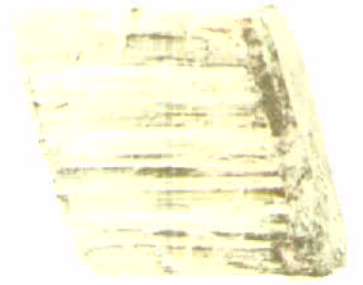
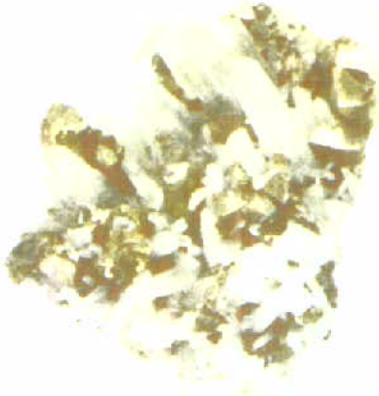


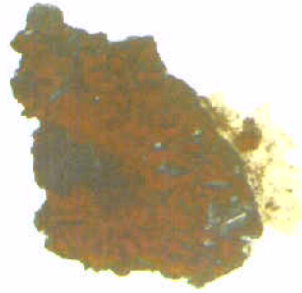
کانیٹا



پنبه نسوز (Asbestos)



کالکوپیریت (Chalcopyrite) سولفید آهن -



آزوریت (Azurite) کربنات مس ئیدراته



مالاشیت (Malachite) کربنات مس ئیدراته



پنتلانڈیت (Pentlandite) سولفید آهن - نیکل



خاک چینی (Kaolin) سیلیکات آلومینیم ئیدراته



سینابز، شنگرن (Cinnabar) سولفید جیوه طبیعی



اسفالریت (Sphalerite) سولفید روی طبیعی



آپاتیت (Apatite) فسفات کلسیم طبیعی

نشریه گروه شیمی دفتر تحقیقات و برنامه ریزی و تألیف کتابهای درسی سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی نشانی: خیابان ایرانشهر شمالی ساختمان شماره ۴ وزارت آموزش و پرورش تلفن: ۸۳۹۳۶۱ (داخلی ۴۲)

سر دبیر: سید رضا آقا پور مقدم

تولید: واحد مجلات رشد تخصصی

صفحه آرا: محمد پر بسای

پیشگفتار

سلام بر معلم و مبارک باد روز معلم
دوازدهم اردیبهشت

«من علمنی حرفاً قد صیرنی عبداً»

حضرت علی (ع)

اهمیت معلم در جوامع بشری به اندازه ای است که می توان سر نوشت جوامع را در گرو کار او دانست. در حکومت خدایی، مقام و مسوولیت معلم بهتر محسوس است و می توان گفت که وظیفه اصلی انبیاء خدا هم تعلیم و تربیت بوده است. حضرت حسین بن علی (ع) یکی از معلمان بزرگ جامعه انسانی است وی در عاشورای (۶۱ هجری قمری) با تقدیم جان خود در راه مکتب اسلام، کار تعلیم و تربیت را به اوج خود رسانید.

در مکتب این معلم بزرگ، شاگردانی نامی پرورش یافته اند یکی از این تربیت شدگان امام خمینی رهبر بزرگ جهان اسلام است که او خود نیز افسرادی بزرگ همچون شهید مطهری، شهید بهشتی، آیت الله... سید محمود طالقانی، آیت الله... منتظری و... را پرورش دادند.

حضرت حسین بن علی (ع) سالار شهیدان با شهادت خود، حتی به معلمان می آموزد که در مقابل ستمگر بایستند و در جبهه نبرد حق علیه باطل از نثار جان دریغ نوزند. از حکومت اسلامی انتظار می رود که برای ارتقاء سطح دانش معلمان و بهبود وضع آنها برنامه جامعی داشته باشد. کشور اسلامی با داشتن معلمان متعهد، دلسوز و متخصص می تواند از هر نظر به خود کفایی برسد. آموزش ضمن خدمت و ارائه مهارتها به مربیان جامعه در هر مقطعی ضروری به نظر می رسد. تقویت کادر آموزشی و گسترش تربیت معلم و ایجاد شرایط ادامه تحصیل برای معلم از وظایف اصلی آموزش و پرورش و آموزش عالی است. در ضمن معلمان گرامی نیز با کسب دانش بیشتر و ارتقاء سطح معلومات خود که سرمایه اصلی آنان است، به فرمایش پیامبر اسلام، پاسخ مثبت می دهند که فرمود:

«رگهواره تا گور دانش بجوی»

سر دبیر

مجله رشد آموزش شیمی هر سه ماه یک بار به منظور اعتلای دانش دبیران و دانشجویان دانشگاهها و مراکز تربیت معلم و آشنایی آنان با شیوه های صحیح تدریس شیمی منتشر می شود.

فهرست

۳	پیشگفتار
	سر دبیر
۴	برسلیوس
	سید رضا آقا پور مقدم
۶	گزارش
	دکتر علی پورجوادی
۸	سینتیک آشیمیایی و تعادل شیمیایی
	دکتر حسین آقائی
۱۴	فلزات
	دکتر محمدرضا ملاردی
۳۰	ایزومری نوری
	دکتر علی سیدی
۴۴	علم و روش علمی
	علی اکبر نوروزی
۵۴	کار آزمایشگاهی
	منوچهر دانشمند
۵۸	کاربرد ریاضی در شیمی
	فرزین حسینی
۶۲	بخش ویژه دانش آموزان دبیرستانها
	حسام امینی

یادی از پیشینیان علم شیمی

تاکنون شرح حال چند تن از دانشمندان جهان اسلام مانند جابر، رازی، ابن سینا، بیرونی و فارابی که از پیشگامان علم شیمی بوده‌اند، در شماره‌های پیش آمده است. اینک به عنوان سپاس از زحمات پیشینیان، فقط نام چند دانشمند دیگر از جهان اسلام که کارشان در زمینهٔ کیمیا، کانی‌شناسی، داروشناسی، شیمی دارویی، شیمی پزشکی و... بوده است در این شماره آورده می‌شود مانند الکندی، ذوالنون مصری، ابن وحشیه، ابن امیل، مسیلمه مجریطی اندلسی، الکاظمی، طفرائی اصفهانی، انصاری اندلسی، تفلیسی، عراقی، جازکی و شهریار بازی. قطعاً این سیاهه کامل نیست. در این شماره، شرح حال برسلیوس را که هم خود و هم پدرش معلم بود و یکی از بنیان‌گذاران علم شیمی نو است، با هم می‌خوانیم.

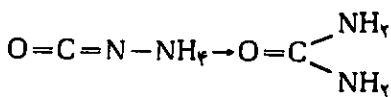
برسلیوس، یونس یا کوب
بارون



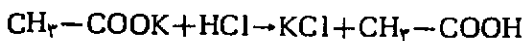
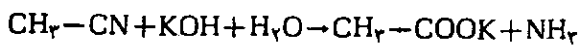
Berzelius, Jons
Jacob Baron

سیدرضا آقا پور مقدم

شیمی آلی و معدنی تقسیم کرد. در همین سال واژهٔ ارگان (organ) به معنی عضو برای مواد کربن‌دار برگزید، علت این نامگذاری آن بود که سالیان دراز شیمیدانان از تهیهٔ مواد آلی به روش سنتز، ناتوان بودند و از کوشش و تلاش خود در این راه، نتیجه‌ای نمی‌گرفتند. ساختمان پیچیده و تفاوت‌های چشمگیر دیگری که بین ترکیب‌های آلی و معدنی دیده شد، برسلیوس را بر آن داشت تا در ۱۸۱۵ نظریهٔ نیروی زیستی (vital force) را ارائه دهد و عقیده داشت که قوانین حاکم بر تهیه ترکیب‌های آلی از عنصرهای سازندهٔ آنها با قوانین حاکم بر چگونگی تشکیل ترکیب‌های معدنی تفاوت دارند. به طور کلی ترکیب‌های آلی فقط به کمک نوعی نیروی زیستی پدید می‌آیند. بنا بر این تهیه آنها به روش‌های آزمایشگاهی ناممکن است، اما در سال ۱۸۲۸ ولر (Wöhler) شیمیدان آلمانی توانست، ایزوسیانات آمونیوم را به اوره یعنی ترکیبی که فقط از منابع حیوانی به دست می‌آمد، مبدل کند:



و سنتز اوره از این راه، پایه‌های دیوار موجود بین ترکیب‌های آلی و ترکیب‌های معدنی را سست کرد. در سال ۱۸۲۸ کلبه (Kolbe) شیمیدان آلمانی، اسیداستیک را از گرما دادن سیانید متیل با محلول تییدروکسید پتاسیم به دست آورد:



با سنتز متان به وسیلهٔ برتلو (Berthel) شیمیدان فرانسوی،
 $\text{C} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4$

در سال ۱۸۵۶ این دیوار به کلی فرو ریخت. وی در ۱۸۵۸ اصطلاح غیر فلز را در شیمی متداول کرد و در همین سال بر اساس نظریهٔ الکتروشیمیایی خود مانند لائوازیه عنصرها را به دو دسته فلز و غیر فلز تقسیم کرد که فلزها در ترکیبها بار مثبت و غیر فلزها بار منفی دارند، این طبقه بندی نیز مانند طبقه بندی لائوازیه اهمیت چندانی پیدا نکرد.

