scanning tunnelling microscope

۳- Rare crystal metal

فرایند انحلال

و بحث ترمودینامیکی آن

دکتر حسین آقائی

و دیگری به عنوان «حل شدن» می‌باشد. یک محلول ممکن است از سه جسم شیمیایی و بیشتر نیز تشکیل شده باشد. یک محلول ممکن است به حالت مایع یا جامد یا گاز باشد. محلول آب و الکل دارای حالت مایع است. مذاب شامل کلرید سدیم و نترات سدیم نیز دارای حالت مایع است. یک مذاب شامل دو فلز نیز دارای حالت مایع می‌باشد. از سوی دیگر هوا به عنوان یک محلول (یک مخلوط همگن) به حال گاز است. هوا تمام مشخصه‌های یک محلول را در خود دارد. به همین ترتیب، آلیاژی که برای تهیه سکه‌های فلزی به کار می‌رود یک محلول جامد است و در آن همه مشخصه‌های مربوط به یک محلول درکار است.

ب - شیوه‌های بیان غلظت نسبی محلول

غلظت نسبی یک محلول در حالت کلی بیان‌کننده مقدارهای نسبی حل شدن و حلال در محلول است و از روی آن می‌توان به مقدار نسبی هر یک از حل شدن و حلال در محلول پی برد. وقتی می‌گوییم محلولی رقیق است، نظرمان آن است که مقدار حل شدن در آن نسبت به حلال بسیار کم است. در مقابل، از اصطلاح «محلول غلیظ» درمی‌یابیم که مقدار ماده حل شدن در آن به طور نسبی بیشتر است.

در بیشتر اوقات از اصطلاحهای «سیر شده»، «سیر نشده» و «ابسر سیر شده» برای بیان غلظتهای نسبی محلولها استفاده

الف - مقدمه

فرایند حل شدن یک جسم شیمیایی در یک جسم شیمیایی دیگر از دیدگاه‌های مختلفی می‌تواند آموزنده و جالب توجه باشد. (وقتی می‌گوییم یک جسم شیمیایی در یک جسم شیمیایی دیگر حل می‌شود، منظورمان آن است که جسم اول در معیار مولکولی به طور یکنواخت در بین مولکولها جسم دوم پراکنده می‌شود و آن دو باهم یک فاز مادی را تشکیل می‌دهند.) یک فاز مادی به عنوان یک محیط مادی کاملاً همگنی است که خواص آن خواه از نظر فیزیکی و خواه از نظر شیمیایی و نسبت درصد اجزای سازنده آن در سراسر آن محیط مادی کاملاً یکسان است.

از مخلوط آب و الکل می‌توان به عنوان یک محلول یاد کرد. این مخلوط فقط شامل یک فاز مادی است. خواص فیزیکی و شیمیایی و نسبت درصد آب و الکل در آن در سراسر محلول یکسان است. در واقع مولکولهای الکل به طور کاملاً یکنواخت در بین مولکولهای آب پراکنده شده‌اند؛ می‌توان گفت مولکولهای آب نیز به طور یکنواخت در بین مولکولهای الکل پراکنده شده‌اند.

در محلولهایی که از دو جسم شیمیایی درست شده‌اند، به یکی از آن دو حلال و به دیگری حل شدن می‌گویند. آن جسمی که مقدارش بیشتر است معمولاً به عنوان «حلال» است

به صورت بلور از محلول جدا می‌شود و آنگاه محلول حالت سیر شده پیدا می‌کند.

اسید هیدروکلریک، اسید نیتریک، اسید سولفوریک و آمونیاک به صورت محلول غلیظ در تجارت به فروش می‌رسند در جدول ۱ برخی مشخصات آنها داده شده است:

جدول ۱- محلولهای غلیظ برخی اسیدها و بازها که به طور تجارتي به فروش می‌رسند

نام	فرمول جسم حل شد	مولاریته جسم حل شده	درصد جرمی جسم حل شده	چگالی (g/cm^3)
اسید هیدروکلریک	HCl	۱۲	۳۶	۱/۱۸
اسید نیتریک	HNO ₃	۱۶	۷۲	۱/۴۲
اسید سولفوریک	H ₂ SO ₄	۱۸	۹۶	۱/۸۴
آمونیاک	NH ₃	۱۵	۲۸	۰/۹۰

ج - غیر الکترولیتها در برابر الکترولیتها

رسانایی الکتریکی آب خالص بسیار ناچیز است، به طوری که می‌توان آن را حدوداً نارسانا گرفت. اجسام حل شده بر حسب رسانایی الکتریکی محلولی آبی آنها به دو دسته بزرگ تقسیم می‌شوند:

۱- غیر الکترولیتها که محلول آبی آنها رسانای الکتریسیته نیست. غیر الکترولیتها اجسامی مولکولی هستند که در موقع حل شدن در آب باز هم به همان صورت مولکولی در محلول باقی می‌مانند. چون مولکولها خنثی هستند، پس در یک میدان الکتریکی به حرکت در نمی‌آیند و از این رو جریان الکتریسیته را هدایت نمی‌کنند. شکر، الکل مانند آنها غیر الکترولیت هستند؛ محلول آبی آنها رسانایی الکتریکی ندارد.

۲- الکترولیتها ترکیباتی هستند که محلول آبی آنها رسانای جریان الکتریسیته است. (مذاب عده‌ای از الکترولیتها نیز رسانای جریان الکتریسیته است). الکترولیتها در موقع حل شدن در آب یونهای مثبت و منفی را تولید می‌کنند. این یونها به دلیل داشتن بار الکتریکی مثبت یا منفی، در یک میدان الکتریکی به حرکت درمی‌آیند و به سوی قطبها مهاجرت می‌کنند. همین حرکت کردن یونها به سوی قطبها است که رسانایی الکتریکی محلول را فراهم می‌سازد. نمک طعام یک الکترولیت است. آن

می‌کنیم.

یک محلول سیر شده محلولی است که یا با جسم حل شدنی در حالت خالص در حال تعادل باشد، یا بتواند در حال تعادل قرار گیرد.

یک محلول سیر نشده محلولی است که غلظت جسم حل شدنی در آن از غلظت آن در محلول سیر شده کمتر است.

یک محلول سیر نشده می‌تواند با زهم مقدار بیشتری از جسم حل شدنی را در خود حل کند و دست‌آخر حالت سیر شده پیدا کند. یک محلول سیر نشده نمی‌تواند با جسم حل شدنی در حالت خالص در حال تعادل باشد.

یک محلول ابر سیر شده محلولی است که غلظت جسم حل شدنی در آن بیش از محلول سیر شده است. محلول ابر سیر شده نیز در حال تعادل نیست. این محلول می‌تواند مقداری از جسم حل شدنی را از خود بیرون براند و سرانجام حالت سیر شده پیدا کند. هر گاه یک محلول ابر سیر شده را قطره قطره روی بلور کسوچکی از جسم حل شدنی بریزید، بلور مذکور به تدریج رشد می‌کند تا جایی که به قطعه بلور کاملاً بزرگی برسد، چرا؟

آزمایش

محلول ابر سیر شده‌ای از اسنات سدیم را تهیه کنید. پس از آن یک قطعه کوچک اسنات سدیم متبلور را روی یک صافی قرار دهید و به آهستگی قطره قطره از محلول ابر سیر شده تهیه شده را روی آن بریزید و به رشد تدریجی بلور اسنات دقت کنید.

محلول سیر شده شکر (C₁₂H₂₂O₁₁) در آب در ۲۰°C دارای ۲۰۳/۹ گرم شکر در ۱۰۰ گرم آب است. هر گاه مقدار شکر حل شده در ۱۰۰ گرم آب در ۲۰°C از آن کمتر باشد، محلول به دست آمده سیر نشده است، اگر بیش از آن باشد، محلول حاصل ابر سیر شده است.

۱۰۰ گرم آب در ۸۰°C می‌تواند تا ۳۶۲/۱ گرم شکر را در خود حل کند. هر گاه این محلول با دقت و بدون به هم زدن یا تکان دادن آن تا ۲۰°C سرد شود، شکری رسوب نمی‌کند و محلول به حالت ابر سیر شده درمی‌آید. حال هر گاه یک دانه بلور کوچک شکر به داخل این محلول رها شود، تبلور به سرعت رخ می‌دهد و جسم حل شده اضافی

$$۳۶۲/۱ - ۲۰۳/۹ = ۱۵۸/۲g$$

نامحدود است. نیروهایی که مولکولهای C_6H_{14} و C_5H_{12} در مایعات خالص هر یک از آنها به دور هم نگه میدارد از نوع نیروهای پراکنندگی و در حدود یکدیگر است. بدین ترتیب وقتی این مولکولها درهم پراکنده می‌شوند، در نیروهای بین مولکولی آنها تغییر چندانی پیش نمی‌آید و از همین نظر است که آن دو به سهولت درهم حل می‌شوند.

از سوی دیگر، اجسام غیر قطبی مانند اتان، بوتان و غیره در آب که حلالی قطبی است بسیار ناچیز حل می‌شوند. برای مثال محلول آبی سیر شده از پنتان فقط ۰/۰۱٪ پنتان دارد (بر حسب درصد مولی). قابلیت حل شدن پنتان در آب به این دلیل بسیار پایین است که میان مولکولهای قطبی H_2O و مولکولهای غیر قطبی C_5H_{12} نیروهای جاذبه قابل توجه برقرار نمی‌شود و از این رو، مولکولهای آب که از راه پیوند هیدروژنی با هم در ارتباط هستند از هم جدا نمی‌شوند تا مولکولهای C_5H_{12} در میان آنها قرار گیرند. در واقع نیروهای جاذبه میان مولکولهای H_2O که از راه پیوند هیدروژنی میان آنها برقرار می‌شود، به مراتب بیش از نیروهای جاذبه ای است که ممکن است میان مولکول H_2O و مولکول C_5H_{12} برقرار شود.

ترکیباتی که گروه OH دارند، اغلب در آب حل می‌شوند. بیشتر ترکیبات یونی نیز در آب محلول هستند. در هر یک از آنها، معمولاً نیروهای جاذبه ای که میان مولکولها یا ذرات حل شدنی با مولکولهای حلال برقرار می‌شود قابل توجه است و این جاذبه‌ها در آن حدی است که بر جاذبه‌های موجود در میان مولکولهای حلال غالب می‌شود و از آنجا مولکولهای حل شدنی در بین مولکولهای حلال پراکنده می‌شود.

متانول، اتانول و اتیلن گلیکول با هر نسبتی در آب حل می‌شوند. این بدان دلیل است که میزان نیروهای جاذبه ای که میان مولکولهای حل شدنی و حلال در محلول برقرار می‌شود، با نیروهای جاذبه میان مولکولها در مایع خالص قابل مقایسه است.

الکلهای سنگین در آب کمتر حل می‌شوند. برای مثال هگزانول نرمال و هپتانول نرمال به ترتیب فقط به مقدار ۰/۰۶ و ۱/۷ گرم در هر لیتر آب در $25^\circ C$ حل می‌شوند، چرا؟
ویتامین B و ویتامین C که هر کدام در مولکول خود چندین عامل OH دارند در آب محلول هستند. در مقابل ویتامینهای A، D، E و K که مولکولهای آنها تا حدودی غیر قطبی است، در آب نامحلول هستند؛ آنها بیشتر در بافتنهای دارای

خود در اصل یک ترکیب یونی است و شامل یونهای Na^+ و Cl^- است. این یونها در نمک جامد، در شبکه یونی قرار دارند و در جاهای نسبتاً ثابتی در شبکه مستقر هستند و نمی‌توانند از جاهای خود دور شوند، از همین رو نمک جامد فاقد رسانایی الکتریکی است. در موقع حل شدن این نمک در آب، یونها مثبت و منفی از هم جدا می‌شوند و در محلول پراکنده می‌شوند. بدینسان محلول نمک طعام دارای یونهای Na^+ نسبتاً آزاد و یونهای Cl^- نسبتاً آزاد در آب است. حال وقتی در این محلول یک میدان الکتریکی برقرار شود، یونهای یاد شده تحت تأثیر آن قرار می‌گیرند و از آنجا به سوی قطبهای مسورد نظر به حرکت در می‌آیند (یونها در محلول پیش از برقرار شدن میدان الکتریکی در آن دارای جنبشهای نامنظم گرمایی هستند).

برخی الکترولیتها پیش از حل شدن در آب به صورت ترکیباتی مولکولی هستند، مانند اسید هیدروکلریک، اسید نیتریک و... که مولکولهای هر یک از آنها قطبی است. این مولکولهای قطبی در هنگام حل شدن در آب به یونهای مثبت و منفی یونیزه می‌شوند. برای مثال $H-Cl$ مولکولی قطبی است. وقتی این مولکول در آب حل می‌شود به یونهای H^+ و Cl^- تفکیک می‌شود. از این رو به محلول اسید کلریدریک بدان دلیل الکترولیت می‌گوییم که در خود یونهای H^+ و Cl^- دارد. به محلول به دست آمده از حل شدن گاز کلرید هیدروژن $H-Cl$ در آب، (اسید هیدروکلریک) (اسید کلریدریک) گفته می‌شود.

د - برهمکنشهای حل شدنی - حلال

در بحث قابلیت حل شدن اغلب می‌شنوید که «همسان، همسان را در خود حل می‌کند». معنای دقیقتر این بیان آن است که یک جسم شیمیایی مانند B موقعی در یک جسم شیمیایی دیگر مانند A حل می‌شود که نیروهای بین مولکولی آن دو نزدیک به هم باشد. هر اندازه این نیروها به هم نزدیکتر باشند، میزان انحلال پذیری B و A در هم بیشتر است. چنانچه میزان نیروهای یاد شده تقریباً یکسان باشد، A و B به طور نامحدود در هم قابل حل هستند. برای مثال نیروهای بین مولکولی در پنتان C_5H_{12} و هگزان C_6H_{14} تا حدودی مانند هم است؛ از این رو، آن دو به هسر میزان در هم قابل حل هستند و اصطلاحاً می‌گوییم انحلال پذیری آن دو در یکدیگر کامل یا

پاسخ

از ΔH° و ΔS° برای محاسبه ΔG° استفاده می‌کنیم (معادله ۲):

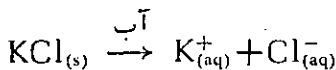
$$\begin{aligned}\Delta G^\circ &= \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ \\ &= 2000 - (27 + 273)(10) \\ &= -1000 \text{ J/mol}\end{aligned}$$

چون ΔG° در شرایط داده شده منفی است، پس عمل حل شدن به خودی خود انجام می‌شود:

و - چگونگی حل شدن يك جامد یونی در آب - چرخه بورن - هابر

يك جامد یونی مانند KCl را در نظر می‌گیریم و به چگونگی حل شدن آن در آب توجه می‌کنیم. جامد KCl شامل یونهای K^+ و Cl^- است. این یونها يك شبکه یونی را درست کرده‌اند. هر یون در شبکه در جای نسبتاً ثابتی قرار دارد و امکانی برای بدین طرف و آن طرف رفتن ندارد. از همین رو است که يك جامد یونی علیرغم داشتن یونهای مثبت و منفی بدون رسانایی الکتریکی است. (البته یونها در شبکه می‌توانند ارتعاشهایی نسبت به هم دارا باشند).

وقتی جامدی یونی مانند KCl در آب قرار می‌گیرد، مولکولهای آب با یونهای K^+ و Cl^- برهمکنشهای نسبتاً شدیدی که بیشتر از نوع جاذبه‌اند برقرار می‌کنند. این برهمکنشها باعث می‌شوند تا جاذبه بین یونهای K^+ و Cl^- نسبت به جاذبه قبلی میان آنها بسیار ضعیفتر شود. (مثلاً در دمای معمولی جاذبه میان یونهای K^+ و Cl^- در محیط آب در حدود ۸۰ بار از جاذبه میان آنها در حالت جامد کمتر است). وقتی جاذبه میان یونهای مثبت و منفی از این راه ضعیف شد، جنبشهای مختصر گرمایی یونها باعث جدا شدن آنها از یکدیگر شده و یونها سرانجام به شکل آبپوشیده در آب پراکنده می‌شوند



می‌توان حل شدن KCl در آب را به مراحل چند بر حسب ظاهر تقسیم کرد:

۱- بیرون رانده شدن یونهای K^+ و Cl^- از شبکه جامد یونی و قرار گرفتن آنها در موقعیتی که دو بهم برهمکنشی نداشته باشند. این مرحله معادل تبدیل KCl جامد به یونهای

چربی باقی‌مانده، بدین ترتیب، بدن در مواقع لزوم می‌تواند از ذخیره ویتامینهای A، D، E و K خود به تدریج استفاده کند؛ برعکس مصرف زیاد آن می‌تواند از نظر بالارفتن غلظت آن در بدن بسیار زیان بخش باشد.

ه - بحث تغییر انرژی و تغییر بی‌نظمی در فرایند انحلال

وقتی يك حل شدنی در آب یا در حلال دیگری حل می‌شود، هم ممکن است همراه با آن مقداری گرما آزاد یا گرفته شود و هم تغییری در میزان بی‌نظمی ذرات تشکیل دهنده حل شدنی و حلال پیش آید. مقدار گرمایی که از حل شدن يك مول حل شدنی در مقدار معینی از حلال مبادله می‌شود با نماد ΔH نشان می‌دهند و آن را آنتالپی یا تغییر آنتالپی انحلال می‌خوانند؛ تغییر در بی‌نظمی وابسته به آن را با ΔS معرفی می‌کنند و آن را آنتروپی یا تغییر آنتروپی انحلال می‌خوانند. از قرار دادن ΔH و ΔS انحلال در تساوی

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (1)$$

می‌توان تغییر انرژی آزاد گیبس (ΔG) انحلال را به دست آورد. هر گاه ΔG برای يك حل شدن در يك شرایط معین و در دما و فشار ثابت يك مقدار منفی شود، حل شدن جسم حل شدنی در حلال مورد نظر خود به خود انجام می‌گیرد. برعکس اگر ΔG برای آن يك مقدار مثبت شود، عمل انحلال خود به خود انجام پذیر نیست.