در ۱۸۵۸ عضو فرهنگستان علوم شد و در ۱۸۱۵ به ریاست

- نخستین بار نشانهٔ شیمیایی عنصرها را در علم شیمی به کار برد.
- در ۱۸۳۷ فرض کرد که تخمیر دارای ماهیت کاتالیزی است و سپس اسید لاکتیک را به عنوان فرآورده‌ای از فعالیت ماهیچه‌ای تشخیص داد.

(شیمیدان سوئدی به سال ۱۷۷۹ در واور سوندا (Värfversunda) نزدیک لینکوپینگ (Linköping) چشم به جهان گشود، در چهار سالگی یتیم شد و قضا را سالی چند نگذشت که مادرش نیز درگذشت. چون پدرش معلم بود و پس اندازی نداشت یکی از بستگانش داوطلب شد که وی را نگاه دارد. برسلیوس در مدارس ابتدایی و متوسطه به درس خواندن علاقه‌ای نشان نمی‌داد و از دانش‌آموزان ضعیف به شمار می‌رفت با وجود این در مدرسه پزشکی و علوم اوپسالا (upsala) راه یافت و در آنجا به تحصیل علوم پرداخت. یکی از استادان او اکبرگ (Ekeberg) شیمیدان و کانی‌شناسی معروف سوئدی بود. چون پژوهش‌های علمی را در آنجا نا رذیف و نا منظم دید و از سویی با استادان خود سازش و توافق نداشت، ناگزیر شد که پس از آسوده شدن از تحصیل در ۱۸۰۲ به استکهلم برود. در همان سال استاداروسازی پزشکی دانشگاه استکهلم شد. هنگام فراغت به پژوهشها و آزمایشهای شیمیایی می‌پرداخت تا جایی که نتایج پژوهشهایش مورد توجه دانشمندان پزشکی قرار گرفت و در عین حال آزمایشهای وی در پیشرفت نظریه‌های اتمی دالتون بسیار مؤثر بود و این پیروزی سبب شد که بیشتر با آنها تماس گیرد. در سال ۱۸۰۳ اکسید سدیم را کشف کرد. وی در ۱۸۰۶ علم شیمی را به دو شاخهٔ اساسی جداگانه

فرهنگستان علوم برگزیده شد در ۱۸۱۷ عنصر سلنیم و در سال ۱۸۲۸ عنصرهای توریم و سلیسیم را کشف کرد. در ۱۸۱۹ به پاریس مسافرت کرد و در آنجا با بسیاری از دانشمندان ممتاز شیمی مانند گیلوساک و لاووازیه تماس گرفت و راجع به پژوهش‌هایش به گفتگو پرداخت و مورد احترام آنان قرار گرفت. نخستین کسی بود که کلسیم، باریوم، استرونیوم، تانتال و زیرکونیم را به دست آورد. درباره ترکیبهای اسید فلوتوریدریک پژوهش کرد. نام هالوژن (halogen) به معنی نمکزا (مولد نمک) را در ۱۸۲۵ متداول کرد. در ۱۸۲۶ اتم اکسیژن را مبنای قرارداد و اتمهای دیگر را نسبت به آن سنجید و اصطلاحات کاتالیز، ایزومر، پروتئین و... را متداول کرد. در ۱۸۳۵ در الکتروشیمی (برقشیمی) به ویژه در مبحث الکترولیتها مطالعه کرد که در پیشرفت شیمی تأثیر به‌سزایی داشته و دارد. در کارهای مربوط به الکتروشیمی دوست و فادارش هیسینگر (Hisinger) شیمیدان و کانی‌شناس سوئدی با وی همکاری داشت. برسلویس از جریان برق پیل ولتا بهره گرفت و توانست پاره‌ای از نمکها را تجزیه کند. در ۱۸۳۰ واژه ایزومر (isomer) را وضع کرد. در ۱۸۳۵ برای نخستین بار گروه آمونیوم NH_4 را به معنی مفرد نام نهاد. در کتابش نظریه اتمی را درباره مواد معدنی و آلی بیان کرد.

در سال ۱۸۴۷ نخستین جدول جرمهای اتمی را تهیه کرد و تقریباً جرم ۵۰ عنصر شیمیایی را معین کرد که از لحاظ دقت شگفت‌آور است. برسلویس در این زمینه از کارهای دولون (Dulong) فیزیکدان و شیمیدان فرانسوی و پتی (Petit) فیزیکدان فرانسوی و میچرلیش (Mitscherlich) شیمیدان آلمانی بهره گرفت و سرانجام موفق شد جدولی از جرمهای اتمی تهیه کند که از لحاظ دقت بسیار جالب بود ارقام جدول جرمهای اتمی برسلویس که در ۱۸۲۸ انتشار یافت، جز در دو سه مورد با ارقام امروزی مطابقت دارد، متأسفانه برسلویس به فرضیه آووگادرو (۱) ارجح نهاد و توجهی به آن نکرد و همین امر سبب کاهش ارزش علمی جدول وی گردید و جرمهای اتمی تا زمان کانتسارو (Cannizzaro) شیمیدان ایتالیایی سروصورتی نیابد. کیمیاگران و دالتون هم در گذشته، نشانه‌هایی به کار می‌بردند که از دوایری باناشانه‌های گوناگون تشکیل می‌یافت. لیکن نام این دوایر و نیز نشانه‌های هر یک، کاری بس دشوار بود، به‌علاوه به‌خاطر سپردن آن و ارتباط هر یک با عنصر مربوط، بسیار دشوار بود. نشانه‌های پیشنهادی برسلویس برعکس، بسیار ساده و یادگیری آن آسان بود. دالتون با این روش به مخالفت پرداخت و روش خود را بر آن برتری می‌داد. لیکن کسی از دالتون در این مورد طرفداری نکرد و روش برسلویس

۱- قانون آووگادرو (Avogadro's law)، حجه‌های مساوی از گازها در شرایط یکسان (فشار و دما) دارای تعداد مولکولهای برابرند.

به زودی پذیرفته شد و اکنون زبان نمادی و بین‌المللی شیمی به شمار می‌رود.

برسلویس در روش تعیین نشانه عنصر، یک یا دو حرف نام لاتین عنصر را برگزید به طوری که در همه عنصرها، نخستین حرف از نام را با حرف بزرگ و حرف دیگر را با حرف کوچک می‌نویسند، مانند کلسیم (Calcium) که نشانه عنصر، Ca و کربن (Carbon) که نشانه عنصر، C است. وی فرمول مواد مرکب را هم به صورتی که امروز متداول است، نوشت. مانند فرمول اسید سولفوریک H_2SO_4 و... می‌دانیم که نوشتن فرمول در پیشرفت علم شیمی سهم به‌سزایی دارد.

برسلویس، در ۱۸۳۰، پی برد که اسید تارتریک راسمیک (racemic)، مخلوطی با نسبتهای مساوی از ایزومرهای اسید تارتریک راست گردان و اسید تارتریک چپ گردان است که در خواص عمومی با هم تفاوت کلی دارند.

برسلویس در ۱۸۱۴ پی برد که قانون پرسوست (۲) (Proust) شیمیدان فرانسوی، در مواد آلی همانند مواد معدنی، صدق می‌کند.

گوته (Goethe) شاعر آلمانی، در آلمان از وی استقبال گرمی به عمل آورد و به دوستی وی فخر می‌کرد. برسلویس از ۱۸۲۱ تا ۱۸۴۹ مجله علمی منتشر می‌کرد. این مجله هنرسل یکبار منتشر می‌شد. وی در آن مجله آخرین پیشرفتهای علم شیمی را منتشر کرد و در ضمن به نقد کارهای دانش‌پژوهان دیگر می‌پرداخت. متأسفانه در این کار فقط نظر شخصی خود را اعمال می‌کرد؛ از این‌رو، وی را شیمیدان خود رای می‌نامیدند. کتاب شیمی وی تحت عنوان کتاب رادنمای شیمی (Lehrbüch der chemie) برای نخستین بار به چاپ رسید و تا زمان مرگش ۵ بار چاپ شد.

برسلویس را به‌خاطر پژوهشهای عالمانه‌اش می‌توان یکی از برجسته‌ترین شخصیت‌های علمی به شمار آورد. در اواخر عمر به سختی بیمار شد، در ۱۸۴۸ در استکهلم درگذشت.

۲- قانون پرسوست، دو عنصر همیشه به نسبت ثابت و معین ترکیب می‌شوند و ماده معین به دست می‌آید. به عبارت دیگر ۸ گرم اکسیژن با ۱/۵۰۸ گرم هیدروژن ترکیب می‌شود و ۹/۵۰۸ گرم آب حاصل می‌شود. همیشه آب به همین نسبت تولید می‌شود.

منابع و مآخذ:

- ۱- آشنایی مختصر با تاریخ علوم از دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی درسی
- 2- An introduction to modern chemistry D. Abbott, Ph. D
- 3- Chamber's dictionary of scientists
- 4- Grand Larousse encyclopédique (2)
- 5- Organic chemistry by p.J. Durrant, M.A., PH.D

گزارشی از برادر دکتر علی پورجوادی استاد یار دانشگاه صنعتی شریف و عضو گروه شیمی دفتر تحقیقات و برنامه ریزی درسی و سرپرست گروه شیمی مرکز نشر دانشگاهی

گروه تخصصی شیمی و مهندسی شیمی فعالیت خود را همزمان با تأسیس مرکز نشر دانشگاهی از آبان ماه ۱۳۵۹ آغاز نمود. دو سال اول با امکانات کمی که در اختیار بود صرف برنامه ریزی، تصمیم گیری و واگذاری کتابها به مترجمان و پیگیری متون رسیده شد و از سال ۱۳۶۲ کتابهای ترجمه و ویرایش شده از زیر چاپ بیرون آمد و تاکنون بیش از ۳۰ جلد کتاب و جزوه منتشر کرده و دهها جلد در دست اقدام دارد. هدف این گروه تهیه متون علمی شیمی و مهندسی شیمی در سطح دانشگاهی است و الوویت بیشتر به ترجمه کتابهایی داده می شود که به عنوان کتاب درسی برای دانشجویان سالهای پایین دانشگاه انتخاب شده باشد ولی چنانچه کتابهایی برای سالهای بسالای دوره کارشناسی و یا دوره کارشناسی ارشد و نیز کتابهایی که در صنایع کاربرد دارند پیشنهاد شود، آنها را نیز جهت انتشار آماده می نمایم.

کتابهای منتشر شده بر حسب این که ویرایش شده یا نشده باشند به دو دسته تقسیم می شوند. دسته اول توسط ویراستاران گروه ویرایش لازم بر روی آنها انجام می گیرد. دسته دوم تحت عنوان «درسنامه» منتشر می شود و شامل کتابهایی هستند که ویرایش نشده بلکه به دلیل نیاز مبرم دانشجویان و استادان به متون درسی و نیز حجم کار زیاد و ویراستاران با کمی اصلاح به نحوی آراسته چاپ می شود. در کتابهای ویرایش نشده به یک دسته از کتابهایی برخورد می شود که در تعداد کم و با همان صورتی که مترجم یا مؤلف اثر خود را در اختیار گروه گذاشته تکثیر می شود. این آثار تحت عنوان «جزوه درسی» منتشر می شود. همان طور که اشاره شد، چاپ و

تکثیر درسنامه ها و جزوه های درسی بدلیل نیاز فوری به آنها بوده است. بدیهی است برخی از جزوه ها به صورت درسنامه یا کتابهای ویرایش شده و درسنامه ها به صورت کتاب ویرایش شده تجدید چاپ شده و یا خواهد شد.

قبل از این که خوانندگان را بیشتر با کار ویراستاران آشنا کنیم بدنیست به این نکته اشاره شود که برعکس ویراستار کتابهای تألیفی، ویراستار کتابهای ترجمه شده ضروری نیست از نظر علمی هم رتبه با مترجم باشد، بلکه با داشتن حداقل رتبه کارشناسی و یا آشنایی ابتدایی به مطالب علمی کتابی که آنرا می خواهد ویرایش نماید به خوبی می تواند در انجام این امر موفق باشد. در گروه شیمی و مهندسی شیمی ویراستاران با رتبه های کارشناسی و کارشناسی ارشد و دکتری همکاری دارند. کار این ویراستاران بر روی کتابی که در دست ویرایش دارند عبارتست از:

- رعایت رسم الخط با توجه به رسم الخط مرکز نشر دانشگاهی
- اصلاح غلطهای دستوری و ساده کردن افعال
- کنترل عنوانهای اصلی و فرعی، شماره فصل و بخش
- کنترل فرمولها
- کنترل پاراگرافها و نقطه گذاری
- کنترل پانوسنها و یادداشتها (فارسی و لاتین) با توجه به قواعد وضع شده

- مشخص کردن مطالب مهم
- کنترل ترجمه داخل شکل و جدول
- علامتگذاری دیمانسیونها در انطباق با متن اصلی
- یکدخت کردن واژه ها با توجه به واژه نامه شیمی مرکز نشر دانشگاهی

- کنترل نگارش صحیح اسامی خاص
- کنترل نامگذاری فرمولهای شیمیایی بر مبنای IUPAC
- کنترل فهرست مطالب، فهرست اعلام و واژه نامه

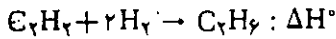
مهمترین و از طرفی دشوارترین کار ویراستار که به کندی نیز انجام می گیرد تطبیق و مقابله ترجمه با متن اصلی به منظور جلوگیری از جا افتادگی و لغزش در صحت مفاهیم می باشد. در ضمن سعی می شود در این تطابق متن ترجمه روان و فهم آن آسان گردد. وظیفه دیگری که این گروه در حیطه کار خود قرار داده است علاوه بر تهیه «واژه نامه شیمی» که در آن معادلهای فارسی در برابر اصطلاحات انگلیسی شیمی گزینش و یا احیاناً وضع شده است تهیه مجموعه ای است به نام «واژگان شیمی و مهندسی شیمی» که در آن اصطلاحات انگلیسی شیمی و مهندسی شیمی و معادلهای فارسی آنها که تاکنون در کتابهای چاپ شده به کار رفته جمع آوری شده است. در تهیه این مجموعه علاوه بر کتابهای شیمی اعم از ترجمه و تألیف از بسیاری منابع غیر اختصاصی و نیز فرهنگها استفاده شده است. این مجموعه که در حقیقت شناسنامه معادلهای به کار رفته فارسی است مرجع سودمندی برای مترجمان، مؤلفان، دانشجویان، استادان و پژوهشگران می باشد چرا که نشان دهنده بسامد معادلهای مختلف هر واژه انگلیسی بوده و بدین وسیله می توان دریافت که چه معادلی رایج تر و احتمالاً موفق تر می باشد.