هر يك از کمیت‌های ΔG ، ΔH و $T\Delta S$ از جنس انرژی است و بایستی برای هر سه از يك نوع واحد انرژی استفاده شود. برای مثال، هر سه را بر حسب ژول (با نماد J) بیان کرد. هر گاه فرایند حل شدن در شرایط استاندارد صورت گیرد، برای آن خواهیم داشت

$$\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T\Delta S^\circ \quad (2)$$

مثال ۱

فرض کنید برای يك فرایند انحلال مفروض در دمای 27°C داشته باشیم

$$\Delta H^\circ = 2000 \text{ J/mol}$$

$$\Delta S^\circ = 10 \text{ J/K mol}$$

و آیا این فرایند خود به خود شدنی است یا نه؟

استفاده کرد. زیرا براساس آن داریم

$$\Delta H_{\text{soln}} = \Delta H_c + \Delta H_h \quad (3)$$

هر گاه از سه مقدار به کار رفته در تساوی بالا، دو تا در دست باشد، می توان سومی را از آن دو نتیجه گرفت.

مثال ۲

آنتالپی انحلال و آنتالپی شبکه برای کلرید سدیم در دمای ۲۵°C به ترتیب

$$\Delta H_c = +788 \text{ kJ/mol} \text{ و } \Delta H_{\text{soln}} = +5 \text{ kJ/mol}$$

است. آنتالپی آبیوشی یونهای Na^+ و Cl^- را حساب کنید.

پاسخ

از معادله (۳) داریم

$$\Delta H_{\text{soln}} = \Delta H_c + \Delta H_h$$

$$5 = 788 + \Delta H_h$$

$$\Delta H_h = -783 \text{ kJ/mol}$$

همانطور که همراه با فرایند انحلال يك تغییر انرژی در کار است، برای آن يك تغییر در میزان بی نظمی هم پیش می آید. بدین دیگر، فرایند انحلالی با يك ΔS همراه است. هر گاه به مراحل ۱ و ۲ که شرح آنها در بالا داده شد توجه کنیم، نیک درمی یابیم که در تبدیل جامد یونی به یونهای به حال گاز میزان بی نظمی ذرات مادی بالا می رود، یعنی آنتروپی آن افزایش می یابد، پس برای آن مرحله خواهیم داشت $\Delta S_c > 0$.

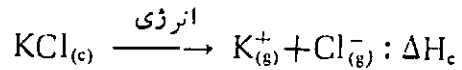
در مرحله ۲ که شامل حل شدن یونهای به حال گاز در آب است، میزان بی نظمی ذرات مادی پایین می آید، یعنی آنتروپی آن کم می شود، پس برای آن داریم $\Delta S_h < 0$.

ΔS فرایند کلی انحلال مجموع دو مرحله به شرح بالا است، پس:

$$\Delta S_{\text{soln}} = \Delta S_c + \Delta S_h \quad (4)$$

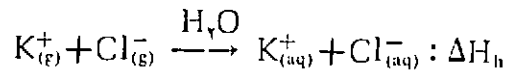
انحلال بیشتر ترکیبات یونی در آب با افزایش آنتروپی (افزایش بی نظمی) همراه است، یعنی برای آنها داریم $\Delta S_{\text{soln}} > 0$. البته انحلال برخی از آنها در آب با کاهش بی نظمی همراه است، یعنی برای آنها داریم $\Delta S_{\text{soln}} < 0$. هر اندازه یونهای مثبت و منفی مربوط به جامد یونی داده شده کوچکتر و دارای بار بیشتری باشند، ΔS انحلال آن در آب منفی تر است، زیرا یونهای کوچکتر و دارای بار بیشتر

K^+ به حال گاز و جدا از هم و یونهای Cl^- به حال گاز و جدا از هم است. انرژی لازم برای این عمل به نام انرژی شبکه است و با نماد ΔH_c نشان داده می شود

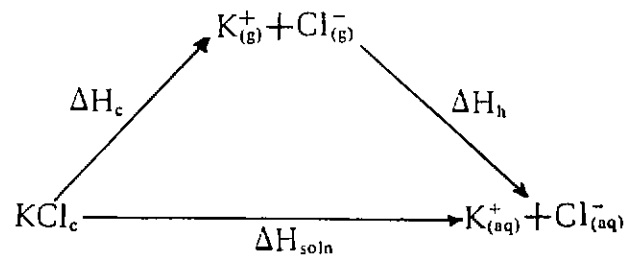


انرژی شبکه برای KCl در حدود 718 kJ/mol است، یعنی برای تبدیل يك مول KCl جامد به یونهای K^+ به حال گاز و یونهای Cl^- به حال گاز 718 کیلو ژول انرژی لازم است.

۲- یونهای K^+ به حال گاز و یونهای Cl^- به حال گاز در آب حل شوند و به وسیله مولکولهای آب آبیوشی گردند. این مرحله، آبیوشی نام دارد و گرمای حاصل از آن را با نماد ΔH_h نشان می دهند. مرحله آبیوشی یونها مرحله ای است گرماده، زیرا میان مولکولهای آب و یونها برهمکنش از نوع جاذبه شدید برقرار می شود.



هر گاه به حاصل دو مرحله بالا رویهم نگاه کنیم، می بینیم که حاصل آن دو رویهم، معادل حل شدن KCl جامد در آب است. می توان دو مرحله به شرح بالا و حل شدن KCl جامد در آب را در چرخه ای که به نام چرخه ساده بورن - هابر مشهور است خلاصه کرد:



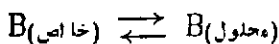
شکل ۱- چرخه ساده بورن - هابر

ΔH_{soln} ، ΔH_c و ΔH_h به ترتیب گرمای حل شدن يك مول KCl جامد متبلور در مقدار لازم آب، گرمای لازم برای تبدیل يك مول KCl جامد متبلور به یونهای K^+ و Cl^- به حال گاز و جدا از هم و گرمای حاصل از حل کردن يك مول K^+ به حال گاز و يك مول Cl^- به حال گاز در مقدار لازم آب را می رساند. (هر يك از فرایندهای گفته شده در دما و فشار ثابت در نظر گرفته می شوند).

از چرخه بورن - هابر می توان برای برخی محاسبه ها

ح - تخمین میزان قابلیت حل شدن

هر گاه يك جسم حل شدنی مانند B را کم کم در حلالی مانند A حل کنیم، موقعی فرا می رسد که A از B سیر می شود و از آن پس، B بیشتری در آن حل نمی شود و B به صورت خالص در کنار محلول سیر شده باقی می ماند و با آن به حال تعادل در می آید. تعادل میان B در شکل خالص و محلول سیر شده به صورت زیر نشان داده می شود:



می توان برای این تعادل يك ثابت تعادل به شرح زیر در نظر گرفت:

$$K_c' = \frac{[B]_{\text{(محلول)}}}{[B]_{\text{(خالص)}}} \quad (5)$$

هر گاه B خالص به حالت جامد یا مایع باشد، غلظت آن، یعنی

$[B]_{\text{(خالص)}}$ مقدار ثابتی است و می توان آن را با ثابت K_c' یکی کرد و نوشت:

$$K_c'(B)_{\text{(خالص)}} = K_c \quad (6)$$

از آنجا

$$[B]_{\text{(محلول)}} = K_c \quad (7)$$

چنانچه محلول به عنوان محلولی ایده آل باشد، می توان K_c آن را که همان مولاریته B در محلول سیر شده آن را می رساند، از روی تغییر انرژی گیبس استاندارد ΔG° وابسته به انحلال را تخمین زد:

$$K_c = 10^{\frac{-\Delta G^\circ}{2.3RT}} \quad (8)$$

R ثابت همگانی گازها نام دارد. مقدار آن در معادله بالا تابع واحد به کار رفته برای ΔG° است. وقتی ΔG° بر حسب واحد ژول داده شود، برای R مقدار

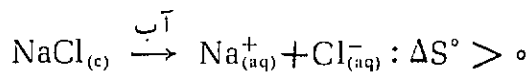
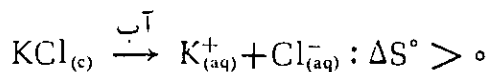
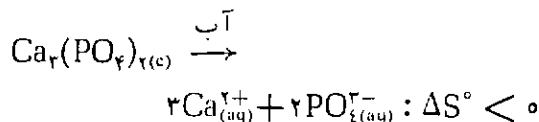
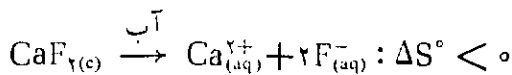
$$R = 8.314 \text{ J/mol K}$$

به کار خواهد رفت.

مثال ۳

هر گاه ΔG° مربوط به حل شدن يك حل شدنی B در يك حلال A در 25°C مساوی $[-5000 \text{ J}]$ باشد، قابلیت حل شدن B در حلال A در دمای داده شده چقدر است؟

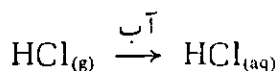
شدیدتر آبپوشی می شوند و مولکولهای آب را شدیدتر به دور خود جذب می کنند و از این راه نظم بیشتری را ایجاد می نمایند. برای مثال، ΔS انحلال برای انحلال هر يك از نمکهای CaF_2 و $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ منفی است، در حالی که برای KCl و NaCl مانند آنها مثبت است:



ز - چگونگی حل شدن يك ترکیب مولکولی قطبی در آب

گاز کلرید هیدروژن يك ترکیب مولکولی است؛ مولکولهای آن قطبی هستند، $\text{H}^{\delta+} - \text{Cl}^{\delta-}$. فرایند انحلال گاز HCl در آب می تواند شامل مراحل زیر باشد:

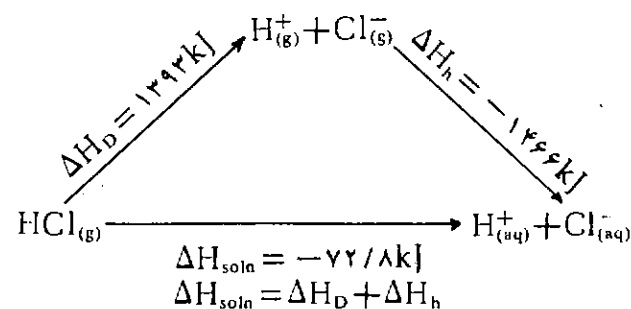
- ۱- گاز HCl در آب آبپوشی شود:



این مرحله گرماده است.

- ۲- مولکولهای $\text{HCl}_{(aq)}$ به یونهای آب نپوشیده H^+ و Cl^- تفکیک شوند که فرایندی انرژی خواه است.
- ۳- یونهای H^+ و Cl^- آبپوشی شوند که فرایندی گرماده است.

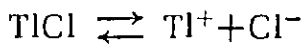
در عمل، تفکیک سه مرحله بالا از هم ممکن نیست و آنها تقریباً به طور همزمان رخ می دهند. يك طرح گویاتر برای حل شدن گاز کلرید هیدروژن در آب، در نظر گرفتن چرخه زیر است.



شکل ۲- چرخه مربوط به حل شدن گاز HCl در آب

شدن آن را در آب، در 25°C حساب کنید.

پاسخ



$$K_{sp} = [\text{Tl}^+][\text{Cl}^-] = [\text{TlCl}]^2$$

$$K_{sp} = 10^{-\frac{\Delta G^{\circ}}{2/3RT}}$$

$$= 10^{-\frac{21233}{2/3 \times 8/314 \times 298}} = 10^{-2/726}$$

(معادله‌های ۱۰، ۱۱ و ۱۲ را از نظر بگذرانید.)

$$K_{sp} = 1/88 \times 10^{-4}$$

$$[\text{TlCl}] = \sqrt{K_{sp}}$$

$$= \sqrt{1/88 \times 10^{-4}}$$

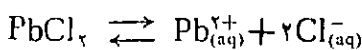
$$= 1/37 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$$

بایستی توجه داشت، قابلیت حل شدنی که از روش بالا به دست می‌آید، موقمی با قابلیت حل شدن تجربی سازگاری دارد که اولاً قابلیت حل شدن ترکیب یونی مورد نظر در آب اندک باشد، ثانیاً یونهای مثبت و منفی در محلول به صورت زوج یونی درنیامده باشند. هر گاه قابلیت حل شدن ترکیب یونی مورد نظر در آب قابل توجه باشد و زوج شدن یونهای محتمل باشد، در آن صورت قابلیت حل شدن تجربی از میزان تخمینی آن به شرح بالا بزرگتر خواهد شد.

مثال ۵

تغییر انرژی گیبس استاندارد ΔG° وابسته به انحلال کلرید سرب (II) در آب در 25°C مساوی $[27215] +$ است. قابلیت حل شدن کلرید سرب (II) در آب در دمای داده شده را تخمین بزنید.

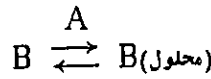
پاسخ



$$K_{sp} = a_{\text{Pb}^{2+}} + a_{\text{Cl}^-}^2$$

$$\cong [\text{Pb}^{2+}][\text{Cl}^-]^2$$

هر گاه قابلیت حل شدن کلرید سرب (II) در دمای داده شده را S بگیریم، یعنی در هر لیتر محلول سیر شده کلرید سرب S مول از کلرید سرب حل شده موجود باشد، در آن صورت مولاریته



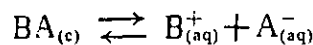
(معادله ۷ و ۸ را از نظر بگذرانید)

$$K_c = [\text{B}] = 10^{-\frac{\Delta G^{\circ}}{2/3RT}}$$

$$[\text{B}] = 10^{-\frac{5000}{2/3 \times 8/314 \times 298}} = 10^{-0/188} = 7/54 \text{ mol/L}$$

ت - تخمین قابلیت حل شدن ترکیبهای یونی در آب

فرض کنیم می‌خواهیم قابلیت حل شدن یک ترکیب یونی مانند BA در آب را در یک دمای معین تخمین بزنیم:



حاصلضرب یونی K_{sp} این ترکیب یونی عبارت است از

$$K_{sp} = a_{\text{B}^+} + a_{\text{A}^-} \quad (9)$$

a فعالیت یون مورد نظر را می‌رساند. هر گاه قابلیت حل شدن BA در آب کم باشد، با تقریب می‌توان فعالیت یونها را با غلظت آنها یکی گرفت و نوشت

$$K_{sp} \cong [\text{B}^+][\text{A}^-] \quad (10)$$

در مورد الکترولیتی از نوع BA غلظت BA در محلول با غلظت هر یک از یونهای B^+ و A^- یکی است؛ از آنجا

$$K_{sp} \cong [\text{BA}]^2 \quad (11)$$

یک ثابت تعادل ترمودینامیکی است و می‌تواند از روی ΔG° وابسته به انحلال مورد نظر تخمین زده شود. با تخمین K_{sp} به آسانی می‌توان به قابلیت حل شدن ترکیب یونی داده شده پی برد:

$$K_{sp} = 10^{-\frac{\Delta G^{\circ}}{2/3RT}} \quad (12)$$

و یا

$$[\text{BA}] = \sqrt{K_{sp}}$$

مثال ۴

تغییر انرژی گیبس استاندارد ΔG° وابسته به انحلال TlCl در آب در 25°C مساوی $[21233] +$ است. قابلیت حل

افزایش دما قابلیت حل شدن اینگونه مواد در آب را کاهش می‌دهد.

ک - اثر فشار روی قابلیت حل شدن

عامل فشار، بیشتر روی قابلیت حل شدن یک گاز در یک حلال تأثیر دارد و برعکس روی قابلیت حل شدن یک مایع یا یک جامد در یک حلال تأثیر چندانی ندارد. هرچه فشار گازی که در حلال مورد نظر حل می‌شود، بیشتر باشد، قابلیت حل شدن آن در حلال داده شده بیشتر است. بستگی قابلیت حل شدن $S_{(g)}$ یک گاز با فشار آن عبارت است از:

$$S_{(g)} = kP_{(g)} \quad (13) \quad (\text{قانون هنری})$$

در حالی که $S_{(g)}$ مولاریته گاز در محلول را می‌رساند و $P_{(g)}$ فشار آن گاز بر بالای محلول را نشان می‌دهد. k یک ثابت است که به آن ثابت هنری گفته می‌شود.

مثال ۶

حلالیت نیتروژن خالص در خون در دمای بدن 37°C و در فشار یک اتمسفر $10^{-4} \text{M} \times 6/2$ است. غلظت نیتروژن در خون غواصی که در عمق دریا از یک ماسک اکسیژن ($X_{N_2} = 0/78$) استفاده می‌کند و فشار در آن عمق $2/5$ اتمسفر است حساب کنید.

پاسخ

نخست ثابت قانون هنری را حساب می‌کنیم (معادله ۱۳)

$$k = \frac{\text{غلظت نیتروژن}}{\text{فشار نیتروژن}}$$

$$= \frac{6/2 \times 10^{-4} \text{M}}{1/00 \text{atm}} = 6/2 \times 10^{-4} \text{M/atm}$$

اکنون فشار جزئی نیتروژن در عمق دریا را حساب می‌کنیم. برای این کار بایستی فشار کل را در کسر مولی نیتروژن، X_{N_2} ضرب کرد

$$P_{N_2} = P \cdot X_{N_2}$$

$$= 2/5 \text{atm} \times 0/78 = 2/0 \text{atm}$$

سرانجام از قانون هنری برای حساب کردن غلظت نیتروژن در خون غواص در عمق دریا استفاده می‌کنیم (معادله ۱۳)

$$S_{N_2} = kP_{N_2}$$

$$= 6/2 \times 10^{-4} \text{M/atm} \times 2 \text{atm}$$

$$= 1/2 \times 10^{-3} \text{M}$$

یونهای Cl^- در آن مساوی $2S$ و مولاریته یونهای Pb^{2+} در آن همان S خواهد بود. از آنجا:

$$K_{sp} \cong (S)(2S)^2 = 4S^3$$

و یا

$$S = \sqrt[3]{\frac{K_{sp}}{4}}$$

از طرفی K_{sp} خود برابر است با

$$K_{sp} = 10^{\frac{-\Delta G^\circ}{2/3RT}}$$

$$= 10^{\frac{27215}{2/3 \times 8/314 \times 298}}$$

$$= 10^{-4/276}$$

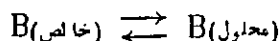
$$= 1/675 \times 10^{-5}$$

با توجه به آن

$$S = \sqrt[3]{\frac{1/675 \times 10^{-5}}{4}} = 1/61 \times 10^{-2} \text{mol/L}$$

ی - اثر دما روی قابلیت حل شدن

یک محلول سیر شده می‌تواند با حل شدنی به حال خالص در تعادل باشد، برای مثال اگر حل شدنی را با B نشان دهیم، تعادل یاد شده به صورت زیر معرفی خواهد شد



با استفاده از اصل لوشاتولیه می‌توان اثر دما روی جابه‌جا شدن تعادل بالا را بیان کرد. هرگاه فرایند حل شدن B در حلال مورد نظر فرایندی گرماگیر باشد $\Delta H_{\text{soln}} > 0$ ، در آنصورت، افزایش دما، تعادل را به سوی گرماگیری پیش خواهد برد؛ یعنی با بالا رفتن دما مقدار بیشتری از B حل خواهد شد و از آنجا قابلیت حل شدن آن با دما افزایش خواهد یافت. در مقابل اگر فرایند حل شدن B در حلال مورد نظر فرایندی گرماده باشد، $\Delta H_{\text{soln}} < 0$ ، در آنصورت افزایش دما باعث پایین آمدن قابلیت حل شدن B خواهد شد. حل شدن نیترات پتاسیم در آب یا حل شدن شکر در آب گرماگیر است. از این رو، افزایش دما قابلیت حل شدن نیترات پتاسیم در آب را بالا می‌برد. در مقابل حل شدن سود در آب یا حل شدن بیشتر گازها در آب گرماده است. از این رو

مثال ۷

از آب بخار می‌شود و بخار حاصل در زیر سرپوش جمع می‌شود. سرانجام موقعی فرا می‌رسد که میان آب و بخار آب در زیر سرپوش تعادل برقرار می‌شود، یعنی سرعت تبخیر مواکولها با سرعت مایع شدن آنها باهم مساوی می‌شود. فشاری که مواکولهای بخار آب در این شرایط دارند فشار بخار تعادلی آب نام دارد و با P° نشان داده می‌شود.