در مورد انگیزه و ضوابط به کار رفته در تهیه این دو مجموعه مطالب زیادی وجود دارد که جای آن در این مقاله نبوده و انشاء الله آنرا به فرصت دیگری موکول

می‌نمایم.	پرایور	تألیف کروموس - لانه
در زیر فهرست جزوه‌های درسی، دروسنامه‌ها و کتابهای ویرایش شده که از طرف گروه تخصصی شیمی و مهندسی شیمی مرکز نشر دانشگاهی تا انتشار این مجله منتشر شده و یا زیر چاپ می‌باشد و نیز کتابهایی که توسط ویراستاران این گروه در دست ویرایش می‌باشد و در آینده به تدریج به زیر چاپ خواهند رفت جهت آگاهی علاقه‌مندان آورده می‌شود:	۱۰- شیمی هیدروکربنها تألیف لوفیور	۱۱- کروماتوگرافی کاغذی و لایه نازک تألیف اسمیت - فاینبرگ
الف - جزوه‌های منتشر شده	۱۱- شیمی آلی برای دانشجویان زیست‌شناسی و پزشکی تألیف تیلور	۱۲- رنگهای سنتزی تألیف میرهدایت‌الله
۱- شیمی آلی عملی تألیف ویلیام کمپ	۱۲- روش نامگذاری در شیمی معدنی (آیوپاک)	۱۳- شیمی آلی (جلد دوم) تألیف آلینجر
۲- شیمی با نگرش مفهومی (جلد اول) تألیف مورتیمر. (ناپاب)	۱۳- مبانی شیمی معدنی تألیف کاتن - ویلکینسون	۱۴- اصول شیمی تجزیه دستگاهی (جلد اول) تألیف اسکوگ - وست
۳- مبانی شیمی معدنی تألیف کاتن - ویلکینسون. (ناپاب)	۱۴- شیمی کوئور دیناسیون تألیف بازولو	۱۵- مبانی بلورشناسی تألیف دلپین
۴- شیمی معدنی (جلد اول) تألیف هیوبی	۱۵- کنترل فرایندها تألیف گاگک ناور	۱۶- مقدمه‌ای بر ترمودینامیک مهندسی شیمی (جلد اول) تألیف اسمیت - ون‌سن
۵- پدیده‌های شعله و احتراق تألیف برادلی	۱۶- مهندسی گرماخوردشدی (جلد اول) تألیف لاند	۱۷- بسپارها، شیمی و فیزیک مواد جدید تألیف کاوی
۶- کلیات شیمی معدنی تألیف دافی	۱۷- شیمی تجزیه کمی تألیف فریتس	۵- کتابهای در دست ویرایش
۷- پیوندهای شیمیایی تألیف لازلو ب. جزوه‌های زیر چاپ	۱۸- اصول ترمودینامیک شیمیایی تألیف پی منتال	۱- واژگان شیمی و مهندسی شیمی
۱- سینتیک و مکانیزم واکنشها تألیف اوری	۱۹- شیمی کوانتومی تألیف پرویز ناصر	۲- مبانی شیمی تجزیه (جلد اول) تألیف اسکوگ - وست
ج- کتابهای منتشر شده	۲۰- سینتیک شیمیایی تألیف وستون - شوارز	۳- رنگها و واسطه‌های آنها تألیف آبراهارت
۱- واژه‌نامه شیمی (ویرایش اول) انگلیسی به فارسی. (ناپاب)	۲۱- شیمی فیزیک (جلد اول) تألیف بارو	۴- مهندسی گرما خوردشدی (جلد دوم) تألیف لاند
۲- واژه‌نامه شیمی (ویرایش دوم) انگلیسی به فارسی - فارسی به انگلیسی	د) کتابهای زیر چاپ	۵- شیمی آلی (جلد اول) تألیف موريسون - بوید
۳- شیمی عمومی (جلد اول) تألیف مورتیمر	۱- حرکت الکترون تألیف ویکس	۶- روشهای کروماتوگرافی تألیف استوک - رایس
۴- شیمی عمرمی (جلد دوم) تألیف مورتیمر	۲- شیمی معدنی پیشرفته (جلد سوم) تألیف کاتن - ویلکینسون	۷- شیمی عمومی تألیف ماهان
۵- شیمی عمومی (جلد اول) تألیف برشا - آرنس	۳- کاربرد شیمیایی نظریه گروه تألیف کاتن	۸- شیمی عمومی تألیف مسترتون
۶- شیمی عمومی (جلد دوم) تألیف برشا - آرنس	۴- شیمی آلی عملی ارگانیکم (جلد اول)	۹- نامگذاری در شیمی آلی (آیوپاک)
۷- الگوهای تدریس شیمی تألیف مرتضی خلخالی	۵- شیمی تجزیه کمی معدنی (جلد اول) تألیف وگلر	۱۰- مقدمه‌ای بر بیوشیمی تألیف راس
۸- شیمی آلی (جلد اول) تألیف آلینجر	۶- شیمی آلی معاصر (جلد اول) تألیف ترنی	۱۱- اصول مقدماتی فرایندهای شیمیایی تألیف روسفلدر
۹- شیمی رادیکال آزاد تألیف	۷- اصول شیمی آلی فلزی تألیف استوک - رایس	۱۲- کاربرد شیمیایی پتانسیومتری تألیف هازل روسوتی
	۸- شیمی آلی تجربی نوین تألیف زابرتس	۱۳- مهندسی شیمی تألیف کولسون - ریچاردسون
	۹- شیمی معدنی عملی تألیف پاس - سوتکلایف	۱۴- ترمودینامیک آماری تألیف مک‌کواری
	۱۰- تجزیه شیمیایی پلاستیکها	۱۵- غبارگیری و تصفیه گاز تألیف گوردون - پیساخوف

سینتیک شیمیایی و تعادل شیمیایی

دکتر حسین آقائی



بدست می آید که ΔH° آن نیز مساوی تفاوت ΔH° مرحله (ب) از ΔH° مرحله (الف) خواهد بود.

$$\begin{aligned} \Delta H^\circ &= \Delta H^\circ(\text{الف}) - \Delta H^\circ(\text{ب}) \\ &= (\Delta H^\circ_{\text{Comb}} C_7H_8) + 2\Delta H^\circ_{\text{Comb}}(H_2) \\ &\quad - (\Delta H^\circ_{\text{Comb}} C_7H_6) \end{aligned}$$

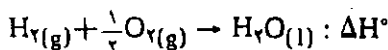
از نتیجه بالا قاعده کلی زیر برای محاسبه ΔH° واکنش حاصل می شود.

(مجموع گرماهای سوختن مواد واکنش دهنده) ΔH° واکنش (مجموع گرماهای سوختن مواد حاصل) -

همانطور که گفتیم موقعی می توان از این قاعده برای محاسبه واکنش ΔH° استفاده نمود که هم مواد واکنش دهنده و هم محصولات واکنش قابل سوختن در اکسیژن باشند.

۸- گرمای تشکیل و استفاده از آن در محاسبه ΔH° واکنش

وقتی يك جسم مرکب از اجسام ساده تشکیل دهنده اش تشکیل می شود، در نتیجه آن مقداری گرما آزاد یا مصرف می گردد. برای مثال وقتی آب از گاز هیدروژن و گاز اکسیژن تشکیل می شود، همراه با آن مقدار قابل توجهی انرژی به صورت گرما آزاد می شود. در مقابل در موقع تشکیل NO از N_2 و O_2 مقداری انرژی مصرف می گردد. بنا به قرارداد مقدار گرمایی که در ازای تشکیل يك مول جسم مرکب از اجسام ساده تشکیل دهنده اش مبادله می شود، گرمای تشکیل آن جسم مرکب نام دارد. در موقع تشکیل يك مول آب (۱۸ گرم آب) از يك مول هیدروژن (۲ گرم هیدروژن مولکولی) و نیم مول اکسیژن (۱۶ گرم اکسیژن مولکولی) در حدود ۶۸/۳ کیلوکالری انرژی به صورت گرما آزاد می شود که به آن گرمای تشکیل آب می گویند. هر گاه تشکیل جسم مرکب در شرایط استاندارد صورت گیرد، به گرمای تشکیل آن گرمای استاندارد تشکیل گفته می شود. گرمای استاندارد تشکیل همان انتالپی استاندارد تشکیل می باشد که آنرا با ΔH°_f نشان می دهند. انتالپی استاندارد تشکیل آب $\Delta H^\circ_f(H_2O)$ برابر است با،

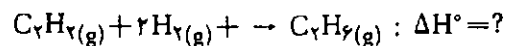


$$\Delta H^\circ = \Delta H^\circ_f(H_2O) = -68/3 \text{ kcal/mol}$$

در جدول زیر گرمای سوختن چند ماده شیمیایی آشنا در شرایط استاندارد داده شده است. محصول سوختن $H_2O(l)$ و $CO_2(g)$ می باشد.

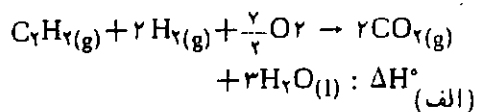
جسم	$\Delta H_{\text{Comb}} : \text{kcal/mol}$
$H_2(g)$	-۶۸/۳۳
C (گرافیت)	-۹۴/۰۷
$CO(g)$	-۶۷/۶۵
$C_7H_8(g)$	-۳۷۲/۹۱
$C_7H_8(g)$	-۵۳۰/۷۴
بوتان نرمال گاز	-۶۸۸/۱۵
ایزوبوتان گاز	-۶۸۶/۵۱
اتیلن گاز	-۳۳۷/۳۱
استیلن گاز	-۳۱۰/۶۹
بنزن گاز	-۷۸۹/۲۷
اسید استیک	-۲۰۸/۵۶
گلوکز جامد (مایع)	-۶۷۳/۱۵
ساکارز جامد	-۱۳۴۹/۹۲

هر گاه در واکنشی مواد واکنش دهنده و مواد حاصل قابل سوختن در اکسیژن بوده و گرمای سوختن آنها هم معلوم باشد، به کمک گرماهای سوختن مواد شرکت کننده در واکنش می توان گرمای واکنش را محاسبه نمود. به عنوان مثال به واکنش زیر توجه می کنیم.



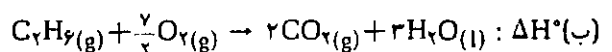
برای محاسبه ΔH° واکنش بالا بایستی مراحل زیر را مورد توجه قرار دهیم.

الف- سوختن کامل مواد واکنش دهنده در اکسیژن



$$\Delta H^\circ = \Delta H^\circ_{\text{Comb}}(C_7H_8) + 2\Delta H^\circ_{\text{Comb}}(H_2)$$

ب- سوختن کامل مواد حاصل در اکسیژن



$$\Delta H^\circ = \Delta H^\circ_{\text{Comb}}(C_7H_6)$$

اینک اگر مرحله (ب) را از مرحله (الف) کم کنیم، همان واکنش مورد نظر یعنی

انتالپی استاندارد تشکیل اکثر ترکیبات شیمیایی به دقت اندازه گیری شده است و در جدولهای ترمودینامیکی جمع آوری شده

است. در جدول زیر انتالپی استاندارد تشکیل برخی ترکیبات شیمیایی را ملاحظه می‌نمائید.

COMPOUND	ΔH_f°		COMPOUND	ΔH_f°	
	(kcal/mol)	(kJ/mol) ^a		(kcal/mol)	(kJ/mol) ^a
H ₂ O(g)	-57.80	-241.8	COCl ₂ (g)	-53.3	-223.
H ₂ O(l)	-68.32	-285.9	SO ₂ (g)	-70.96	-296.9
HF(g)	-64.2	-269.	CO(g)	-26.42	-110.5
HCl(g)	-22.06	-92.30	CO ₂ (g)	-94.05	-393.5
HBr(g)	-8.66	-36.2	NO(g)	+21.60	+90.37
HI(g)	+6.20	+25.9	NO ₂ (g)	+8.09	+33.8
H ₂ S(g)	-4.82	-20.2	HNO ₃ (l)	-41.40	-173.2
HCN(g)	+31.2	+130.5	NH ₄ NO ₃ (s)	-87.27	-365.1
NH ₃ (g)	-11.04	-46.19	NaCl(s)	-98.23	-411.0
PH ₃ (g)	+2.21	+9.25	MgO(s)	-143.84	-601.83
CH ₄ (g)	-17.89	-74.85	CaO(s)	-151.9	-635.5
C ₂ H ₆ (g)	-20.24	-84.68	Ca(OH) ₂ (s)	-235.80	-986.59
C ₂ H ₄ (g)	+12.50	+52.30	CaCO ₃ (s)	-288.45	-1206.9
C ₂ H ₂ (g)	+54.19	+226.7	Ca ₃ P ₂ (s)	-120.50	-504.17
C ₆ H ₆ (l)	+11.72	+49.04	BaO(s)	-133.4	-588.1
CH ₃ OH(g)	-48.08	-201.2	BaCO ₃ (s)	-291.3	-1218.
CH ₃ OH(l)	-57.02	-238.6	Al ₂ O ₃ (s)	-399.09	-1669.8
CH ₃ NH ₂ (g)	-6.7	-28.	Fe ₂ O ₃ (s)	-196.5	-822.2
NF ₃ (g)	-27.2	-113.	AgCl(s)	-30.36	-127.0
CF ₄ (g)	-218.3	-913.4	HgBr ₂ (s)	-40.5	-169.
CHCl ₃ (l)	-31.5	-132.	ZnO(s)	-83.17	-348.0

$$\Delta H^{\circ}f(I_2(g)) = +14/88 \text{ kcal/mol}$$

به همین ترتیب در مورد برم به حالت مایع و برم به حالت گاز و کرین به صورت گرافیت و کرین به صورت الماس داریم:

$$\Delta H^{\circ}f(Br_2(l)) = 0$$

$$\Delta H^{\circ}f(C \text{ گرافیت}) = 0$$

$$\Delta H^{\circ}f(Br_2(g)) = +7/34 \text{ kcal/mol}$$

$$\Delta H^{\circ}f(C \text{ الماس}) = +0/454 \text{ kcal/mol}$$

به همان ترتیبی که انتالپی تشکیل اجسام مرکب قرار داده شد، برای یونها در حالت محلول یا در حالت گاز نیز انتالپی تشکیل قرار داد نموده‌اند. در جدول زیر $\Delta H^{\circ}f$ چند یون آشنادر محلول آبی داده شده است.

بنا به قرارداد، انتالپی تشکیل هر جسم ساده به آن صورتی که در شرایط استاندارد (دمای ۲۵°C و فشار یک اتمسفر) موجود است، مساوی صفر می‌باشد. به عنوان مثال $\Delta H^{\circ}f$ هر یک از اجسام ساده H₂, O₂, N₂, S₈(s), C (گرافیت), I₂(s), Hg(l), Na(s), Ca(s) مساوی صفر می‌باشد. پیدا است که اگر جسم ساده به صورت پایدار خود که در دمای ۲۵°C و فشار یک اتمسفر یافت می‌شود، نباشد، $\Delta H^{\circ}f$ آن دیگر مساوی صفر نخواهد بود. برای مثال حالت پایدارید در شرایط استاندارد همان ید جامد I₂(s) است. از همین رو برای آن داریم:

$$\Delta H^{\circ}f(I_2(s)) = 0$$

با توجه به آن $\Delta H^{\circ}f$ ید به صورت گاز هر چند که یک جسم ساده می‌باشد، دیگر صفر نیست و مقدار آن در حدود ۱۴/۸۸ + کیلو کالری بر مول می‌باشد.