حال هرگاه در آب زیر سرپوش یک حل شدنی غیر قرارمانند شکر حل شود، دیده می‌شود که فشار بخار آب در زیر سرپوش نسبت به قبل کاهش می‌یابد و در هر حال به یک مقدار تعادلی که با P نشان داده می‌شود می‌رسد. P فشار بخار محلول یا فشار بخار آب بر بالای محلول را می‌رساند، در حالی که P° فشار بخار آب خالص را نشان می‌دهد. با توجه به مطالب بیان شده داریم

$$P < P^{\circ}$$

$$P^{\circ} - P = \Delta P \quad (14)$$

تجربه نشان می‌دهد که مقدار ΔP فقط با غلظت حل شدنی در محلول متناسب است و به نوع حل شدنی بستگی ندارد (حل شدنی را غیر الکترولیت فعلاً در نظر می‌گیریم). برای مثال، فشار بخار یک محلول $0.10M$ گلوکز یا ساکاروز در $0^{\circ}C$ به اندازه $0.008mmHg$ از فشار بخار آب خالص کمتر است و فشار بخار یک محلول $0.30M$ آن در همان دمای داده شده به اندازه $0.025mmHg$ از فشار بخار آب خالص کمتر است که تقریباً سه برابر دفعه قبل است. پس با سه برابر شدن غلظت محلول، کاهش فشار بخار ΔP نیز تقریباً سه برابر می‌شود.

در محلولهای رقیق فشار بخار محلول P_1 با کسر مولی حلال X_1 متناسب است، به طوری که داریم:

$$P_1 = X_1 P^{\circ} \quad (15)$$

کسری مولی حلال X_1 اینطور به دست می‌آید که تعداد مولهای حلال n_1 در محلول را به مجموع تعداد مولهای حلال و حل شدنی $n_1 + n_2$ تقسیم می‌کنند:

$$X_1 = \frac{n_1}{n_1 + n_2} \quad \text{و} \quad X_2 = \frac{n_2}{n_1 + n_2} \quad (16)$$

$$X_1 + X_2 = 1 \quad (17)$$

پس

$$X_1 = 1 - X_2 \quad (18)$$

اکنون می‌توان در معادله (15) یعنی $P_1 = P^{\circ} X_1$ به جای X_1

فشار جزئی اکسیژن در درون ششها در حدود 101 میلی‌متر جیوه در دمای بدن $37^{\circ}C$ است. قابلیت حل شدن اکسیژن در خون بر حسب مول بر لیتر کدام است، در صورتیکه بدانیم ثابت قانون هنری برای آن $1/06 \times 10^{-2} M/atm$ است؟

پاسخ

فشار 101 میلی‌متر جیوه را به اتمسفر تبدیل می‌کنیم. هر 760 میلی‌متر جیوه مساوی 1 اتمسفر است

$$101 mmHg \times \frac{1 atm}{760 mmHg} = 0.1329 atm$$

(معادله 13)

$$S_{(g)} = k P_{(g)}$$

$$= 1/06 \times 10^{-2} \times 0.1329$$

$$= 0.000141 M$$

ل - خواص وابسته به غلظت محلولها

بسیاری از خواص محلولها با خواص حلال متفاوت است؛ از جمله فشار بخار، نقطه انجماد، نقطه جوش و فشار اسمزی را می‌توان نام برد. این دسته از خواص محلولها تابع غلظت جسم حل شدنی در محلول است. به این خواص، خواص غلظتی یا خواص کولیگاتیو می‌گویند.

در حالتی که جسم حل شدنی غیر فرار است، فشار بخار محلول P از فشار بخار حلال P° کوچکتر است. در همین محلولها نقطه جوش محلول از نقطه جوش حلال بالاتر است و نقطه انجماد محلول از حلال پایین‌تر است. می‌توان میان خواص کولیگاتیو محلول (مانند کاهش فشار بخار، افزایش دمای جوش، کاهش دمای انجماد، فشار اسمزی) و غلظت حل شدنی روابطی را به دست آورد. این روابط بیشتر در محلولهای رقیق که به حالت ایده‌ال نزدیک هستند صادق است.

کاهش فشار بخار در محلول غیر الکترولیت

یک حلال مانند آب در یک دمای ثابت دارای فشار بخار معینی است. برای مثال، اگر یک لیوان آب را در دمای اتاق در زیر یک سرپوش بدون منفذ قرار دهیم، به تدریج مقداری

می‌توان آن را با k نشان داد، پس:

$$\frac{\Delta P}{P_1^0} = km \quad (24)$$

مثال ۸

محلولی دارای ۱۰۲ گرم شکر، $C_{12}H_{22}O_{11}$ در ۳۷۵ گرم آب است.

الف - کسر مولی شکر در آن را حساب کنید.

ب - کاهش فشار بخار برای آن در $25^\circ C$ را حساب کنید. (فشار بخار آب خالص در $25^\circ C$ مساوی $23/76 \text{ mmHg}$ است.)

پاسخ

الف - جرم يك مول شکر ۳۴۲ گرم است. پس

$$n_2 = \frac{102 \text{ g}}{342 \text{ g/mol}} = 0/298 \text{ mol}$$

$$n_1 = \frac{375 \text{ g}}{18 \text{ g/mol}} = 20/8 \text{ mol}$$

$$X_2 = \frac{0/298}{0/298 + 20/8} = \frac{0/298}{21/1} = 0/0141$$

ب - از تساوی $\Delta P = X_2 P_1^0$ استفاده می‌کنیم (معادله ۱۹)

$$\Delta P = 0/0141 \times 23/76 \text{ mmHg} = 0/335 \text{ mmHg}$$

مثال ۹

فشار بخار آب بر بالای این محلول در دمای $100^\circ C$ کدام است؟

پاسخ

می‌توان از معادله $P_1 = X_1 P_1^0$ استفاده کرد. X_1 خود از تساوی زیر به دست می‌آید

$$X_1 = 1 - X_2 = 1 - 0/0141 = 0/9859$$

فشار بخار آب خالص در دمای $100^\circ C$ مساوی 760 mmHg یا 1 atm است. پس

$$P_1 = 0/9859 \times 760 = 749/3 \text{ mmHg}$$

از دو مثال بالا به خوبی پیدا است که فشار بخار حلال بر بالای

مقدار مساویش $(1 - X_2)$ را قرار داد تا به دست آید:

$$P_1 = P_1^0 (1 - X_2) = P_1^0 - X_2 P_1^0$$

و یا

$$P_1^0 - P_1 = \Delta P = X_2 P_1^0$$

$$\Delta P = X_2 P_1^0 \quad (19)$$

بدینسان کاهش فشار بخار محلول ΔP نسبت به حلال با کسر مولی حل‌شده در محلول متناسب است. اکنون می‌توان کسر مولی حل‌شده X_2 را به مولالیت حل‌شده m برگرداند. فرض کنیم محلولی از حلال ۲ در حلال ۱ در دست باشد، و مولالیت حل‌شده در آن m باشد. مولالیت m تعداد مولهای حل‌شده در ۱۰۰۰ گرم از حلال را می‌رساند. بدین ترتیب تعداد مولهای حل‌شده مساوی همان m است و تعداد مولهای حلال n_1 مساوی ۱۰۰۰ گرم تقسیم بر جرم يك مول از حلال M_1 می‌باشد

$$n_1 = 1000 \div M_1$$

اگر حلال آب باشد، برای آن داریم

$$n_1 = 1000 \text{ g} \div 18 \text{ g/mol} = 55/55 \text{ mol}$$

بدین ترتیب کسری مولی حل‌شده X_2 در محلول عبارت است از:

$$X_2 = \frac{m}{m + \frac{1000}{M_1}} \quad (20)$$

با رقیق در نظر گرفتن محلول، می‌توان در مخرج کسر بالا از مقدار m در برابر $1000/M_1$ صرف‌نظر کرد و نوشت:

$$X_2 = \frac{M_1}{1000} m \quad (21)$$

با توجه به آن، برای کاهش فشار بخار ΔP محلول نسبت به حلال به دست می‌آید:

$$\Delta P = P_1^0 \frac{M_1}{1000} m \quad (22)$$

به این ترتیب، ΔP با مولالیت حل‌شده m متناسب است. می‌توان معادله بالا را به صورت زیر هم نوشت:

$$\frac{\Delta P}{P_1^0} = \frac{M_1}{1000} m \quad (23)$$

چون مقدار $M_1/1000$ برای يك حلال معین ثابت است

دلیل بالا رفتن محلول از لوله باریک شیشه‌ای آن است که مولکولهای آب میل دارند از محیطی که فشار بخارشان بیشتر است به محیطی که فشارشان پایین تر است مهاجرت کنند. به این ترتیب مولکولهای آب از آب خالص به درون محلول روی می آورند و از آنجا حجم محلول زیادتر می شود و محلول از لوله شیشه‌ای بالا می رود و در نتیجه این کار محلول رقیق تر می شود.

محلول در لوله شیشه‌ای تا آن اندازه بالا می رود که فشار ناشی از محلول داخل ستون با تمایل مولکولهای آب برای مهاجرت از آب خالص به درون محلول متوازن شود. به فشاری که محلول داخل ستون در این شرایط اعمال می کند فشار اسمزی گفته می شود و با π نشان داده می شود.

بر اساس تجربه دیده شده است که فشار اسمزی محلولهای رقیق غیر الکترولیتها با مولاریته M حل شدنی متناسب است و برای آن داریم:

$$\pi = \frac{n}{V} RT$$

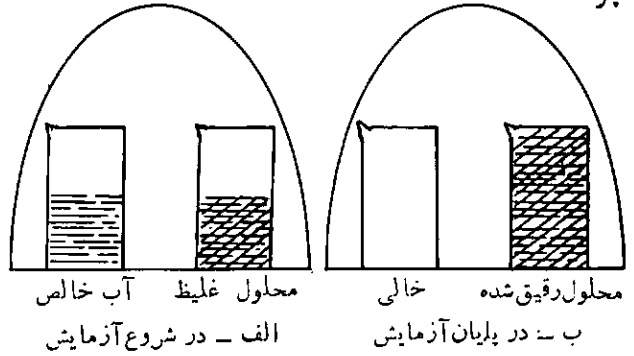
$$\pi = MRT \quad (25)$$

n تعداد مولهای حل شدنی را می رساند و V حجم محلول را نشان می دهد.

هر گاه از بیرون یک فشار خارجی مانند P از راه لوله شیشه‌ای باریک بر روی محلول وارد شود، فشار مذکور می تواند با فشار اسمزی به معارضه برخیزد. مادام که شرط $P > \pi$ برقرار باشد، فرایند اسمزی پیش می رود و به آن اسمزی مستقیم یا نرمال گفته می شود. هر گاه شرط $\pi = P$ برقرار باشد، فرایند اسمزی متوقف می شود. چنانچه شرط $\pi < P$ در کار باشد، فرایند اسمزی معکوس رخ می دهد، یعنی مولکولهای آب از محلول به سوی آب خالص مهاجرت می کنند. امروزه از این راه برای تهیه آب شیرین از آب دریا استفاده می شود. روش کار به این ترتیب است که آب دریا را در محفظه‌هایی که جدار آنها نسبت به مولکولهای آب فقط تراوا است قرار می دهند؛ آنگاه از خارج فشارهای بالایی را روی آن محفظه وارد می کنند، مولکولهای آب از راه فرایند اسمزی معکوس از محلول به سمتی که آب خالص قرار دارد مهاجرت می کنند و از این راه آب شیرین از آب دریا تهیه می شود.

فرایند اسمزی و فشار اسمزی در بسیاری از جاها نقش مهمی دارد. شناخت و به کار گیری به موقع آن دارای اهمیت بسیاری است.

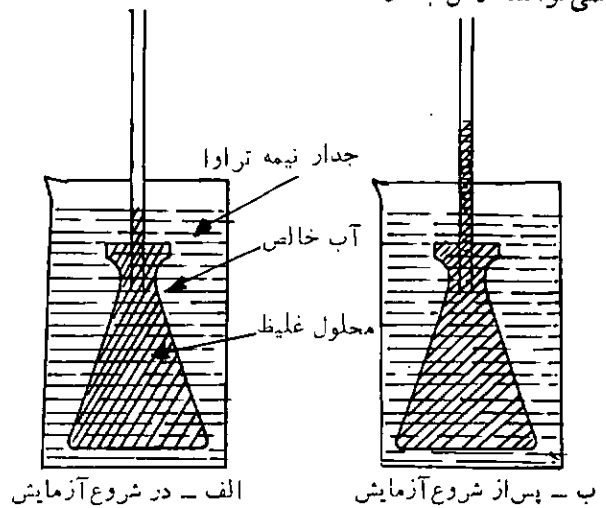
یک محلول از فشار بخار حلال خالص کوچکتر است. هر گاه در زیر یک سرپوش، یک ظرف دارای آب و یک ظرف دارای یک محلول قرار دهیم، با گذشت زمان سطح آب در آب خالص پایین تر می رود و سطح آن در ظرف دارای محلول بالا می رود، چرا؟



شکل ۳- در زیر سرپوش آب خالص به تدریج بخار می شود و این بخارها به تدریج روی سطح محلول مایع می شود.

فشار اسمزی در محلول غیر الکترولیت

هر گاه محلول غلیظی را در کیسه‌ای که جنس آن از یک ماده نیمه تراوا ساخته شده است بریزیم و مطابق شکل یک لوله شیشه‌ای باریک را بر روی آن سوار کنیم و سپس آن را در آب خالص قرار دهیم، دیده می شود که محلول از درون لوله شیشه‌ای شروع به بالا رفتن می کند. جنس کیسه محتوی محلول غلیظ چنان است که مولکولهای آب می توانند از منفذهای موجود در جدار آن بگذرند، اما مولکولهای حل شدنی نمی توانند از آن بگذرند.



شکل ۴- آب خالص به درون محلول نفوذ می کند و آن را رقیقتر می نماید، محلول از درون لوله بالا می رود.

آزاد در حال جوش است، مقداری شکر یا يك حل شدنی غیر فرار دیگر حل شود، از جوش می افتد. برای به جوش آمدن آن بایستی دما را تا حدی از 100°C بالاتر برد تا فشار بخار محلول با بالا رفتن دما افزایش یابد و از نو به همان يك اتمسفر برسد و جوشش محلول آغاز شود.

پیش از این استدلال نمودیم که کاهش فشار بخار ΔP محلول نسبت به حلال در يك دمای ثابت با مولالیت m جسم شدنی متناسب است، یعنی:

$$\Delta P = km \quad (26)$$

k يك ثابت تناسب می باشد. اینک می توان اظهار داشت که میزان افزایش دمای جوش ΔT يك محلول نسبت حلال، در گام نخست با ΔP متناسب است که در نهایت با مولالیت m حل شدنی متناسب خواهد بود، بدینسان می توان نوشت:

$$\Delta T = k_b m \quad (27)$$

k_b يك ثابت تناسب است و به آن ثابت جوش سنجی یا ثابت افزایش دمای جوش مولالی گفته می شود. این ثابت برای آب در فشار يك اتمسفر $0.52^{\circ}\text{C}/m$ می باشد.

مثال ۱۰

دمای جوش يك محلول حاصل از حل کردن ۲۰ گرم شکر در ۱۰۰ گرم آب در فشار يك اتمسفر کدماست؟ می دانیم که جرم مولی شکر 342g/mol است.

پاسخ

نخست مقدار شکر متناظر ۱۰۰۰ گرم آب را حساب می کنیم. این مقدار ۲۰۰ گرم می شود. حال مولالیت شکر را به دست می آوریم

$$m = 200\text{g} \div 342\text{g/mol} = 0.585$$

پس از آن برای به دست آوردن ΔT از تساوی $\Delta T = k_b m$ استفاده می کنیم (معادله ۲۷)

$$\Delta T = 0.52 \times 0.585 = 0.30$$

دمای جوش، t ، محلول عبارت است از:

$$\Delta t = t - t^{\circ}$$

$$0.30 = t - 100^{\circ}\text{C}$$

$$t = 100.30^{\circ}\text{C}$$

دیالیز

فرایند دیالیز که در دیوارهای سلولهای گیاهی و جانوری رخ می دهد، تا حدودی مانند فرایند اسمز است، جز آنکه مولکولهای حل شده ای که در ابعاد کوچک هستند و یونها نیز مانند مولکولهای حلال از دیوارهای نیمه تراوا می گذرند. از فرایند دیالیز برای مداوای بیماران که از نارساییهای کلیوی رنج می برند استفاده می شود. بدین منظور جریان خون بیمار را از يك کلیه مصنوعی می گذرانند. کلیه مصنوعی از لوله هایی از جنس سلوفان درست شده است. جدار این لوله ها نیمه تراوا است، از آن مولکولهای آب و مولکولهای حل شده ای که کوچک باشند و یونها می گذرند. این لوله ها در محلولی قرار می دهند که در آن اجزای سازنده اصلی خون مانند مولکولهای کوچک و یونها در غلظتهای مناسب موجود می باشد. این اجزای حل شده مهاجرت نمی کنند، بلکه فقط محصولات زاید را از راه دیوارها دیالیز می کنند. خون از این راه بدون به هم خوردن نسبت اجزای سازنده اش تصفیه می شود.

افزایش دمای جوش محلول نسبت به حلال

وقتی حل شدنی غیر فراری مانند شکر را در آب حل می کنیم، دمای جوش محلول به دست آمده بالاتر از دمای جوش حلال خالص آن است، چرا؟ به طور کلی يك مایع در دمایی حالت جوش به خود می گیرد که فشار بخار آن در آن دما با فشار خارجی روی مایع برابری کند. برای مثال فشار هوا در سطح دریای آزاد يك اتمسفر است. پس فشار هوای روی يك ظرف آب در سطح دریای آزاد مساوی همان يك اتمسفر می باشد. حال هر گاه يك ظرف دارای آب خالص در کنار دریای آزاد در حال جوش باشد، فشار بخار حاصل از آن مساوی همان يك اتمسفر خواهد بود. آب در دمای 100°C در سطح دریای آزاد در حال جوش است، پس فشار بخار آب در دمای 100°C مساوی يك اتمسفر است.

گفتیم اگر در يك مایع خالص يك حل شدنی غیر فرار را حل کنیم فشار بخار آن کاهش می یابد، پس وقتی در آب 100°C مقداری شکر را حل کنیم، فشار بخار آن کمتر از يك اتمسفر خواهد شد؛ از همین رو، اگر در آب 100°C که در سطح دریای

پاسخ

نخست مولالیتیه جسم مجهول بر حسب جرم مولی آن M' را می‌نویسیم. برای این منظور مقدار گرم جسم حل شده در ۱۰۰۰ گرم حلال را بدست می‌آوریم و آنگاه بر جرم مولی آن تقسیم می‌کنیم.

$$\frac{1/50g}{75g} = \text{مقدار جسم حل شدنی به گرم} \\ \text{در ازای يك گرم حلال}$$

$$1000 \times \frac{1/50g}{75g} = \text{مقدار جسم حل شدنی به گرم} \\ \text{در ازای ۱۰۰۰ گرم حلال}$$

$$m = \left(1000 \times \frac{1/50g}{75g} \right) \div M'$$

$$= \frac{1000}{M'} \times \frac{1/50}{75}$$

حال از تساوی $\Delta T = k_f m$ (معادله ۲۸) استفاده می‌کنیم. k_f برای سیکلو هگزان را از جدول (۲) می‌گیریم:

$$\Delta T = 6/50 - 2/70 = 20/2 \times \frac{1000}{M'} \times \frac{1/50}{75}$$

$$M' = 106g/mol$$

مثال ۱۴

۱/۰ گرم هموگلوبین در مقدار کافی آب حل شد و $100cm^3$ محلول به دست آمد. فشار اسمزی محلول به دست آمده در $20^\circ C$ مساوی $2/75$ میلی‌متر جیوه است. مولالیتیه هموگلوبین و جرم مولکولی آن را حساب کنید.

پاسخ

برای فشار اسمزی π داریم (معادله ۲۵)

$$\pi = MRT$$

درحالی‌که M مولالیتیه محلول را می‌رساند. با توجه به آن

$$M = \frac{\pi}{RT}$$

مقدار R ثابت همگانی گازها وقتی در ارتباط با اتمسفر ولیمتر باشد عبارت است از:

$$R = 0/0821 \text{ atm} \cdot \text{L/mol K}$$

بدین ترتیب

$$M = \frac{2/75 \div 2960}{0/0821 \times 293} = 1/50 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

کاهش دمای انجماد محلول

دمای انجماد يك محلول، معمولاً از دمای انجماد حلال آن پایین‌تر است. اگر میزان کاهش دمای انجماد محلول نسبت به حلال را با $\Delta t = t^\circ - t^\circ$ نشان دهیم، با استدلال مشابهی برای آن خواهیم داشت:

$$\Delta t = k_f m \quad (28)$$

درحالی‌که k_f يك ثابت تناسب است و بنام ثابت انجماد سنجی یا ثابت کاهش دمای انجماد مولالی می‌باشد و m مولالیتیه حل شدنی را می‌رساند. در جدول (۲) ثابتهای جوش و انجماد مولالی چند حلال آشنا جمع‌آوری شده است. با دقت در آنها می‌توان به نتیجه‌گیریهای آموزنده‌ای دست یافت. مقدار این ثابتها تابع نوع حلال و طبیعت آن است. همانطور که دیده می‌شود تغییرات k_f از يك حلال به حلال دیگر آشکارتر است تا تغییرات k_b .

جدول ۲- ثابتهای دمای جوش و دمای انجماد مولالی چند حلال آشنا در فشار يك اتمسفر

حلال	دمای انجماد °C	k_f °C/m	دمای جوش °C	k_b °C/m
آب	0/00	1/86	100/00	0/52
اسید استیک	16/66	3/90	117/90	2/53
بنزن	5/50	5/10	80/10	2/53
سیکلو هگزان	6/50	20/2	80/72	2/75
کافور	178/20	40/0	207/22	5/61
بارادی کلرو بنزن	52/1	7/1	174/1	6/2
نفتان	80/29	6/92	217/96	5/80

تعیین جرمهای مولی غیر الکترولیتها از روی خواص کولیگاتیو

مثال ۱۱

يك دانش‌آموز از حل کردن $1/50$ گرم از يك جسم مجهول در $75/0$ گرم سیکلو هگزان، محلولی به دست آورد که دمای انجماد آن را $2/70^\circ C$ اندازه‌گرفت. جرم مولی جسم مجهول کدام است؟

از طرفی مولاریته M خود عبارت است از:

$$M = \frac{\text{عده مولهای حل شدنی}}{\text{حجم محلول به لیتر}}$$

عده مولهای حل شدنی خود برابر است با جرم حل شدنی به گرم تقسیم بر جرم يك مول M' از حل شدنی به گرم

$$\text{جرم حل شدنی به گرم} = \frac{\text{عده مولهای حل شدنی}}{M'}$$

به این ترتیب:

$$M = \frac{M' - (\text{جرم حل شدنی به گرم})}{\text{حجم محلول به لیتر}}$$

$$1/50 \times 10^{-4} = \frac{1/50 \div M'}{100 \text{ cm}^3 \times \frac{1 \text{ L}}{1000 \text{ cm}^3}}$$

$$M' = 6/7 \times 10^4 \text{ g/mol}$$

م - خواص کولیگاتیو در محلول الکترولیتها

میزان خواص کولیگاتیو مانند کاهش فشار بخار ΔP ، افزایش دمای جوش Δt_b ، کاهش دمای انجماد Δt_f و فشار اسمزی π در يك محلول الکترولیت بیش از يك محلول غیر الکترولیت هم غلظت با آن است. برای مثال، در مورد يك محلول غیر الکترولیت و يك محلول الکترولیت داریم:

محلول غیر الکترولیت	محلول الکترولیت
$\Delta P = km$	$\Delta P = ikm$
$\Delta t_b = k_b m$	$\Delta t_b = ik_b m$
$\Delta t_f = k_f m$	$\Delta t_f = ik_f m$
$\pi = MRT$	$\pi = iMRT$

i ضریبی معمولاً بزرگتر از واحد است و عدد واتنیهف نام دارد. این ضریب خود برابر است با:

$$i = \alpha(\nu - 1) + 1 \quad (29)$$

α درجه تفکیک یونی الکترولیت مورد مطالعه را می‌رساند و ν تعداد یونهایی است که از تفکیک کامل يك مولکول یا يك فرمول الکترولیت به دست می‌آید. ν برای HCl یا HCH_2COO مساوی ۲ است، برای H_2SO_4 یا $CaCl_2$ مساوی ۳ است، برای H_3PO_4 یا $AlCl_3$ مساوی ۴ است.

دلیل بالاتر بسودن میزان خواص کولیگاتیو در محلول الکترولیتها آن است که هر مولکول یا هر فرمول از يك الکترولیت خود به دو یا چند یون تفکیک می‌شود و سهمی که هر یون در میزان خواص کولیگاتیو دارد نظیر سهم يك مولکول یا هر ذره مستقل دیگر است. به بیان دیگر، تعداد ذرات مستقل حل شدنی (خواه در شکل یون و خواه در شکل مولکول) در يك محلول الکترولیت به غلظت معین، بیش از تعداد آن ذرات در يك محلول غیر الکترولیت هم غلظت با محلول الکترولیت است. از طرفی چون خواص کولیگاتیو محلول به تعداد ذرات مستقل حل شدنی در واحد حجم از محلول بستگی دارد. پس میزان آنها در يك محلول الکترولیت بایستی از يك محلول غیر الکترولیت در غلظت یکسان بزرگتر باشد.

هر گاه تفکیک یونی يك الکترولیت کامل باشد و یونهای مثبت و منفی حاصل از آن هم استقلال خود را حفظ نمایند و برهم برهمکشی ندهند، در آن صورت بایستی داشته باشیم $i = \nu$. اما در عمل دیده می‌شود. اغلب i از ν کوچکتر است و تنها در محلولهای بسیار رقیق است که i به سمت ν میل می‌کند. در الکترولیتها قوی، دلیل کوچکتر بودن i از ν آن است که یونهای مثبت و منفی به تناوب جذب هم می‌شوند و زوجهای یونی را تشکیل می‌دهند. بدینسان در هر لحظه تعدادی زوج یونی و تعدادی یونهای مستقل مثبت و تعدادی یونهای مستقل منفی در محلول موجود است و در نتیجه مجموع آنها از تعداد ذرات مستقلی که با فرض در کار نبودن زوج شدن یونی پیشینی می‌شود کمتر است. توجه در داده‌های جدول زیر می‌تواند نکات آموزنده‌ای را همراه داشته باشد.

جدول ۳ - کاهش دمای انجماد چند محلول الکترولیت

مولاپته	Δt_f اندازه‌گیری شده $^{\circ}C$		ضریب i به دست آمده از محاسبه	
	MgSO ₄	NaCl	MgSO ₄	NaCl
۰/۰۰۵	۰/۰۱۸	۰/۰۱۶۰	۱/۷۲	۱/۹۶
۰/۰۱	۰/۰۳۶۰	۰/۰۲۸۵	۱/۵۲	۱/۹۲
۰/۰۲	۰/۰۷۱۴	۰/۰۵۳۴	۱/۲۴	۱/۹۲
۰/۰۵	۰/۱۷۶	۰/۱۲۱	۱/۳۰	۱/۸۹
۰/۱۰	۰/۳۴۸	۰/۲۲۵	۱/۲۱	۱/۸۷
۰/۲۰	۰/۶۸۵	۰/۴۱۸	۱/۱۲	۱/۸۲
۰/۵۰	۱/۶۸	۰/۹۹۵	۱/۰۷	۱/۸۱

۲۵۰- اگر اتم عنصری با جذب دو الکترون، آرایش الکترونی گاز بی اثر را پیدا کند، آن عنصر به کدام گروه اصلی جدول تناوبی تعلق خواهد داشت؟

(۱) دو (۲) چهارم (۳) پنجم (۴) ششم
 ۲۵۱- در واکنش اسید کلریدریک با Na_2SO_4 مواد زیر به دست می‌آید، به جز...

(۱) NaCl (۲) H_2O (۳) SO_2 (۴) SO_3
 ۲۵۲- از تجزیه اسید نیتریک در برابر گرما و یا نور، کدام اکسید نیتروژن تولید می‌شود؟

(۱) NO (۲) NO_2 (۳) N_2O_3 (۴) N_2O_5
 ۲۵۳- درباره سیلیس موارد زیر درست‌اند، به جز...

(۱) از سوختن سیلان، حاصل می‌شود
 (۲) با نیدروکسید سدیم، واکنش می‌دهد
 (۳) دارای مولکولهای مجزا است
 (۴) ماده اصلی تشکیل دهنده شیشه است

۲۵۴- در هر مولکول از مشتق کلردار متان که از آن به‌عنوان داروی بی‌هوشی استفاده می‌شود، چند اتم کلر وجود دارد؟

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴
 ۲۵۵- ترکیبایی را که تفاوت مولکول آنها در یک یا چند گروه « $-\text{CH}_2-$ » باشد، چه می‌نامند؟

(۱) آلوتروپ (۲) ایزومر
 (۳) ایزوتوپ (۴) هومولوگ
 ۲۵۶- کدام هالوژن در تاریکی و دمای معمولی با متان واکنش تخریبی می‌دهد؟

(۱) برم (۲) فلوئور (۳) کلر (۴) ید
 ۲۵۷- این گفتار که «در واکنش افزایشی یک نیدر اسید با الکنهای نامتقارن، در شرایط عادی، نیدروژن بیشتر به اتم کربنی از پیوند دوگانه متصل می‌شود که نیدروژن بیشتری داشته باشد.» بیان کدام اصل یا قاعده است؟

(۱) اصل آفبا (۲) اصل لوشاتلیه
 (۳) قاعده هوند (۴) قاعده مارکونیکوف

۲۵۸- استیلن را در چه شرایطی می‌توان به وینیل استیلن تبدیل کرد؟

(۱) در دمای معمولی و فشار زیاد

آزمون شیمی

گروه آزمایشی

علوم تجربی ۷۱-۷۲

حسام امینی

۲۴۶- «چون اربیتال ۲p نسبت به اربیتال ۲s در فاصله ... از هسته گسترش دارد، امکان همپوشانی آن با اربیتالهای اتمهای دیگر ... است.»

(۱) نزدیکتری - بیشتر (۲) نزدیکتری - کمتر
 (۳) دورتری - بیشتر (۴) دورتری - کمتر

۲۴۷- جفت الکترونهاى پیوندی در مقایسه با الکترونهاى غیر پیوندی به لحاظ میزان تحرك و فضای اشغالی به ترتیب چگونه‌اند؟

(۱) بیشتر - بیشتر (۲) بیشتر - کمتر
 (۳) کمتر - بیشتر (۴) کمتر - کمتر

۲۴۸- جذب انرژی توسط اتم و ارتقای الکترون آن به اربیتالهای خالی تراز بالاتر چه نامیده می‌شود؟

(۱) برانگیختگی (۲) رزونانس
 (۳) هیبریداسیون (۴) یونیزاسیون

۲۴۹- در مولکول اکسی اسیدهای کلر، از اسید هیپوکلر و تا اسید پرکلریک، کدام مورد افزایش نمی‌یابد؟

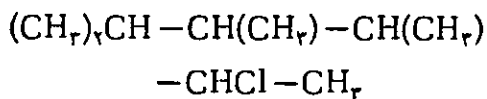
(۱) تعداد اتمهای نیدروژن
 (۲) تعداد پیوندهای داتیو
 (۳) عدد اکسیداسیون کلر
 (۴) قدرت اسیدی

۲) تری کلرو استالدئید

۳) کلزید استیل

۴) کلزید کربنیل

۲۶۵- ترکیبی به فرمول



چند کربن نامتقارن دارد؟

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۶۶- مونومرهای نشاسته و سلولز به ترتیب کدامند؟

۱) فروکتوز، گلوکز

۲) β -گلوکز، α -گلوکز

۳) α -گلوکز، β -گلوکز

۴) گلوکز، فروکتوز

۲۶۷- شیر آهک که به شیر چغندر قند افزوده می شود نقش های

زیر را ایفا می کند، به جز...

۱) جدا کردن تقریبی ناخالصیهای غیر رنگی

۲) جدا کردن مواد رنگی

۳) خنثی کردن اسیدهای آلی

۴) منعقد کردن مواد پروتئینی

۲۶۸- کدام دسته از تیدروکربنها اگر در بنزین اتومبیل

وجود داشته باشند، موجب می شوند که موتور اتومبیل

تق تق ایجاد کند؟

۱) آروماتیکها

۲) آلکانهای بدون شاخه

۳) سیکلو آلکانها

۴) تیدروکربونهای شاخه دار

۲۶۹- در واکنش سوختن متیل آمین در هوا، تفاوت بین تعداد

مولهای مواد حاصل و مواد واکنش دهنده کدام است؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۲

۲۷۰- برای تشکیل ۱/۵ مول اسید پیکریک، چند گرم اسید

نیتریک باید با فنل واکنش دهد؟ ($HNO_3 = 63$)

۱) ۱/۲۶ ۲) ۶/۳

۳) ۱۲/۶ ۴) ۱۸/۹

۲) در فشار کم و دمای مناسب

۳) در شرایط متعارفی

۴) در مجاورت کاتالیزور مناسب

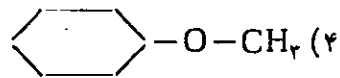
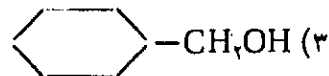
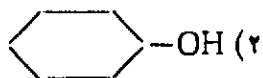
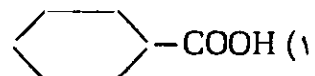
۲۵۹- گروههای زیر هدایت کننده ارتو پارا هستند، به جز...

۱) $-Cl$ ۲) $-OH$

۳) $-NO_2$ ۴) $-CH_3$

۲۶۰- از اکسیداسیون تولوئن سه وسیله پرمنگنات پتاسیم،

کدام ماده به دست می آید؟



۲۶۱- الکل بی رنگی که در صنعت به فروش می رسد، کدام

است؟

۱) الکل طبی

۲) الکل مطلق

۳) مخلوط اتانل با ۵ درصد متانل

۴) مخلوط اتانل با ۴ درصد آب



۲۶۲- نام $CH_3-CH-CH_2-OH$ به روش ایوپاک

کدام است؟

۱) ایزوبوتانل ۲) بوتیل الکل

۳) ۲-متیل-۱-بوتانل ۴) ۲-متیل-۱-پروپانل

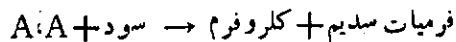
۲۶۳- با توجه به واکنش $\dots + \text{تیدروژن} \rightarrow \text{سدیم} + A$

می تواند مواد آلی زیر باشد، به جز...