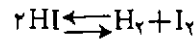
	Species in solution	ΔH_f° kJ mol ⁻¹	S ^o J mol ⁻¹ K ⁻¹	ΔG_f° kJ mol ⁻¹
	H ⁺ (aq)	0.0	0.0	0.0
	H ₃ O ⁺ (aq)	-285.85	69.96	-237.19
	OH ⁻ (aq)	-229.95	-10.54	-157.27
Group I	Li ⁺ (aq)	-278.44	14.2	-293.80
	Na ⁺ (aq)	-239.66	60.2	-261.88
	K ⁺ (aq)	-251.21	102.5	-282.25
Group II	Be ²⁺ (aq)	-389		-356.48
	Mg ²⁺ (aq)	-461.95	-118.0	-456.01

	$\text{Ca}^{2+}(aq)$	-542.96	-55.2	-553.04	
Group III	$\text{H}_3\text{BO}_3(aq)$	-1067.8	159.8	-963.32	
	$\text{H}_2\text{BO}_3(aq)$	-1053.5	30.5	-910.44	
Group IV	$\text{CO}_2(aq)$	-412.92	121.3	-386.22	
	$\text{H}_2\text{CO}_3(aq)$	-698.7	191.2	-623.42	
	$\text{HCO}_3^-(aq)$	-691.11	95.0	-587.06	
	$\text{CO}_3^{2-}(aq)$	-676.26	-53.1	-528.10	
	$\text{CH}_3\text{COOH}(aq)$	-488.44		-399.61	
	$\text{CH}_3\text{COO}^-(aq)$	-488.86		-372.46	
Group V	$\text{NH}_3(aq)$	-80.83	110.0	-26.61	
	$\text{NH}_4^+(aq)$	-132.80	112.84	-79.50	
	$\text{HNO}_3(aq)$	-206.56	146.4	-110.58	
	$\text{NO}_3^-(aq)$	-206.56	146.4	-110.58	
	$\text{H}_3\text{PO}_4(aq)$	-1289.5	176.1	-1147.2	
	$\text{H}_2\text{PO}_4^-(aq)$	-1302.5	89.1	-1135.1	
	$\text{HPO}_4^{2-}(aq)$	-1298.7	-36.0	-1094.1	
	$\text{PO}_4^{3-}(aq)$	-1284.1	-218	-1025.5	
Group VI	$\text{H}_2\text{S}(aq)$	-39.3	122.2	-27.36	
	$\text{HS}^-(aq)$	-17.66	61.1	12.59	
	$\text{S}^{2-}(aq)$	41.8		83.7	
	$\text{H}_2\text{SO}_4(aq)$	-907.51	17.1	-741.99	
	$\text{HSO}_4^-(aq)$	-885.75	126.85	-752.86	
Group VII	$\text{SO}_4^{2-}(aq)$	-907.51	17.1	-741.99	
	$\text{F}^-(aq)$	-329.11	-9.6	-276.48	
	$\text{HCl}(aq)$	-167.44	55.2	-131.17	
	$\text{Cl}^-(aq)$	-167.44	55.2	-131.17	
	$\text{ClO}^-(aq)$		43.1	-37.2	
	$\text{ClO}_2^-(aq)$	-69.0	100.8	-10.71	
	$\text{ClO}_3^-(aq)$	-98.3	163	-2.60	
	$\text{ClO}_4^-(aq)$	-131.42	182.0	-8	
	$\text{Br}^-(aq)$	-120.92	80.71	-102.80	
	$\text{I}_2(aq)$	20.9		16.44	
	$\text{I}_3^-(aq)$	-51.9	173.6	-51.50	
	$\text{I}^-(aq)$	-55.94	109.36	-51.67	
	Transition metals	$\text{Cu}^+(aq)$	(51.9)	(-26.4)	50.2
		$\text{Cu}^{2+}(aq)$	64.39	-98.7	64.98
$\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}(aq)$		(-334.3)	806.7	-256.1	
$\text{Zn}^{2+}(aq)$		-152.42	-106.48	-147.19	
$\text{Pb}^{2+}(aq)$		1.63	21.3	-24.31	
$\text{Ag}^+(aq)$		105.90	73.93	77.11	
$\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+(aq)$		-111.80	241.8	-17.40	
$\text{Ni}^{2+}(aq)$		(-64.0)		-48.24	
$\text{Ni}(\text{NH}_3)_6^{2+}(aq)$				-251.4	
$\text{Ni}(\text{CN})_4^{2-}(aq)$		363.6	(138.1)	489.9	
$\text{Mn}^{2+}(aq)$		-218.8	-84	-223.4	
$\text{MnO}_4^-(aq)$		-518.4	189.9	-425.1	
$\text{MnO}_4^{2-}(aq)$				-503.8	
$\text{Cr}^{2+}(aq)$				176.1	
$\text{Cr}^{3+}(aq)$		-307.5	-215.5		
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(aq)$	-1460.6	213.8	-1257.3		
$\text{CrO}_4^{2-}(aq)$	-894.33	38.5	-736.8		

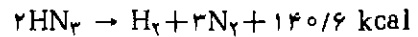
و ۶/۲ + کیلوکالری برمول می باشد، نتیجه می شود که HF گاز از HI گاز پایدارتر است. تجربه این نتیجه گیری را تأیید می کند. زیرا در شرایطی که HI گاز طبق واکنش زیر به H_2 و I_2

هر اندازه ΔH°_f یک ترکیب یا یونی، مقدار منفی تری باشد، پایداری نسبی آن بیشتر است. برای مثال از مقایسه انتالپی استاندارد تشکیل $\text{HF}(g)$ و $\text{HI}(g)$ با هم که به ترتیب ۶۴/۲ -

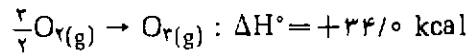
تجزیه می‌شود، HF نسبتاً پایدار بوده و تفکیک نمی‌شود.



به عنوان مثال دیگر، می‌توان $NH_3(g)$ و $HN_3(g)$ را با هم مقایسه نمود ΔH°_f آن دو به ترتیب $11/04 - 70/39 +$ کیلوکالری برمول است. از مقایسه اعداد داده شده با هم، به دست می‌آید که HN_3 نسبت به NH_3 بسیار نا پایدارتر می‌باشد. تجربه نیز با این موضوع سازگار است. درحالی که گاز آمونیاک در شرایط معمولی نسبتاً پایدار است، اما HN_3 در آن شرایط تجزیه می‌شود و انرژی قابل توجهی را آزاد می‌کند.

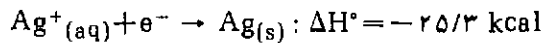


گرمای تشکیل ازن در حدود $34/0 +$ کیلوکالری برمول است.



به همین دلیل ازن در مقایسه با اکسیژن (O_2) نا پایدارتر است و میل دارد به اکسیژن تجزیه شود. گرمای تشکیل استیلان در حدود $54/2 +$ کیلوکالری برمول می‌باشد. این جسم نیز نا پایدار است و به آسانی به کربن و هیدروژن تجزیه می‌شود.

گرمای تشکیل یونهای $Ag^+(aq)$ و $K^+(aq)$ به ترتیب $25/31 +$ و $60/04 -$ کیلوکالری برمول می‌باشد. از مقایسه آن دو با هم معلوم می‌شود که $K^+(aq)$ از $Ag^+(aq)$ بسیار پایدارتر است. تجربه نیز با این گفته سازگار است. وقتی این دو یون برای دریافت الکترون و احیا شدن با هم رقابت داشته باشند، یون $Ag^+(aq)$ برنده می‌باشد.

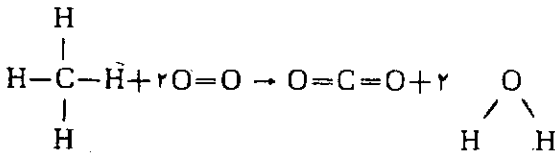


در اینجا یاد آور می‌شویم که انرژی گیبس استاندارد تشکیل (ΔG°_f) معیار دقیقتری برای مقایسه پایداری ترکیبات شیمیایی است که در قسمتهای بعدی با آن آشنا خواهید شد.

۹- واکنشهای گرمازا به عنوان منبعی برای تأمین انرژی

همانطور که گفتیم، واکنشهای گرمازا واکنشهایی هستند که در آنها محتوای انرژی مواد واکنش دهنده از محتوای انرژی مواد حاصل بیشتر است. هر اندازه این تفاوت بیشتر باشد، گرمازایی واکنش نیز بیشتر است.

واکنشهایی می‌توانند انرژی را آزاد کنند که در آنها مواد واکنش دهنده از نقطه نظر انرژی نا پایدارتر از مواد حاصل باشد. برای مثال پیوندهای شیمیایی موجود در مواد حاصل از پیوندهای شیمیایی موجود در مواد واکنش دهنده پایدارتر باشند. سوختن متان در اکسیژن یک واکنش گرمازا است.