۱) استیلن ۲) اتانل

۳) اتانال ۴) فنل معمولی

۲۶۴- با توجه به تبدیل:



کدام ماده است؟

۱) تری کلرو استن

این مقاله به کتابهای فیزیکی سال دوم و سال چهارم
 ظفر محمدی - ریاضی و فیزیک
 مرکز نشر

خوابگاه الکترون

به قلم چارلز موریل

ترجمه: سیدجلال امیرآفتابی
 معلم شیمی دبیرستان کمال

استدلال قیاسی عبارت است نتیجه‌گیری درباره شیئی مجهول با اتکاء به اطلاعات موجود در مورد شیئی معلومی که با آن شیئی مجهول از جهاتی همانند باشد. این نوع استدلال گونه‌ای توانایی است که به وسیله آن می‌توان، با تشخیص یک نشانه مشترک دو مجهول، و یا درک اصل مشترک آن دو، رابطه‌ای بین آنها به وجود آورد و به آموزش کمک کرد. مقایسه اربیتال با خوابگاه دانشجویان که در اینجا مطرح است، این فرصت را به دانش‌آموزان می‌دهد که بتوانند بین روشهای صرفه‌جویی در انرژی به هنگام جا دادن دانشجویان در خوابگاه دانشجویی و چگونگی قرار گرفتن الکترونها در فضای اطراف هسته یک اتم، با توجه به نظریه کوانتومی انرژی، ارتباط برقرار کنند.

در هر قیاس چهار مرحله به شرح زیر وجود دارد. که در مثال زیر، مقایسه اربیتال با خوابگاه دانشجویان، توضیح داده می‌شود.

مرحله اول: ویژگیهای مهم شیء معلوم را فهرست کنید. این ویژگیها عبارتند از: یک خوابگاه دانشجویی که ساختار آن طبق نمودار توسط فرانک لویدرایت (Frank Lloyd Wright) طرح‌ریزی شده است (به نمودار نگاه کنید). این خوابگاه با داشتن فقط یک واحد مسکونی در طبقه همکف، طبقات گوناگونی دارد که هر طبقه به واحدهای مسکونی مجزایی تقسیم شده‌اند. نقشه این خوابگاه به نحوی است که گله و شکایت افراد بسیاری را در مسورد ترافیک و سرو صداهایی که به طبقه همکف مربوط است به حداقل می‌رساند. با استفاده از یک رقم و یکی از حروف الفبای لاتین، واحدهای مسکونی دانشجویان این خوابگاه مشخص می‌شوند. این رقم، نشانه شماره هریک از طبقات می‌باشد. مثلاً طبقه اول، ۱؛ طبقه دوم، ۲؛ و به همین نحو سایر طبقات شماره گذاری می‌شوند. حروف لاتین (f, d, p, s) هریک از واحدهای مسکونی خوابگاه را مشخص می‌سازند. واحد s دارای فقط یک اتاق است و برای ساکن شدن در آن نیاز به کمترین انرژی است. واحد p دارای سه اتاق و واحد d دارای پنج اتاق است. واحد f دارای هفت اتاق است که برای سکونت در آن نیاز به بیشترین انرژی است. این نقشه در تمام ساختمان خوابگاه تکرار شده است. در هر حال، با توجه به شکل و اندازه ساختمان این خوابگاه و نیاز به صرفه‌جویی در انرژی، تنها واحد مسکونی s می‌باشد که در تمام طبقات وجود دارد. اگر فضای موجود کفایت کند، بزرگی واحدهای مسکونی به ترتیب p, d, f, یکی پس از دیگری قرار خواهد داشت. نقشه ساختمان خوابگاه به گونه‌ای است که در طبقه اول یک واحد مسکونی، یعنی ۱s و در طبقه دوم دو واحد مسکونی یعنی ۲s و ۲p و در طبقه سوم سه واحد مسکونی ۳s, ۳p, ۳d وجود خواهد داشت. و تا طبقه آخر ساختمان خوابگاه، به همین نحو ادامه خواهد یافت. این خوابگاه طبق قوانین معمول صرفه‌جویی در انرژی، به طریق زیر در اختیار دانشجویان متقاضی قرار می‌گیرد. دانشجویان فرم درخواست مسکن را به گونه‌ای پر می‌کنند که آب در لیوان ریخته می‌شود. یعنی از پایین‌ترین سطح که طبقه همکف باشد شروع می‌کنند تا به طبقات بالا و بالاتر برسند، همان طوری که آب اول به ته لیوان ریخته می‌شود و اندک اندک بالا می‌آید. طبقه اول کمترین انرژی و آخرین طبقه بیشترین انرژی را نیاز دارد. هر اتاقی را ممکن است دو دانشجو با هم شریک شوند ولی دانشجویان در وهله اول این کار را نمی‌کنند. زیرا، آنها ترجیح می‌دهند که هر کدام به تنهایی یک اتاق داشته باشند و اتاقهایشان را با دیگری شریک نشوند. بنابراین، قبل از اینکه دانشجویی با دانشجویی دیگر اتاقی را شریک شوند، هر دانشجو سعی می‌کند یک واحد ساختمانی را به تنهایی تصاحب کند. بنابراین در هریک از واحدها یک دانشجو ساکن خواهد شد. ولی تا واحدهای ساختمانی طبقات پایین‌تر پر نشوند، برای واحدهای مسکونی طبقات

بالا تقاضا پذیرفته نمی‌شود. در نتیجه دانشجویان مجبورند واحدها را دوفزری با یکدیگر شریک شوند.

مرحله دوم: رابطه بین شیء مجهول، مورد قیاس را با شیء بیشتر شناخته شده: فرض کنید بین اندازه خوابگاه دانشجویی مورد نظر و اندازه اتم عنصر انتخاب شده تناسبی موجود باشد. با حدس این تناسب، می‌توانید دانشجوی ساکن این خوابگاه را با الکترون یک اتم مقایسه کنید و بین آنها مشابهتی به وجود بیاورید.

مرحله سوم: رابطه‌ای را که بین دو شیئی مورد قیاس حدس زده‌اید، ترسیم کنید. این کار را می‌توان به وسیله انجام آزمایش، تجربه و با کار کردن روی موضوع با روشهای مشابه، اجرا کرد. برای نشان دادن توزیع الکترونها و نشانه‌گذاری کوآتومی صحیح از خوابگاه الکترونی با اربیتال عناصر انتخاب شده، استفاده کنید.

مرحله چهارم: جمع‌بندی آنچه که برای وضوح بخشیدن به ارتباط مجهول به شیئی معلوم به دست آمده است. به جای اصطلاحهای «اتم» و «الکترون» می‌توان از جانشینی آن، با اصطلاحهای موجود در شیئی معلوم مورد قیاس استفاده کرد. در این قیاس، دانشجویان ساکن خوابگاه به منزله الکترونها، و اتم عنصر انتخاب شده به منزله خوابگاه دانشجویان در نظر گرفته شده است. طبقات ساختمان خوابگاه دانشجویی نماینده عدد کمیت اصلی (عدد کوآتومی اصلی) است که با حرف لاتین N نشان داده می‌شود. واحدهای مسکونی خوابگاه نماینده اشکال زیر طبقه، یعنی (s,p,d,f) می‌باشند. اتاقها با مدارها، قابل قیاس اند (x,y,z) یا (۱,۲,۳,۴,۵)

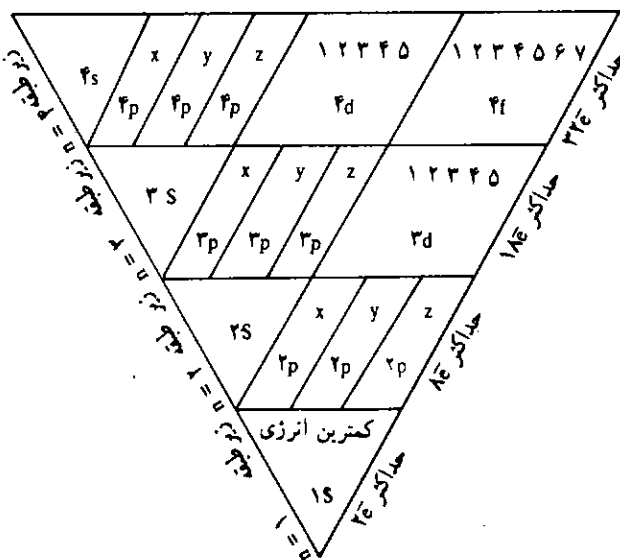
برای سکونت دادن دانشجویان در این خوابگاه قاعده هوند (Hund) پیروی می‌شود. یعنی، قبل از اینکه الکترون دومی را بتوان در اربیتال معین قرار داد. تمام اربیتالهای آن زیر طبقه، باید حداقل دارای یک الکترون باشند.

براساس این مبنا، می‌توان به دانش‌آموزان در درس شیمی نشان داد که چگونه جدول تناوبی عناصر به نمودار اربیتال شباهت دارد، در صورتی که آن را وارونه قرار داده باشند. با استفاده از جدول تناوبی عناصر به عنوان یک سیستم بررسی وضعیت انرژی الکترونها، معلّم به آسانی می‌تواند جهش «۴s» را به شاگردان نشان دهد. چون هدف اصلی صرفه‌جویی در انرژی است، چنانچه دو دانشجو در یکی از اتاقهای واحد «۴s» سکونت کنند. انرژی کمتری مصرف می‌شود. درحالی که اگر همین دو دانشجو در پنج اتاق واحد «۳d» ساکن باشند انرژی بسیار بیشتری مصرف خواهد شد. گاهی ترکیب الکترونها دارای نظم و قاعده خاصی نیست، مانند آنچه در فلز کروم مشاهده می‌شود. این بی‌نظمی ترکیب الکترونها را می‌توان با مقایسه با دانشجویان ساکن خوابگاه دانشجویی توضیح داد. آن مقایسه این است که دانشجویان خوابگاه ترجیح می‌دهند که یک اتاق را به تنهایی در

اختیار داشته باشند و دانشجوی دیگری را در آن شرکت ندهند، مگر اینکه ضرورت ایجاب کند. در این صورت، یکی از دانشجویان خوابگاه از واحد ۴s به واحد «۳d» نقل مکان می‌کند. پس از این نقل مکان، اتاقهای واحدهای «۳d» و ۴s هر یک، تنها یک دانشجوی ساکن خواهند داشت. توجه به این نکته اهمیت دارد که نظریه کوآتومی تنها یک نظریه است و این را بیان می‌کند. که الکترونها به طور مداوم در حرکت‌اند و یکدیگر را دفع می‌کنند و سعی می‌کنند تا آنجا که موازنه نیروهای جاذبه و دافعه امکان می‌دهند، به هسته نزدیک شوند. تئوری کوآتومی تلاشی است به منظور سازماندهی واقعیت‌های شناخته شده و اربیتال نیز کوششی است که نشانه‌گذاری کوآتومی را برای نوآموزان قابل کنترل می‌سازد.

حداکثر تعداد زیر طبقه‌ها و طبقه انرژی (ترازهای اصلی انرژی) $n =$
 حداکثر تعداد اربیتالها برای (n) $n^2 =$
 حداکثر دو الکترون در هر اربیتال
 حداکثر تعداد الکترونها برای (n) $2n^2 =$

زیر طبقه	تعداد اربیتالها
f	بیشترین انرژی ۷
d	۵
p	۳
s	کمترین انرژی ۱



نمودار خوابگاه الکترون

تاریخ تحول صنعت و هنر رنگ

مهندس ناصر فرزانه کارشناس صنایع شیمیایی

تاریخچه رنگهای محلی و طبیعی جهان قدیم (رنگهای سنتی جهان)

تهیه و به کار بردن رنگ از هزاران سال پیش معمول بوده است و اطلاعات جامعه درباره رنگ‌سازی محدود و مستند به آثاری است که یا مورخین گفته‌اند و یا آنکه اثر باستانی از گذشته تا به امروز به نحوی در سرزمین‌ها باقیمانده و یا حفظ شده است.

امروزه رسانه‌های خبری به نحو مطلوب امکاناتی فراهم نموده‌اند که اطلاعات علمی و فنی و سنتی از صنایع محلی و ملی مردم دنیا به سرعت در جهان انتشار یابد اما در جهان قدیم چنین نبوده است. باستان‌شناسان در طول تاریخ محققان و کاوشگران بسیار خوبی برای ارائه هنر و صنعت رنگ از مردمان عهد باستان بوده و می‌باشند که شمه‌ای از آنها به شرح زیر است:

۱ - محققان باستان‌شناس و تاریخ‌نویسان دریافته‌اند که در ۷۰۰۰ سال پیش در مصر از پشاپ (ادرار) گاو و مدفوع خوک برای رنگ‌رزی استفاده می‌کرده‌اند. از خرابه‌های شهر پمپی در ایتالیا رنگ‌رزی‌خانه‌هایی پیدا کرده‌اند و سومریها در بین‌النهرین آثاری دارند که

آنها را به صنعت بختن سفال و نوشته‌هایی بر آنان معرفی می‌کنند و حکایت دارد از اینکه یک نوع رنگ‌آمیزی در حدود نوشتن خطوط بین آنها مرسوم بوده است.

الواحی که از این سرزمین کشف شده است حاکی است که زنان آن دوره از تاریخ برای تهیه لباس‌های فاخر و زیبا از رنگهای گوناگون بهره می‌برده‌اند.

در حفاری یکی از قبور متعلق به ملکه سبا در شهر غور بارچه پشمی به چند رنگ و بارچه پنبه‌ای به رنگ سرخ و طلادوزی کشف شده است و بسیاری دیگر از این آثار که نشان می‌دهد رنگ‌سازی و رنگ‌رزی در تاریخ باستان اهمیت داشته است.

۲ - فن رنگ‌رزی و رنگ‌آمیزی ابتدا از بدن انسان شروع گردیده و خودآرایی بیشتر از جانب مردان مرسوم بوده که این خودآرایی یا برای جلب زنان و یا ترسانیدن دشمنان بوده است.

مصرف حنا بین زنان افریقایی مانند ایران مرسوم بوده است که هنوز هم طرفدار دارد و چون حنا رنگ ثابت و دائمی نبوده و بعد از مدتی از بین می‌رفته است خالکوبی رایج شد که اینکار به عنوان رنگ ثابت و دائمی تلقی می‌شده است.

هندیان امریکای شمالی روپوش و جامه‌هایی می‌بافته‌اند که اطراف آن با مو و رشته‌هایی از پی (عصب) حیوانات حاشیه می‌داده‌اند که با عصاره آلبالو رنگ‌آمیزی درخشان و جالبی می‌نموده‌اند که هنوز هم مرسوم است.

استفاده از پوست جانوران و پشم گوسفند و الیاف گیاهان به منظور پوشش و لباس و نیز رنگ‌آمیزی البسه با خاکهای ملون (رنگین) که معمولاً قهوه‌ای و قرمز و سیاه بوده‌اند به دلیل جذب نشدن

دلیل قدمت زمان معلوم نیست پارچه‌ها رنگ شده‌اند یا خیر؟
اما از تاریخ و روایات معلوم می‌گردد که لباسهای آن زمان
رنگ می‌شده است و پوشیدن پارچه‌های رنگی از طرف طبقات مردم
الزام آورده شده است.

در تاریخ آمده است که امپراطور و ملکه چین لباس زرد
می‌پوشیده‌اند - خانواده امپراطور و درباریان لباس بنفش رنگ -
شوالیه‌های درجه اول لباس آبی رنگ و شوالیه‌های درجه دوم لباس
قرمز رنگ و نجیب‌زادگان به لباس سیاه ملبس می‌شده‌اند.

بین ۱۸۰۰۰ سال الی ۲۱۱ قبل از میلاد مسیح (ع) رنگرزی در
خانه‌ها و توسط بانوان چینی انجام می‌شده است.

۵ - در بین النهرین (سرزمین کلد و آشور) زنان سومری از
لباس‌های رنگین گوناگون و فاخر بهره داشته‌اند و کار رنگرزی تا ۱/۳
وقت خانم خانه را می‌گرفته است و تهیه رنگ به عهده غلامان بوده و
این راز بزرگ سینه به سینه حفظ می‌شده است.

ام لوی M. Levy باستان‌شناس می‌گوید سومریها از صابون در
نساجی و رنگرزی استفاده می‌کرده‌اند و لازم به توضیح است که
ساکنان بین النهرین از ۳۵۰۰ سال قبل از میلاد مسیح «سومریها»
بوده‌اند که در کاوش‌های این سرزمین توسط باستان‌شناسان
لوحه‌هایی به دست آمده که نشان می‌دهد زنان سومری از لباسهای
رنگین استفاده می‌کرده‌اند.

آثار باستانی دوره امپراطوری اول سرزمین آشور و نینوا
مربوط به ۲۷۰۰ سال قبل از میلاد مسیح می‌رسد کاشی‌کاریها و نقوش
زیبای این سرزمین نشان می‌دهد که مردمان کلد و آشور بمواد رنگین
برای رنگ کردن اشیاء احاطه داشته‌اند چنانچه مردم آشور در ۱۱۰۰
سال قبل از میلاد مسیح (ع) از تکثیر حشره‌ای موسوم به کوککوس
(Coccus) که در مغرب زمین کرمس (Kermes) نامیده می‌شود رنگ
قرمز روشنی جمع‌آوری می‌کرده‌اند. در فنیقیه و همچنین در کشور مصر
رنگرزان از گیاهی به نام سافرون (Saffron) رنگ زرد نارنجی
استخراج می‌کرده‌اند که به ویژه برای پوشش خانمهای درباری به کار
می‌رفته است و تعدادی لباس با این رنگ را فنیقی‌ها به عنوان هدیه به
دربار آشور نصیرپال پادشاه کشور آشور هدیه کرده‌اند.

ادامه دارد

به الیاف رنگهای مناسبی نبودند و لذا آنها کوشیدند تا رنگ را در
دنیای گیاهان و حیوانات جستجو نمایند که ایتکار نمونه‌ای از پیشرفت
بشر و هوش و قریحه ذاتی او در استفاده از رنگهای بهتر و جالب‌تر
است.

۳ - حرفه رنگرزی از ابتدای تمدن و تاریخ وجود داشته و در
آن ایام احتمالاً ۳ تا ۵ رنگ طبیعی مورد استفاده بوده که پس از گذشت
چندین هزار سال به ۳۰ عدد و بیشتر هم رسیده است. در قرون ۱۷ و
۱۸ و ۱۹ میلادی برای رنگ‌آمیزی پوست از رنگهای طبیعی: بقم
بنفش، سماق، و دیگر مواد تانن‌دار همراه با مواد معدنی نظیر زنگار -
شنگرف، زاج سیاه و زاج سفید استفاده می‌شده است (توضیحاً
زاج سیاه سولفات آهن متبلور و زاج سفید سولفات آلومینیم متبلور
است) و پوست را به رنگهای مشکی و قهوه‌ای رنگ می‌کرده‌اند. و از
اواسط قرن ۱۹ بود که با توسعه دانش شیمی و پیشرفت بشر در صنایع
شیمیایی هزاران رنگ به روش سنتز تهیه کرده‌اند. و به طور خلاصه با
نگاهی به گذشته در می‌باییم از نخستین روزهای تاریخ و ماقبل آن
رنگهای اصلی (قرمز - زرد - آبی) را انسانهای آن زمان
می‌شناخته‌اند؛

رنگ قرمز به وسیله حشره قرمز دانه و یک نوع صدف دریایی
به نام ارغوان و عصاره درختانی مانند آلبالو و شاه‌توت تهیه می‌شده
است؛

رنگ آبی از گیاه وسمه و نیل طبیعی و رنگ زرد از زعفران -
برگ توت - برگ مو - جنار - اسپرک و گلها تهیه می‌شده است اما
نمی‌دانیم چه موقع و چه کسانی آنها را دقیقاً کشف نموده‌اند.

۴ - با نگاهی به تاریخ تمدن اقوام و ملل جهان معلوم می‌شود
که مردمان اولیه در کنار سواحل رودهای بزرگ سکنی داشته‌اند و
سرنوشت تاریخ رنگ‌سازی را در دست گرفته‌اند.

چینی‌ها (مردمان کشور چین) در کنار رود زرد - هندی‌ها در
کنار رود گنگ - مصریان در سواحل نیل - مردمان کلد و آشور در
بین رودهای دجله و فرات (بین النهرین) وارث تمدن‌های قدیم بوده‌اند
که می‌توان به آنها سومریها و ایرانیان را نیز اضافه نمود و گفته می‌شود
ملت چین دارای قدیم‌ترین سنن هنری می‌باشند و تمدن آنها به ۴ تا ۵
هزار سال قبل از میلاد حضرت مسیح (ع) می‌رسد.

کشور چین سرزمین اصلی ابریشم است و در ۲۶۴۰ سال قبل
از میلاد مسیح (ع) پرورش کرم ابریشم شروع شد. پارچه‌های ابریشمی
مربوط به عهده باستان در حفاریهای کشور چین کشف شد ولی به



آشنایی با

دانش آموز کوشا

برادر شهرام وفامهر دانش آموز سال ۴ تجربی دبیرستان طالقانی تبریز (۱۳۷۱-۱۳۷۰) توانسته است یک فرمول عمومی برای همه هیدروکربنها و فرمولهای مهم عمومی دیگری از جمله محاسبه تعداد پیوندهای سیگمای همه هیدروکربنها را به روش ریاضی ثابت کند: نظریه تصاعد عددی در همه هیدروکربنها در یک شاخه عمومی: مادر همه هیدروکربنها، الکانهاست از این نظر الکانها را بررسی کرده و فرمول عمومی هیدروکربنها را با مقایسه تدوین کرده است: ما در اینجا عین مقاله ایشان را می آوریم.

نام آلکان	متان	اتان	بروبان	بوتان	پنتان
فرمول	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂
تعداد پیوند σ	۴	۷	۱۰	۱۳	۱۶
تعداد اوربیتالهای هیبریدی	۴	۸	۱۲	۱۶	۲۰
تصاعد عددی	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅

علامات به کار گرفته شده در این مقاله:

n_σ تعداد پیوندهای کل

n_σ تعداد پیوندهای پی

n_σ تعداد اوربیتالهای پیوندی غیر هیبریدی

M جرم مولکولی

h تعداد حلقه ها

n_σ تعداد پیوندهای سیگما

n_σ تعداد اوربیتالهای پیوندی هیبریدی با هیبریدی

n_σ تعداد کل اوربیتالهای پیوندی

n تعداد اتمهای کربن

n_H تعداد اتمهای هیدروژن

چون می دانیم آلکانها با هم هومولوگ هستند یعنی فقط از لحاظ فرمول در تعداد CH₂ تفاوت دارند تعداد کربن و تعداد هیدروژن هر کدام به طور مستقل در آلکانها تصاعد عددی را تشکیل می دهند.

در تصاعد تعداد کربن داریم: $d = a_2 - a_1 = 2 - 1 = 1$

$a_n = a_1 + (n - 1) d \Rightarrow a_n = 1 + (n - 1) \times 1 = n$

و در تصاعد تعداد هیدروژن داریم:

$d = a_2 - a_1 = 6 - 4 = 2$

$a_n = a_1 + (n - 1) d \Rightarrow a_n = 4 + (n - 1) 2 = 4 + 2n - 2 = 2n + 2$

توجه ۱ جمله n ام تمامی تصاعدها برابر جمله n ام تصاعد تعداد کربن است پس شماره جمله n ام در تمام تصاعدها تعداد اتمهای کربن می باشد.

توجه ۲ از این جا فرمول عمومی در آلکانها به صورت ریاضی اثبات می شود.

C_nH_{2n+2}

چون تعداد کربن و تعداد هیدروژن تصاعد عددی تشکیل می دهند پس تعداد پیوندهای سیگما و تعداد اوربیتالهای هیبریدی نیز تشکیل تصاعد عددی را می دهند. در تصاعد تعداد پیوندهای سیگما داریم:

$d = a_2 - a_1 \Rightarrow d = 7 - 4 = 3$

$a_n = a_1 + (n - 1) d \Rightarrow a_n = 4 + (n - 1) 3 = 4 + 3n - 3 = 3n + 1$

در تصاعد تعداد اوربیتالهای هیبریدی داریم:

$d = a_2 - a_1 \Rightarrow d = 8 - 4 = 4$

$a_n = a_1 + (n - 1) d \Rightarrow a_n = 4 + (n - 1) 4 = 4 + 4n - 4 = 4n$

توجه ۳ لازم بتذکر است که تعداد پیوندهای کل و تعداد اوربیتالهای پیوندی کل و تعداد اوربیتالهای غیر هیبریدی جرم مولکولی و ... هر یک مستقلاً تشکیل یک تصاعد عددی را می دهند که با توجه بآن می توان فرمول عمومی هر یک را به دست آورد ولی چون آنها را با دانستن تعداد پیوندهای سیگما و تعداد اوربیتالهای هیبریدی نیز می توان محاسبه کرد پس در اینجا فقط فرمول عمومی این دو مورد بررسی قرار گرفته است

I با بررسی تصاعد تعداد کربن و هیدروژن در بقیه هیدروکربنها و مقایسه آنها با تصاعد تعداد کربن و هیدروژن در آلکانها به نتایج زیر دست می یابیم:

۱ - با اضافه شدن یک پیوند پی به آلکان هم ماهیت ساده عوض می شود و هم دو اتم هیدروژن از آن کم می شود پس اگر n پیوند پی به آلکان اضافه شود 2n اتم هیدروژن از آن کاسته می شود یعنی:

تعداد اوربیتالهای هیبریدی آلکانها = تعداد اوربیتالهای هیبریدی
هیدروکربن حلقوی سیر شده

$$n_h = 4n \quad 4$$

۳- اگر موارد یک و دو بر روی آلکانها با هم انجام شوند فرمولهای
موارد ۱ و ۲ را با هم تلفیق می‌کنیم:

$$n_g = (3n + 1) - 2n_p - h \quad 2 \quad \text{فرمول اصلی}$$

$$n_h = 4n - 2n_p \quad 3 \quad \text{فرمول اصلی}$$

کلاً از این بررسی و نظریه فرمولهای زیر به دست می‌آید که در تمامی
هیدروکربن‌ها صادق است:

$$1 - \text{فرمول کلی هیدروکربن‌ها: } n_H = (2n + 2) - 2n_p - 2h$$



۲- فرمولهای اصلی:

$$n_g = (3n + 1) - 2n_p - h \quad n_h = 4n - 2n_p$$

۳- فرمولهای به دست آمده فرعی از اصلی:

$$n_v = n_g + n_p \implies n_v = (3n + 1) - n_p - h$$

$$n_0 = 2n_v \implies n_0 = 2[(3n + 1) - n_p - h]$$

$$n_0 = n_h + n_g \implies n_g = n_0 - n_h \implies n_g = (2n + 2) - 2h$$

$$M = (14n + 2) - 2n_p - 2h$$

۴- جرم مولکولی هیدروکربن‌ها:

پس از این نظریه من پی بردم که چون مواد آلی دیگر نیز همان
هیدروکربن‌ها هستند که فقط بجای عده‌ای از اتمهای هیدروژن آنها
عناصر دیگری قرار گرفته است پس نظریه تصاعدی در همه مواد آلی
صدق می‌کند ولی برای به دست آوردن فرمولهای کلی برای هر شاخه
از مواد آلی مانند فرمولهای فوق که برای هیدروکربن‌ها گفته شد از
مقایسه تصاعدهای هیدروکربن‌ها با در نظر گرفتن نوع اتمها یا
بنیانهایی که بجای هیدروژن نشسته اند به دست می‌آیند بعنوان مثال
جمله‌های عمومی یا فرمولهای کلی مشتقات هالوژن‌دار هیدروکربن‌ها
چنین به دست می‌آید: با توجه باینکه اگر مشتق هالوژن‌دار هیدروکربن
m عدد هالوژن داشته باشد m عدد هیدروژن کمتر از تعداد هیدروژن
هیدروکربن خواهد داشت و به تعداد اوربیتالهای پیوندی هیبریدی m
عدد اضافه می‌شود و در تعداد پیوندهای سیگما تغییری پدید نمی‌آید.
مثلاً فرمول کلی بصورت $C_n H_{(2n+2-2n_p-2h)} - m^*m$ در می‌آید.
امیدوارم با ثبت نظریه مذکور بتوانم به تحقیقات دیگری ادامه
داده و در پیشبرد اهداف انقلاب اسلامی گامهای مؤثری برداشته باشم.
هیئت تحریریه مجله رشد شیمی بدینوسیله از تلاش و دقت
دانش‌آموز محترم آقای شهرام وفامهر تشکر و قدردانی می‌کند و برای
ایشان آرزوی برداشتن گامهای علمی و عملی بلندتر را از خداوند
متعال مسئلت دارد.

دو برابر تعداد پیوندی هیدروکربن زنجیری سیر نشده - تعداد
هیدروژن آلکانها = تعداد هیدروژن هیدروکربن زنجیری سیر نشده

$$n_H = (2n + 2) - 2n_p \quad 1$$

۲- با یک حلقه‌ای شدن آلکان از تعداد هیدروژن آن دو تا کم می‌شود
پس اگر آلکانها n حلقه‌ای شوند از تعداد هیدروژن آلکانها 2n عدد کم
می‌شود یعنی:

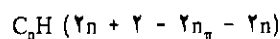
دو برابر تعداد حلقه‌های هیدروکربن زنجیری اشباع شده - تعداد
هیدروژن آلکانها = تعداد هیدروژن هیدروکربن حلقوی اشباع شده

$$n_H = (2n + 2) - 2n \quad 2$$

۳- اگر دو عمل یک و دو با هم روی آلکان انجام شوند یا به عبارت
دیگر هیدروکربن مورد نظر ما هم پیوندی داشته و هم حلقوی باشد از
تلفیق روابط ۱ و ۲ خواهیم داشت:

$$n_H = (2n + 2) - 2n_p - 2n \quad \text{فرمول اصلی}$$

پس فرمول کلی هیدروکربن‌ها به صورت زیر در می‌آید:



II با بررسی تصاعدی تعداد پیوندهای سیگما و تعداد اوربیتالهای
هیبریدی در بقیه هیدروکربن‌ها نتایج زیر می‌رسیم:

۱- با اضافه شدن یک پیوندی به آلکانها دو پیوند سیگما از
تعداد پیوندهای سیگمای آلکان کاسته می‌شود و همچنین دو عدد از
تعداد اوربیتالهای هیبریدی کاسته می‌شود پس اگر n عدد پیوندی به
آلکان اضافه شود 2n پیوند سیگما از تعداد پیوندهای سیگمای آلکان و
2n عدد از تعداد اوربیتالهای هیبریدی آن کاسته می‌شود پس داریم:
دو برابر تعداد پیوندهای پی هیدروکربن زنجیری سیر نشده - تعداد
پیوندهای سیگمای آلکانها = تعداد پیوندهای سیگمای هیدروکربن
زنجیری سیر نشده

$$n_g = (3n + 1) - 2n_p \quad 1$$

دو برابر تعداد پیوندهای پی هیدروکربن زنجیری سیر نشده - تعداد
اوربیتالهای هیبریدی آلکانها = تعداد اوربیتالهای هیبریدی
هیدروکربن زنجیری اشباع نشده

$$n_g = 4n - 2n_p \quad 2$$

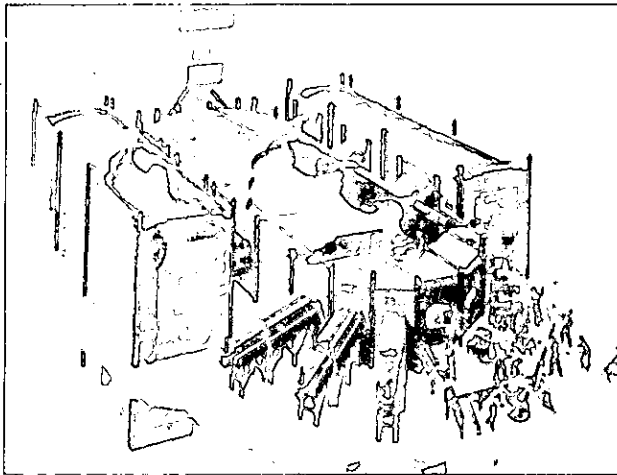
۲- با یک حلقه شدن آلکانها از تعداد پیوندهای سیگمای آلکانها یک
عدد کم می‌شود و در تعداد اوربیتالهای هیبریدی تغییری پدید نمی‌آید
پس اگر آلکانها n حلقه شوند از تعداد پیوندهای سیگمای آلکانها n
عدد کم می‌شود ولی تأثیری در تعداد اوربیتالهای هیبریدی حاصل
نمی‌شود یعنی داریم:

تعداد حلقه‌های هیدروکربن حلقوی سیر شده - تعداد پیوندهای
سیگمای آلکانها = تعداد پیوندهای سیگمای هیدروکربن حلقوی سیر
شده

$$n_g = (3n + 1) - h \quad 3$$

شیشه و شیشه‌سازی

این مقاله به کتاب شیشه‌شناسی چهارم چاپ ۱۳۶۰ ترجمه دکتر منصور عابدینی و دکتر مریم زاهدی



شکل ۱ - تصویر یک کوره گازی ذوب شیشه که به طور پیوسته کار می‌کند. مواد را در انتهای کوره وارد و ذوب می‌کنند و در قسمت جلو کوره سرد شده و به آن شکل می‌دهند. اکثر کوره‌های جدید ذوب شیشه در مقایسه با این نمونه قدیمی پیچیده‌ترند و به طور مکانیزه کار می‌کنند.

می‌شوند، ذوب می‌کنند (شکل ۱). واحدهای ذوب شیشه اغلب پیوسته است. مواد خام را از یک سر به طور مداوم وارد کوره می‌کنند در حالی که شیشه مذاب را به طور مداوم از سر دیگر خارج ساخته و به شکل‌های مورد نظر درمی‌آورند.

برای شکل دادن به شیشه از روش‌های مختلف مانند دمیدن، فشردن، قالبگیری و غیره استفاده می‌شود. در روش شناورسازی نواری از شیشه مذاب را در سطح حمامی از قلع مذاب شناور می‌سازند به مدتی که تمامی ناصافی‌های سطح شیشه از بین برود. بیشتر شیشه جام در دنیا به روش شناورسازی ساخته می‌شود.

ساختار شیشه

ساختار شیشه به نسبت ساده است. نمودارهای شمایی شیشه SiO_2 خالص و بلور SiO_2 (کوارتز) در شکل ۲ نشان داده شده‌اند. در

شیشه‌ها در طول تاریخ زمین با سرد شدن سریع مواد مذاب زمین و مواد مذاب آتشفشانی تشکیل شده‌اند و احتمالاً مشهورترین نمونه آن اُپسیدین (Obsidian) است که شیشه‌ای سیاه است و معمولاً برای ساختن ابزار برش ساده و نوک پیکان به کار می‌رود. شیشه‌هایی نیز با ترکیب شیمیایی متفاوت، از ماه و از سنگ‌های آسمانی به دست آمده است و از این مواد اطلاعات مهمی دربارهٔ پیدایش سیستم خورشیدی فراهم شده است.

شیشه سنتزی احتمالاً نخستین بار حداقل ۳۵۰۰ سال پیش در مصر آن هم به‌طور عمدی برای تزئین تولید شده است. تادوره رومیها فن شیشه‌گری توسعه یافته بود و اشیای شیشه‌ای به نسبت متداول شده بود. از آن زمان به بعد شیشه از صورت یک ماده تزئینی به یک ماده متداول با کاربردهای متنوع تکامل یافته است. بخشی از این تکامل مربوط به بررسی‌های علمی توسط گروهی از پژوهشگران بازمینه‌های تحقیقاتی متفاوت است.

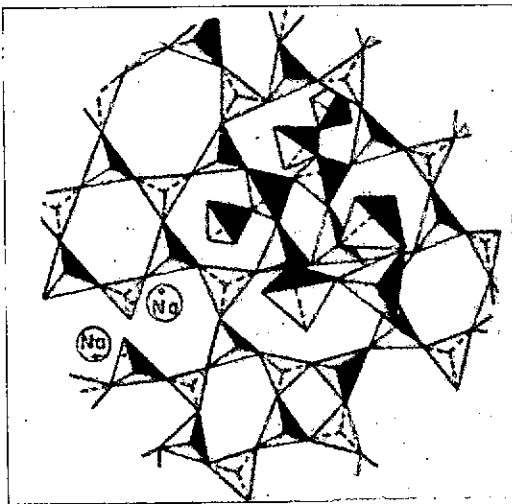
با وجود رواج شیشه، پژوهشگران نمی‌توانند روی یک توصیف رضایت‌بخش برای آن توافق کنند. شیشه معمولاً به عنوان «یک محصول معدنی که از مذاب بدون متبلور شدن، به یک حالت سخت، سرد شده است» شناسایی می‌شود. این توصیف کاملاً رضایت‌بخش نیست چونکه شیشه‌های آلی به خوبی شناخته شده‌اند. همچنین شیشه‌ها را می‌توان به روش‌های دیگری از جمله بخار کردن از محلول و رسوب دادن از بخار تشکیل داد. در هر حال، تعریف فوق برای بیشتر موارد کفایت می‌کند.