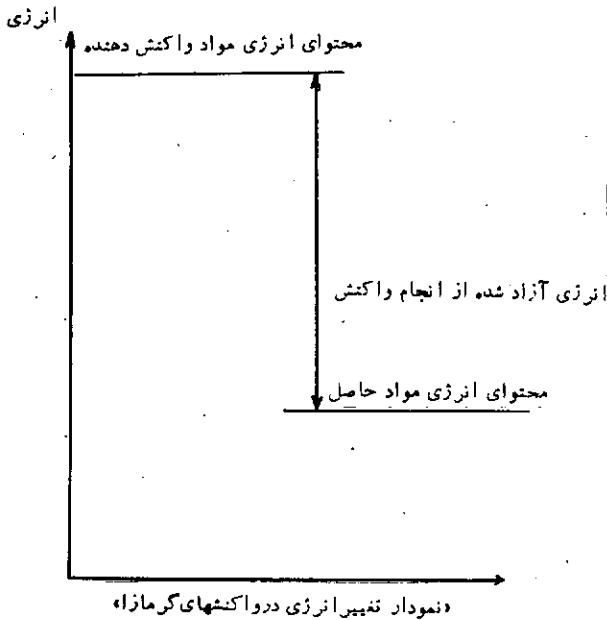
انرژی پیوندهای موجود در مواد واکنش دهنده این واکنش رو بهم برابر است با،

$$4\Delta H_{C-H} + 2\Delta H_{O=O} = 4 \times 99 + 2 \times 118 = 632 \text{ kcal}$$

می‌باشد. مجموع انرژی پیوندهای موجود در مواد حاصل برابر با:

$$2\Delta H_{C=O} + 2\Delta H_{O-H} = 2 \times 169 + 4 \times 111 = 782 \text{ kcal}$$

به این ترتیب پیدا است که پیوندهای موجود در مواد حاصل در مجموع از پیوندهای موجود در مواد واکنش دهنده محکم‌تر می‌باشند. یعنی مواد حاصل رو بهمرفته از نقطه نظر انرژی پایدارتر از مواد واکنش دهنده هستند.



واکنشهایی که برای تأمین انرژی به کار می‌روند، علاوه بر گرمازا بودن، بایستی مواد واکنش دهنده آنها نیز ارزان بوده و سرعت انجام واکنش در آنها نیز قابل توجه باشد. مواد سوختی از قبیل زغال سنگ، نفت، گازوئیل و گازهای طبیعی و مانند آنها برای این منظور مفید هستند. همانطور که در جدول گرمای سوختن برخی از مواد شیمیایی (شماره ۷) آمده است، از سوختن هر ۱۲ گرم کربن به صورت گرافیت در حدود ۹۴ کیلوکالری گرما حاصل می‌شود. این مقدار گرما قادر است ۹۴۰

می آید، جرم هسته هلیوم حاصل اندکی (Δm) کمتر از مجموع جرم چهار هسته هیدروژن به کار رفته است. این تفاوت جرم (Δm) طبق رابطه اینشتین به انرژی تبدیل می شود و منبع عظیم انرژی خورشید را تشکیل می دهد.

$$\Delta E = \Delta m c^2$$

ΔE انرژی حاصل از تفاوت جرم Δm را می رساند و c سرعت سیر نور می باشد. هر گاه کمبود جرم در یک واکنش هسته ای مساوی ۱ گرم باشد، انرژی حاصل از آن مساوی است با:

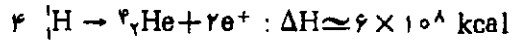
$$\begin{aligned} \Delta E &= 1 \times (3 \times 10^{10})^2 \\ &= 9 \times 10^{20} \text{ erg} \\ &= 9 \times 10^{13} \text{ J} \\ &= 2.15 \times 10^{12} \text{ cal} \end{aligned}$$

این انرژی قادر است بیش از دو بیست هزار تن یخ را ذوب نماید. طبق محاسباتی که به عمل آمده است، معلوم شده است که خورشید در هر ثانیه بیش از چهار میلیون و دو بیست هزار تن از جرم خود در طی واکنشهای جوش هسته ای ازدست می دهد و از آن انرژی بسیار عظیم مربوط به خورشید حاصل می شود. این مقدار افت جرم خورشید در هر ثانیه به منزله آن است که در خورشید، در هر ثانیه 9×10^{25} کالری انرژی از واکنشهای جوش هسته ای به دست می آید. قسمت اعظم این انرژی به صورت نور و پرتوهای دیگر در فضای اطراف خورشید و در تمام جهات آن پراکنده می شود. آن قسمتی از نور و پرتوهایی که از خورشید به سطح زمین می رسد، موجب گرم شدن آن و تأمین شرایط مساعد برای ادامه زندگی موجودات زنده بر روی زمین می شود. لازم است یاد آور شویم که کسر بسیار بسیار کوچکی از انرژی تابش یافته از خورشید در راستای زمین قرار دارد و امکان رسیدن آن به زمین در میان است. برای آگاهی از این موضوع می توانید به یک محاسبه تقریبی و سرگرم کننده دست بزنید. برای این منظور خورشید را در مرکز کره ای که شعاع آن برابر با فاصله زمین تا خورشید است در نظر بگیرید؛ با توجه به قطر تقریبی خورشید و زمین معلوم دارید که کسر ناچیزی از انرژی تابشی خورشید به طرف زمین روانه می شود و بقیه آن در فضای بی کران اطراف خورشید پخش می گردد.

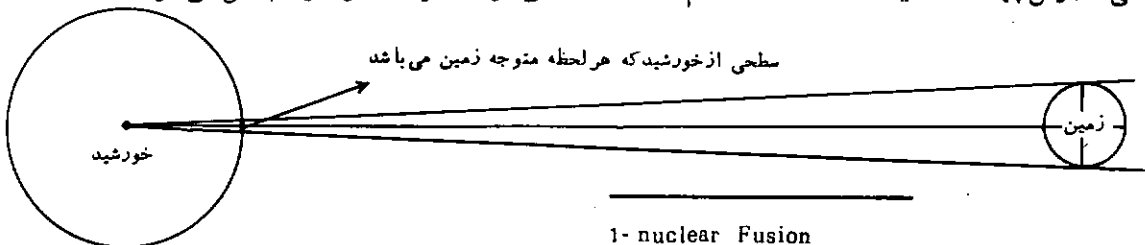
گرم آب صفر درجه را تا دمای جوشش گرم نماید. و با از سوختن هر مولکول گرم استیلن (۲۸ گرم استیلن) در حدود ۳۱۰ کیلو کالری گرما آزاد می شود. این مقدار گرما می تواند ۳۱۰ گرم آب صفر درجه را تا دمای جوشش گرم نماید. به همین ترتیب می توان مثالهای زیاد دیگری در این گستره معرفی نمود که هر کدام از آنها با آزاد شدن مقدار قابل توجهی انرژی همراه باشند.

۱۰- انرژی تابش از خورشید

انرژی که از خورشید تابش می شود زائیده برخی واکنشهای هسته ای است که در آن روی می دهد. واکنشهای هسته ای که در خورشید صورت می گیرند به طور عمده از نوع «جوش هسته ای» است: دما در خورشید بسیار بالا است این دمای بالا زائیده انجام واکنشهای هسته ای در آن است. دمای قسمت بیرونی خورشید در حدود 6000°C است. دمای قسمتهای داخلی خورشید چندین برابر دمای مذکور است و ممکن است به چند میلیون درجه برسد. در دماهای بسیار بالا، ماده کاملاً به صورت یونیزه است. یعنی به صورت هسته های عریان از الکترون و الکترونهای آزاد و سایر ذرات بنیادی است. واکنش هسته ای زیر منبع اصلی تأمین انرژی در خورشید در حال حاضر می باشد.