شیشه‌های طبیعی عموماً از سیلیسیم (Si) غنی‌اند و مقادیر زیادی از سایر فلزها مانند Fe, K, Na, Ca, Mg, Al دارند که همه آنها با اکسیژن کوئوردینانس شده‌اند. شیشه‌های تجاری شبیه شیشه‌های طبیعی‌اند و معمولاً با ذوب کردن SiO_2 و سایر اکسیدهای معدنی در دمای بالا تشکیل می‌شوند. این قبیل شیشه‌ها را در تانک‌های بزرگ که پوشش درونی آنها دیرگداز است و با گاز، نفت یا به‌طور الکتریکی گرم

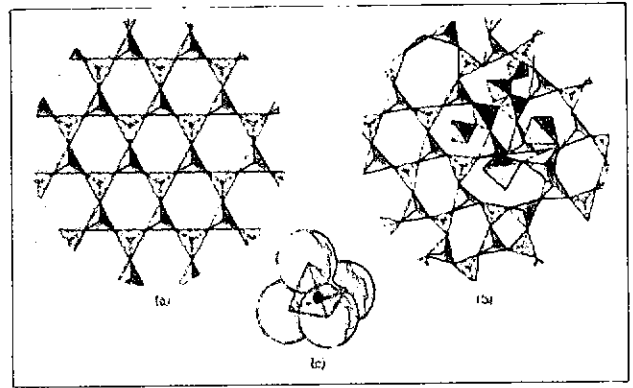
شیمی شیشه‌های متداول

اگرچه پرداختن به جدیدترین کساربردهای شیشه موضوع وسوسه‌انگیزی است، شیمی اشیاء شیشه‌ای ساده و عادی می‌تواند به طور فریبنده‌ای پیچیده و جالب توجه باشد. متداولترین ترکیبی که در سراسر دنیا برای شیشه به کار می‌رود مخلوطی از CaO ، Na_2O و SiO_2 است که با مقادیر کمتر سایر اکسیدها همراه است. این نوع شیشه را شیشه سودا-آهک می‌نامند. شیشه سودا-آهک نسبت به سایر ترکیبهای شیشه مزیت‌هایی دارد:

- سازندهای آن ارزان و متداول‌اند.
- به هنگام سرد شدن متبلور نمی‌شود.
- در دماهای به نسبت پایین (حدود 1300°C) ذوب می‌شود.
- در برابر عوامل خوردگی جوی مقاوم است.
- در نتیجه بطریقه‌ها، شیشه‌های مربا، شیشه پنجره، جاب چراغ و لوله فلورسنت معمولاً از شیشه سودا-آهک ساخته می‌شوند.
- شیشه سودا-آهک را همچنین می‌توان به آسانی رنگ کرد. برای مثال، با افزودن غلظتهای کم از یونهای فلزهای واسطه نور ناحیه مرئی طیف به علت جهشهای الکترونی الکترونهای ۳d جذب می‌شود. وقتی شیشه پنجره را از لبه نگاه کنیم به علت وجود مقادیر کم Fe^{2+} سبزرنگ است. از رنگ‌کننده‌های متداول می‌توان Co^{2+} برای آبی، Mn^{2+} برای ارغوانی و Cr^{3+} برای سبز را نام برد. از آنجا که جهشهای الکترونی در این یونها به وسیله الکترونهای ۳d انجام می‌گیرد، رنگهای حاصل به محیطی که این یونها را احاطه کرده است بستگی دارد. در نتیجه با تغییراتی در ترکیب شیشه اغلب رنگ آنها تغییر می‌کند. عنصرهای خاکهای نادر را نیز می‌توان برای رنگ کردن شیشه



شکل ۳ - با افزودن Na_2O به شیشه شبکه شیشه از هم می‌پاشد و ویسکوزیته مذاب کاهش می‌یابد.



شکل ۲ - (الف) ساختار SiO_2 متبلور (ب) ساختار شیمیایی شیشه SiO_2 (ج) شکل چهار وجهی نشان داده شده در (الف) و (ب) نماینده یک اتم سیلیسیم (دایره پر) است که به وسیله چهار اتم اکسیژن (گویهای بزرگ) کوئوردینانس شده است.

هر دو اتمهای سیلیسیم در یک آرایش چهاروجهی با چهار اتم اکسیژن متصل شده‌اند. در ماده متبلور نظم بردارنده‌ای دیده می‌شود و به‌طور نظری با دانستن موقعیت یک سلول واحد در بلور می‌توان موقعیت کلیه اتمهای دیگر را پیش‌بینی کرد. اگرچه شیشه در فاصله‌هایی چندین برابر قطر اتم، ساختار منظمی دارد ولی نظم بردارنده‌ای را که در بلور مشاهده می‌شود، ندارد.

شیشه SiO_2 چندین خاصیت مطلوب دارد که از آن جمله می‌توان دوام شیمیایی فوق‌العاده، قدرت تحمل تغییرات زیاد و ناگهانی دما، و شفاف بودن نسبت به گستره وسیعی از طول موجهای نور را برشمرد. متأسفانه، دمای ذوب SiO_2 فوق‌العاده بالاست (1723°C)، و به علت ویسکوزیته زیاد شکل دادن به آن دشوار است. یک روش برای پایین آوردن دمای ذوب و ویسکوزیته شیشه SiO_2 ، وارد کردن تغییردهنده‌های شبکه است (اتمهایی که سبب شکسته شدن شبکه Si-O-Si می‌شوند). در شکل ۳ اثر افزودن Na_2O ، یک تغییردهنده نوعی، نشان داده شده است. به تدریج که شبکه شکسته می‌شود ویسکوزیته و دمای ذوب شیشه کاهش می‌یابد و شکل‌های قابل استفاده‌ای را می‌توان در دماهای عملی تشکیل داد.

اکثر عنصرهای جدول تناوبی را نیز می‌توان به عنوان یک تشکیل‌دهنده یا تغییردهنده شبکه در شیشه سنتزی وارد کرد. به این ترتیب می‌توان صرفاً با تغییر دادن ترکیب شیمیایی شیشه گستره وسیعی از خواص فیزیکی و شیمیایی را در مواد شیشه‌ای مستحلی ساخت. در نتیجه کاربردهای جاری برای شیشه از کارهای ساده مانند ساختن بطری و شیشه پنجره تا کارهای کاملاً پیچیده مانند ارتباطات راه‌دور، صفحه‌های نمایشی بلور مایع، لیزرها، اعضاء مصنوعی و محاسبه نوری را شامل می‌شود.

نامطلوبی در سطح شیشه شده در نتیجه ترک بردارد و یا بشکند. برای برطرف کردن این مشکلات یک راه حل توسعه شیشه‌های بوروسیلیکات بود. مثالی از شیشه بوروسیلیکات که بادوام و مقاوم در برابر گرمای شیشه پیرکس است. بوروسیلیکاتها در لوازم آزمایشگاهی و لوازم خانگی کاربرد دارند. افزودن B_2O_3 دو مزیت دارد یکی اینکه انبساط گرمایی را تا ۵۰٪ کاهش می‌دهد و در نتیجه مقاومت هر شی را در برابر ضربه‌های گرمایی بالا می‌برد و دوم اینکه دوام شیشه به طور محسوسی افزایش می‌یابد.

دلایل تقویت دوام شیمیایی در بوروسیلیکاتها روشن نیست. یک نظریه رایج این است که با سرد شدن شیشه دوفاز غیر قابل اختلاط به وجود می‌آید یک فاز ناپیوسته غنی از Na_2O و B_2O_3 و یک فاز پیوسته غنی از SiO_2 . از آنجا که برتری با فاز غنی از SiO_2 است، دوام شیشه بدون از دست دادن توانایی تشکیل شیشه در دماهای معقول، تقویت می‌شود. از آنجا که قطر فاز ناپیوسته کاملاً زیر طول موج نور مرئی است، شفافیت این ماده محفوظ می‌ماند.

از این پدیده همچنین می‌توان در به وجود آوردن شیشه‌های شیرین رنگ استفاده کرد. بسیاری از شیشه‌ها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که به صورت دو فاز جدا می‌شوند و ریخت (مورفولوژی) آنها طوری است که شکست و پراکندگی درونی نور، ماده‌ای نیم شفاف یا مات به دست می‌دهد. هر دو فاز می‌توانند شیشه باشند (شکل ۴)، یا در مواردی، یک فاز می‌تواند بلوری باشد. نمونه‌های شیشه‌های شیرین رنگ شامل پاره‌ای لوازم پخت و پز و بشقاب غذاخوری است.

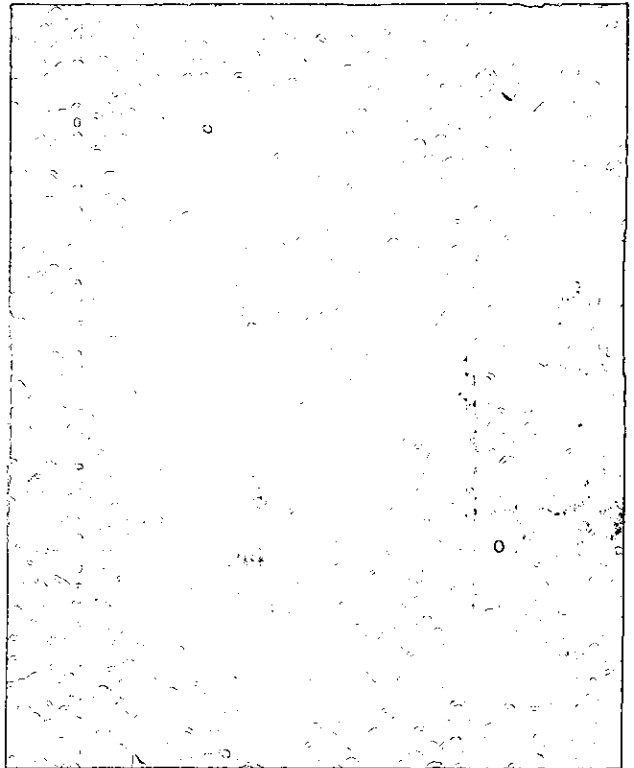
ترکیبهای استاندارد دیگری برای شیشه وجود دارد. شیشه‌های آلومینوسیلیکات خواصی شبیه به بوروسیلیکاتها دارند اما می‌توانند دماهای بالاتری را تحمل کنند. شیشه‌های سربی به علت دارا بودن ضریب شکست زیاد، آسانی ذوب و شکل پذیری آن و حفاظ بودن در برابر تابش پراثری کاربردهای گسترده‌ای دارند. از دو خاصیت اول در شیشه‌های تزئینی و نوری و از خاصیت سوم هم در پنجره‌های تابش و لامپهای تلویزیون استفاده می‌شود. شیشه‌های بورات، فسفات، زرمانات و کالکوزنید نیز کاربردهای تجاری دارند.

شیشه - سرامیکها

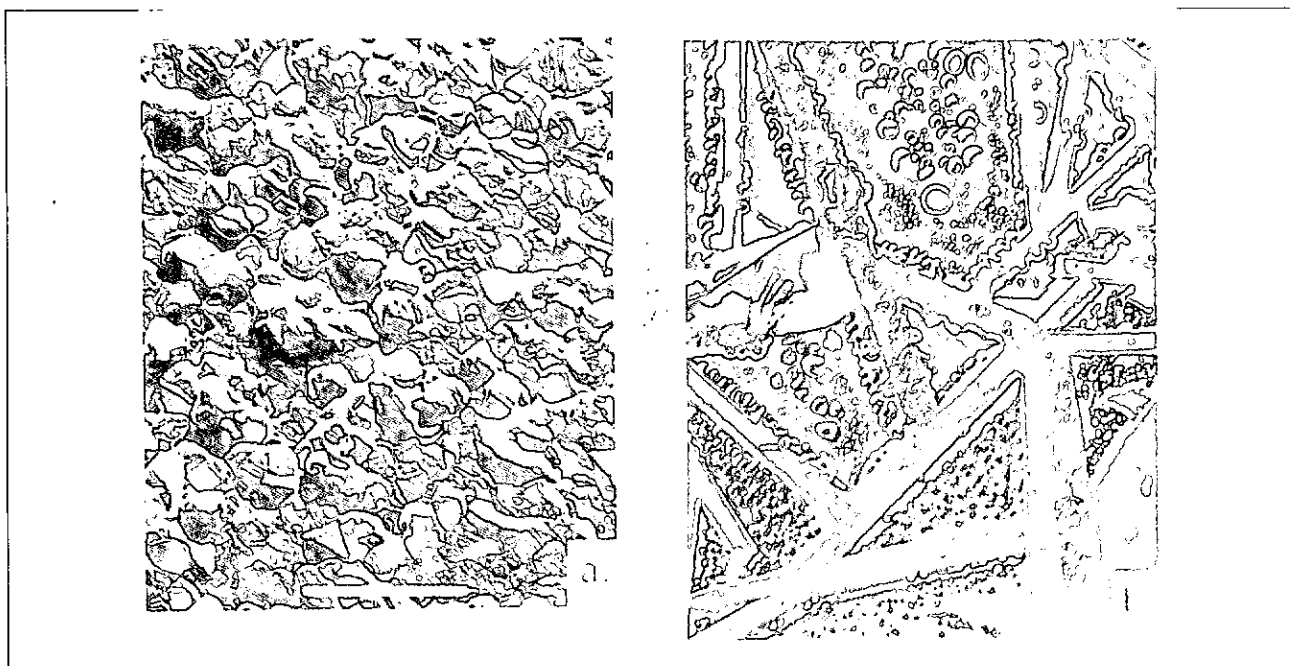
شیشه - سرامیکها پلی بین شیشه‌ها و سرامیکهای متبلور به شمار می‌آیند. شیشه - سرامیکها به بهترین وجه به صورت «جامدهای ریز بلوری که با تبلور کنترل شده شیشه به وجود آمده‌اند» تعریف می‌شوند. شیشه‌ها را با استفاده از فن‌های استاندارد ذوب می‌کنند و شکل می‌دهند و سپس تحت تأثیر گرما، دانه‌های یکنواخت بلور را به وجود می‌آورند. شیشه - سرامیکها را از شیشه‌های شیرین رنگ به وسیله درجه بلورینگی آنها از هم تمیز می‌دهند. شیشه - سرامیکها

به کار برد و جهشهای الکترونی در آنها در اوربیتالهای درونی صورت می‌گیرد به این ترتیب این جهشها تحت تأثیر محیط یون نبوده و رنگ حاصل تابع ترکیب شیشه نیست.

شیشه سودا-آهک همچنین معایبی دارد: این نوع شیشه دوام چندانی ندارد. اگر چه معمولاً تصور ما این است که شیشه ماده بی‌اثری است ولی شیشه‌های بسیاری از نظر شیمیایی واکنش پذیرند. واکنشهای ممکن شکلهای مختلفی به خود می‌گیرند ولی دو واکنش از همه مهمترند. در محلولهای اسیدی تبادل یونهای H^+ که با شیشه در تماس اند و یونهای قلیایی در شیشه به آسانی انجام می‌گیرد و این تبادل یونی اغلب موجب تشکیل لایه انحلال‌پذیری روی سطح شیشه می‌شود. برعکس، تماس با محلولهای بازی می‌تواند با وارد کردن یونهای OH^- ساختار شیشه را از هم بپاشد و نهایتاً موجب انحلال کامل شیشه شود. تشکیل یک لایه سفید روی اشیاء شیشه‌ای بر اثر تماس طولانی با مایع ظرفشویی مثال روشنی از فرایند اخیر است. شیشه سودا-آهک همچنین در برابر ضربه‌های گرمایی مقاومت خاصی ندارد. از آنجا که انبساط گرمایی (تغییر در ابعاد با دما) شیشه سودا-آهک بالاست تغییرات ناگهانی دما می‌تواند موجب فشارهای



شکل ۴ - میکروگراف الکترونی عبوری از یک شیشه شیرین رنگ. دو فاز شیشه‌ای مجزا دیده می‌شود. یک فاز پیوسته است و فاز دیگر قطره‌های کوچک غیر قابل اختلاط تشکیل می‌دهد. مقیاس یک میکرون در گوشه سمت چپ شکل نشان داده شده است.

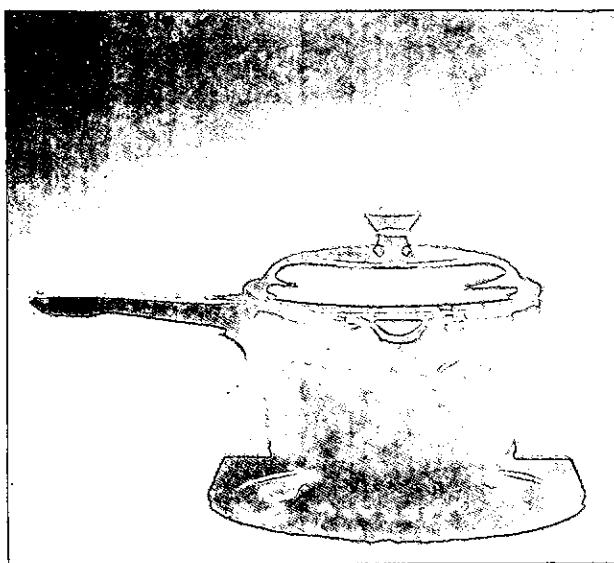


شکل ۵ - (الف) میکروگراف الکترونی عبوری از یک شیشه -
سرامیک آلومینوسیلیکات لیتیم (بتا کوآرتز پر شده) که درجه بالای بلورینگی ر
که ویژه این مواد است نشان می‌دهد. میله سفید به طول یک میکرون است. ترکیبی
از اندازه کوچک بلور و انبساط گرمایی کم شیشه - سرامیکها را برای بسیاری

از کاربردها از جمله لوازم شفاف بخت و پز مناسب می‌سازد. (ب) میکروگراف
الکترونی عبوری از یک شیشه - سرامیک فلونورمیکا. ساختار «کم زور»
فلسفای کشیده به هم پیوسته فلونورمیکا ترکها را منحرف و لبه‌دار می‌کند و
ماده‌ای تراش‌پذیر با ماشین می‌دهد. میله سفید به طول یک میکرون است.

رشته‌های نوری

سرانجام، یکی از ساده‌ترین شیشه‌ها (SiO_2 خالص) در یکی از
مهمترین محصولات جدید شیشه یعنی موج‌برهای نوری برای
ارتباطات راه دور به کار می‌رود. چنین رشته‌هایی که اصول طرز کار

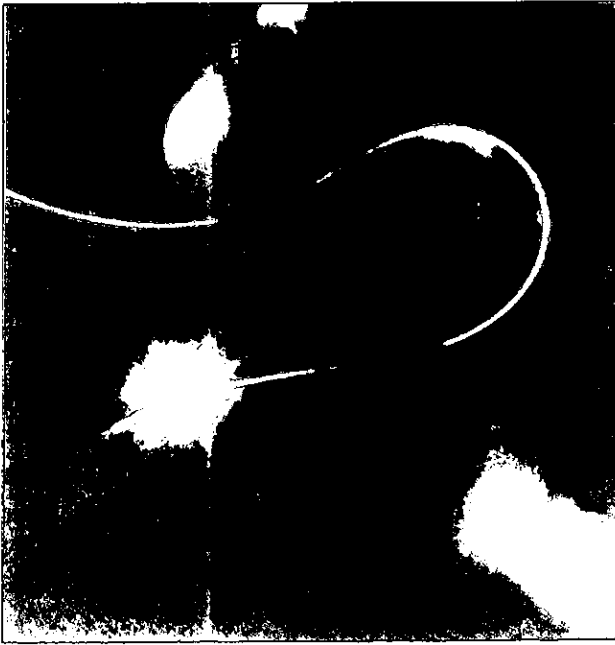


شکل ۶ - ویژگی محصول کورنینگ نمونه‌ای از یک شیشه - سرامیک شفاف
است که از شیشه سیستم $\text{Li}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ ساخته شده است.

عموماً دارای ۵۰٪ حجمی بلورند.

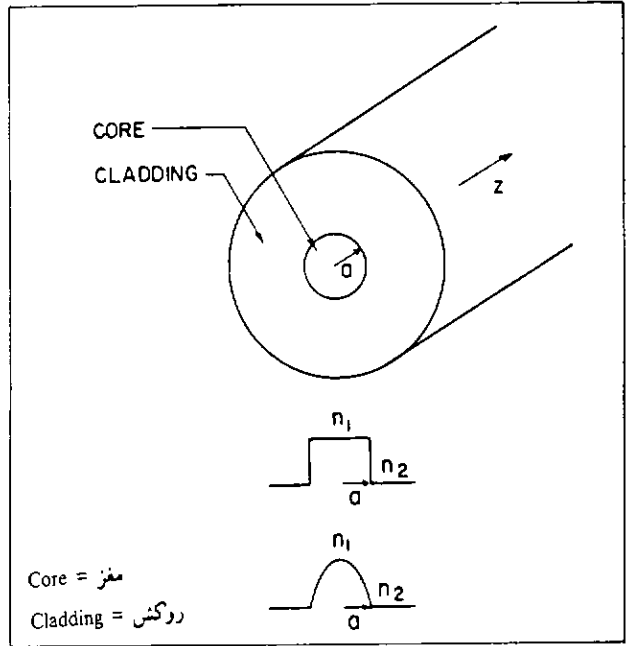
خواص ویژه شیشه - سرامیکها به وسیله خواص فیزیکی تک
تک بلورها و به وسیله رابطه بین بافت بلورها و شیشه باقیمانده کنترل
می‌شود. در نتیجه، شیشه - سرامیکها خواصی مانند قدرت،
تراش‌پذیری با ماشین و مقاومت استثنایی در برابر ضربه گرمایی از
خود نشان می‌دهند که چنین خواصی با شیشه‌های متداول در اختیار
نیست (شکل ۵).

نمونه‌ای از این پدیده، ویژگی (Visions) محصول کورنینگ
است که از شیشه $\text{Li}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ که مقادیر کمی TiO_2 و
 ZrO_2 دارد تحت تأثیر گرما ساخته می‌شود. تحت تأثیر گرما بلورهای
کوچکی از زیرکونیم تیتانات از شیشه رسوب می‌کند و محلهای
هسته‌زایی را برای رشد بلورهای لیتیم آلومینوسیلیکات از شیشه فراهم
می‌کنند. از آنجا که انبساط گرمایی بلورهای لیتیم آلومینوسیلیکات به
طور استثنایی پایین است این شیشه - سرامیکها می‌توانند تغییرات
ناگهانی دما را در ارتباط با لوازم خوراکی بزی تحمل کنند. علاوه بر
این، چون اندازه هر بلور به طور قابل ملاحظه‌ای کمتر از طول موج
نور است و از آنجا که ضریب شکست نور در این بلورها با شیشه
باقیمانده برابری می‌کند پراکندگی نور صورت نمی‌گیرد و این مواد
شفاف‌اند (شکلهای ۵ الف و ۶).



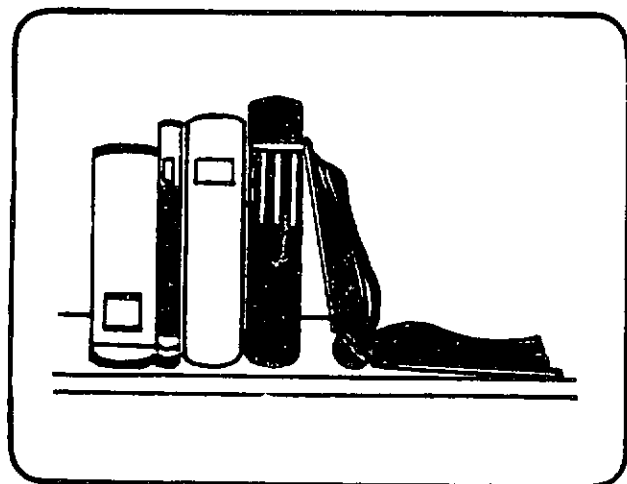
شکل ۸ - یک موج بر نوری

می‌شویم و در بالا به آن اشاره شد طبیعی است که باز هم مشکلتر است. در نتیجه رشته‌های نوری سیلیس پایه عموماً با به کار بردن فن‌های غیرمتداول شیشه‌سازی تشکیل می‌شوند. در فن رسوب‌دهی شیمیایی بخار (Chemical-vapor deposition) مخلوطی از SiCl_4 و O_2 را در شعله $\text{O}_2 - \text{CH}_4$ می‌سوزانند. یکی از محصولات واکنش SiO_2 بی‌شکل است که در سطح خارجی یک میله شیشه‌ای رسوب می‌کند. بعد از برداشتن این میله دوده SiO_2 را به وسیله گرم کردن در دمای بالا به صورت شیشه متراکم می‌کنند و این شیشه را به صورت رشته نازک بسیار خالص در می‌آورند. با افزودن کنترل‌شده هالیدهای دیگر (مثلاً GeCl_4) به شعله می‌توان ضریب شکست نوری رشته حاصل را با دقت زیاد کنترل کرد.



شکل ۷ - نمودار شعاعی موج بر نوری شیشه‌ای ضریب شکست نور در مغز این رشته (n_1) مختصری بالاتر از ضریب شکست نور در روکش (n_2) است. نوری که در مغز این رشته هدایت می‌شود در حد فاصل مغز - روکش بازتاب پیدا می‌کند و وقتی ناخالصیهای جاذب نور وجود نداشته باشند در امتداد مغز این رشته عبور می‌کند. این رشته نوعاً از جنس SiO_2 خالص است و دوبه‌کننده‌های مناسب برای کم کردن ضریب شکست روکش (مثلاً F_2) یا بالا بردن ضریب شکست مغز (مثلاً GeO_2) اضافه می‌کنند. شعاع مغز این رشته چند ده میکرون است.

آنها در شکل‌های ۷ و ۸ طراحی شده است برای انتقال نور در فاصله دهها کیلومتر به ماده فوق‌العاده خالص نیاز دارند. این مواد باید از ناخالصیهای چون فلزهای واسطه یا آب حل شده حتی در سطح قسمت در یک بیلیون قسمت‌عاری باشند زیرا مقادیر قابل توجهی از نور را در مسافت‌های طولانی جذب می‌کنند. تولید رشته SiO_2 خالص با توجه به مشکلاتی که به هنگام ذوب کردن SiO_2 خالص با آن مواجه



آشنایی با کتاب و مجله

نام: مجله علوم و تکنولوژی پلیمر:

سال چهارم - شماره چهارم، بهمن ۱۳۷۰

مقاله‌ها: پارامترهای مؤثر در انتخاب چسب مصرفی در صفحات ساندویچی و لانه زنبوری (مهدی باریک‌نسی، حسین امیدیان)، سولیتون، پلارون و بی‌پلارون در پلیمرهای رسانا (بهزاد پورعباس، علی‌اکبر انتظامی)، شناسایی الاستومرها به‌وسیله گرماسنجی پوششی دیفرانسیلی (غلامرضا بخشنده، محمد خراسانی)، تهیه پلی (پارا - یدودی استان استیرن) و کاربرد آن در اکسایش دیولهای مجاور در محلولهای آبی (محمدحسین سرورالدین)، گاز کروماتوگرافی پیرولیزی پلیمرها (علی احمدی، پرتو جلایر، پروانه مهابادی)، تحلیل رفتار کششی الاستومرها با استفاده از روش المانهای محدود (حمیدرضا قریشی)، پایدارسازی پلی‌اولفینهای مصرفی در بسته‌بندی با پایدارکننده‌های آلی فسفین (ترجمه: سعیددردبانی) اثر پرکننده‌ها بر مقاومت سایشی محصولات و ولکانش براساس فلورولاستیک ۲۶ - SKF ضمن اصطکاک بر روی یک سطح صاف (ترجمه: نسترن رحیمی) و ...

مطالب این کتاب چنین است:

۱- مقدمه،

۲- استخراج نفت،

۳- گاز طبیعی،

۴- پالایش نفت خام،

۵- تبدیل هیدروکربنهای نفتی به مواد اولیه پتروشیمیایی

۶- میکروبیولوژی نفت، تهیه پروتئین از هیدروکربنهای

نفتی

۷- محصولات نفتی.

نام: مجله کیمیا:

سال چهارم - شماره ۱۱ و ۱۲، بهمن و اسفند ۱۳۷۰

مقاله‌ها: سرمقاله صنایع بسته‌بندی: گذشته، حال و آینده، اعداد و ارقام قضاوت می‌کنند (دکتر محمدعلی میرمحمدی)، جادوی هنر و هنر بسته‌بندی، بسته‌بندی چیست، تقسیم‌بندی و وضع صنایع بسته‌بندی در ایران، صنایع غذایی، دارویی و بهداشتی در ایران و جهان؛ بهره‌بری سرمایه و تغییر ساختار صنعتی (رشید اصلانی)؛ شرکت کارتن ایران (سهامی خاص)؛ قاره‌ی سیاره و موانع رشد.

(نوشته: فرانتز اوردان، مترجم: مهین مشکانی)؛ ویژگیهای PCC و امکان تولید آن در ایران (نوشته: ویلهم شوبر، ترجمه و تنظیم دکتر محمدعلی میرمحمدی)؛ کاربرد بسته‌بندهای مختلف در صنایع شیمیایی، استانداردهای موجود ایران در زمینه بسته‌بندی؛ ماشینهای بسته‌بندی؛ یک ماده‌ی جدید. به نام فولسريت (دکتر محمد سلیمانسی جمارانی)؛ گزارش از میزگرد تولیدکنندگان صنایع بسته‌بندی؛ اخبار.

نام کتاب : در قلمرو صنعت نفت

بنیانگذار : پروفیسور ویناکر، پروفیسور کوشلر

مؤلف : دکتر کامپنز

مترجم : مهندس پرویز بالاژاده

ناشر : مترجم

چاپ اول : بهار ۱۳۷۰

انالله و انا اليه راجعون

ما از خداییم و به سوی او باز می‌گردیم.



به یاد استاد گرامی دکتر محسن قلمکار

مرحوم دکتر محسن قلمکار معظم در ۲۴ خرداد ۱۳۱۹ در تهران متولد شد. وی پس از طی مدارج ابتدایی و متوسطه، تحصیلات عالی خود را در رشته شیمی دانشگاه تهران آغاز کرد و به سال ۱۳۴۳ از این دانشگاه با رتبه اول کارشناس فارغ‌التحصیل شد. در سال ۱۳۴۴ با بورس دولت ایران برای گسرفتن مدرک دکتری در رشته شیمی، راهی آمریکا شد و در سال ۱۳۵۰ به اخذ درجه دکتری نایل آمد. وی آنگاه برای خدمت به مردم میهن خویش به ایران بازگشت. شرح سوابق علمی، کارهای پژوهشی و تألیفات ایشان چنین است:

- دستیار آموزشی دانشگاه U.C.L.A (۱۳۴۵-۱۳۴۸)
- دستیار تحقیقاتی دانشگاه U.C.L.A (۱۳۴۸-۱۳۴۹)
- استادیار دانشگاه شهید بهشتی (ملی سابق) (۱۳۵۰-۱۳۵۱)
- استادیار مدرسه عالی پارس (۱۳۵۱-۱۳۵۲)

- استادیار دانشگاه آزاد ایران (۱۳۵۴-۱۳۵۶)
- استادیار دانشگاه شهید بهشتی (۱۳۶۵ تا ۱۳۷۱)
- دکتر قلمکار در سالهای اول انقلاب بیشترین تعداد طرح را در دانشگاه پیشنهاد کرده و برعهده گرفت و در امر تألیف و انتشار مطالب علمی و تسروح دانش نیز تألیفات متعددی از ایشان به جای مانده است که از میان آنها می‌توان به کتب زیر اشاره کرد:
- کتاب جادوهای شیمیایی (۱۳۵۲)
- کتاب شیمی عمومی هیأت مؤلفان، جلد اول و دوم (۱۳۵۹)
- شیمی آلی، در ۳ جلد (۱۳۶۲)
- مبانی تقارن اوربیتال مولکولی (۱۳۷۰)
- شیمی پیش دانشگاهی (۱۳۷۱)
- چهار کتاب در دست انتشار
- نشریه رشد آموزش شیمی در گذشت آن استاد گرامی را به خانواده محترم ایشان و جامعه علمی تسلیت عرض می‌کند.

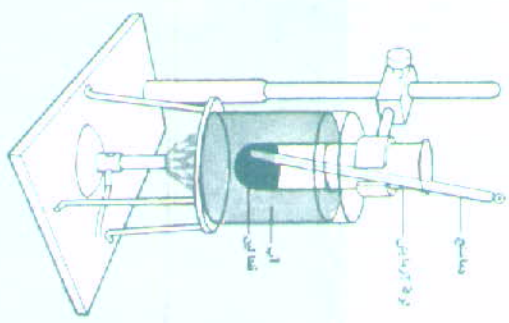
رشد آموزش شیمی

Lanthanide Series																		
Z	Element	1			2			3			4				5			6
		s	s	p	s	p	d	s	p	d	f	s	p	d	s			
57	La	2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	6	1	2			
58	Ce	2	2	6	2	6	10	2	6	10	1	2	6	1	2			
59	Pr	2	2	6	2	6	10	2	6	10	3	2	6		2			
60	Nd	2	2	6	2	6	10	2	6	10	4	2	6		2			
61	Pm	2	2	6	2	6	10	2	6	10	5	2	6		2			
62	Sm	2	2	6	2	6	10	2	6	10	6	2	6		2			
63	Eu	2	2	6	2	6	10	2	6	10	7	2	6		2			
64	Gd	2	2	6	2	6	10	2	6	10	7	2	6	1	2			
65	Tb	2	2	6	2	6	10	2	6	10	9	2	6		2			
66	Dy	2	2	6	2	6	10	2	6	10	10	2	6		2			
67	Ho	2	2	6	2	6	10	2	6	10	11	2	6		2			
68	Er	2	2	6	2	6	10	2	6	10	12	2	6		2			
69	Tm	2	2	6	2	6	10	2	6	10	13	2	6		2			
70	Yb	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6		2			

Actinide Series																						
Z	Element	1			2			3			4				5				6			7
		s	s	p	s	p	d	s	p	d	f	s	p	d	f	s	p	d	s			
89	Ac	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		2	6	1	2			
90	Th	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10		2	6	2	2			
91	Pa	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	2	2	6	1	2			
92	U	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	3	2	6	1	2			
93	Np	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	4	2	6	1	2			
94	Pu	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	6	2	6		2			
95	Am	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	7	2	6		2			
96	Cm	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	7	2	6	1	2			
97	Bk	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	8	2	6	1	2?			
98	Cf	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	10	2	6		2			
99	Es	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	11	2	6		2			
100	Fm	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	12	2	6		2			
101	Md	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	13	2	6		2			
102	No	2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	10	14	2	6		2			

کتاب معلم
(روزش تدریس)

شیمی

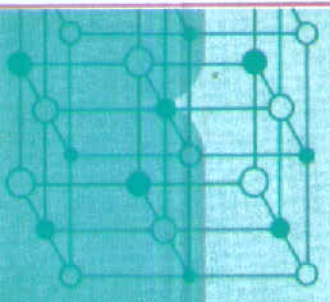


سال اول
آموزش متوسطه عمومی - علوم تجربی و ریاضی

شرکت انتشارات
گنجینه

کتاب معلم
(روزش تدریس)

شیمی

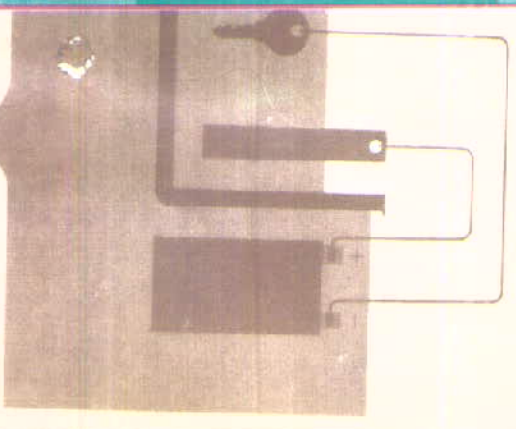


سال دوم
آموزش متوسطه عمومی - علوم تجربی - ریاضی و فیزیک

شرکت انتشارات
گنجینه

کتاب معلم
(روزش تدریس)

شیمی



سال سوم
آموزش متوسطه عمومی - علوم تجربی - ریاضی و فیزیک

شرکت انتشارات
گنجینه

کتاب معلم
(روزش تدریس)

شیمی



سال چهارم