یعنی از جوش چهار مول هسته هیدروژن با هم و تولید یک مول هسته هلیوم، انرژی در حدود ۶۰۰ میلیون کیلو کالری آزاد می شود. این انرژی قادر است یک توده یخ ۷۵۰۰ تنی را آب نماید. واکنش هسته ای بالا (جوش هسته های هیدروژن با هم) مرحله سوختن هیدروژن در خورشید نام دارد، تا زمانی که خورشید ذخیره هیدروژن در خود داشته باشد این مرحله ادامه می یابد. طبق تخمینهایی که از طرف دانشمندان به عمل آمده است، خورشید به عنوان ستاره جوانی است که فعلاً در حدود ۵ تا ۶ میلیارد سال از عمر آن گذشته است. (هر یک میلیارد سال ۱۰۰۰ میلیون سال است) در این مدت زمان بس طولانی، مرحله هیدروژن سوزی در خورشید ادامه داشته است با وجود این ذخیره باقیمانده هیدروژن در خورشید آنقدر زیاد است که خورشید قادر است میلیاردها سال دیگر نیز به مرحله هیدروژن سوزی در خود ادامه دهد. وقتی از جوش چهار هسته هیدروژن یک هسته هلیوم به دست



1- nuclear Fusion

میلیون برابر يك ستاره عادی از خود انرژی پراکنده کند. در سوپرنووا شرایط برای تشکیل هسته‌های سنگین‌تر از هسته آهن مساعد می‌باشد سوپرنووا نمی‌تواند برای مدت طولانی دوام بیاورد. سرانجام در مدت کوتاهی دستخوش انفجار شده و جرم آن به صورت گرد و غبار در فضای کیهانی پخش می‌شود.

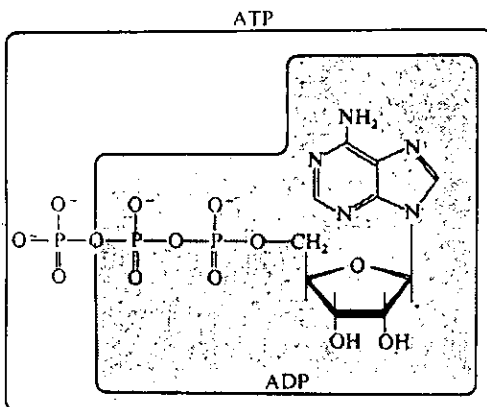
در جهان خلقت خورشیدهای زیادی بوده و هست. برخی از آنها مراحل یاد شده در بالا را پشت سر گذاشته و دستخوش انفجار شده‌اند و جرم تشکیل دهنده آنها به صورت گرد و غبار در فضا پراکنده شده است. اینگونه نَفَرَد و غبارها در گذشته ممکن است باعث پیدایش ستارگان و کرات نسل دوم شده باشند. بنا بر یک نظریه، پیدایش منظومه ما ممکن است بدین نحو صورت گرفته باشد. «اینجا است که مضمون «والله اعلم» جلوه‌ای بسیار زیبا و دلپذیرتر از آنچه می‌گویند پیدا می‌نماید».

۱- مراجع

- 1- Understanding Chemistry
by PIMENTEL - SPRATLEY, (1971)
- 2- General Chemistry
by RALPH H. PETRUCCI, (1977)
- 3- Physical Chemistry
by P.W. ATKINS, (1978)
- 4- General Chemistry
by WENDELL H and... (1971)
- 5- Chemistry a conceptual approach
by CHARLES E. MORTIMER, (1975)
- 6- College Chemistry
by NEBERGALL. SCHMIDT. HOLTZCLAW,
(1972)
- 7- Physical Chemistry
by GORDON M. BARROW, (1983)

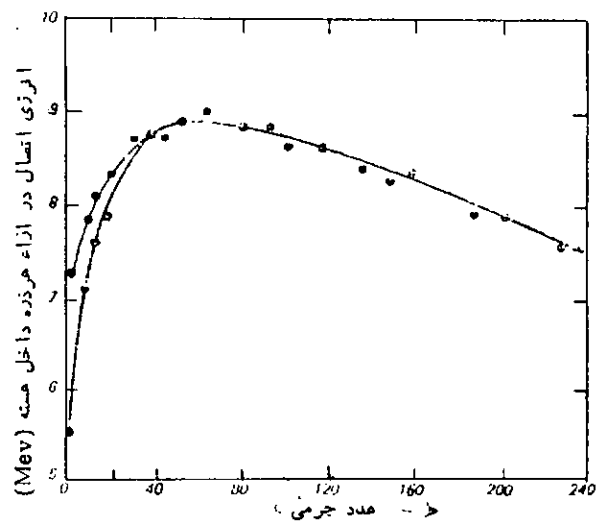
1- Supernova

ADP به ATP تبدیل



گفتیم با آنکه از عمر خورشید جوان ما ۵ تا ۶ میلیارد سال می‌گذرد، باز قادر است میلیاردها سال دیگر هم به همین صورت به حیات خود ادامه داده و از ذخیره هیدروژن خود در تبدیل هیدروژن به هلیوم استفاده کند. دانشمندان پیش‌بینی می‌کنند که تمام شدن ذخیره هیدروژن خورشید به منزله پایان عمر خورشید نیست. در پایان دوره هیدروژن سوزی، شرایطی در خورشید فراهم می‌شود که باعث آغاز دوره دیگری می‌گردد. در دوره جدید، هسته‌های هلیوم در قسمت‌های درونی خورشید که دمای آنها به دهها میلیون درجه می‌رسد با هم جوش می‌خورند و به هسته‌های کربن تبدیل می‌شوند. از هر سه هسته هلیوم یک هسته کربن تولید می‌شود و هم زمان با آن مقدار قابل توجهی انرژی نیز آزاد می‌شود. می‌توان این مرحله را مرحله هلیوم سوزی نام نهاد. عمر این مرحله بسیار کوتاه‌تر از مرحله هیدروژن سوزی است.

پس از جوش هسته‌های هلیوم و با بالا رفتن دما، شرایط برای جوش هسته‌های کربن و تشکیل هسته‌های منیزیم در خورشید فراهم می‌شود. در این موقع دمای خورشید ممکن است به صد ها میلیون درجه رسیده باشد. با افزایش تدریجی دمای خورشید، شرایط برای جوش هسته‌های دیگر نیز فراهم می‌شود. تشکیل هسته‌های آهن پایان کار مراحل جوش هسته‌ای در خورشید است. هسته آهن و هسته‌های نزدیک به آن در ردیف پایدارترین هسته‌های اتمی می‌باشند. شکل زیر گواهی بر این گفته است.



منجمان حدس می‌زنند که خورشید در پایان مرحله تشکیل هسته‌های آهن، آغاز به انقباض و کوچک شدن نموده و به صورت ستاره کوچک و سفیدی درآید. بر اثر این انقباض، دما به سرعت بالا رفته و شرایط برای واکنش‌های هسته‌ای برق آسایی فراهم می‌شود. در این موقع ستاره به یک سوپرنووا تبدیل می‌شود. سوپرنووا ستاره‌ای است که می‌تواند در مدت کوتاهی چندین

فلزات (Metals)

قسمت دوم - بررسی کلی خواص فیزیکی و مکانیکی

دکتر محمدرضا ملاردی

مقدمه

هرچند که بین فلزات و غیر فلزات نمی‌توان مرز کاملاً مشخصی قایل شد. ولی فلزات با خواص ویژه‌ای که دارند، از غیر فلزات متمایزند. مهمترین این خواص از نظر فیزیکی و مکانیکی عبارتند از:

(غیر از بور، کربن، سیلیسیم و فسفر قرمز) و نقطه جوش پایین (گاهی پایین‌تر از 0°C) دارند، غیر از بور و سیلیسیم که در حدود 1000°C می‌جوشند.

۷- فلزات غالباً در فلزات دیگر به حالت مذاب حل می‌شوند (آلیاژ می‌شوند)، در صورتی که غیر فلزات عموماً در آب، سولفید کربن و... حل می‌شوند.

۸- فلزات عموماً قابلیت چکش‌خواری، تورق، مفتول شدن، مقاومت در مقابل فشار و کشش را دارند. در صورتی که غیر فلزات فاقد چنین خواصی می‌باشند.

۹- رسانایی گرمایی (thermal conduction) فلزات از غیر فلزات بیشتر است.

۱۰- فلزات (غیر از بیسموت) قدرت رسانایی الکتریکی فرق‌العاده زیاد دارند که با افزایش دما تا حدی از شدت آن کاسته می‌شود (برعکس مواد نیم‌رسانا و الکترولیتها که با افزایش دما، رسانایی آنها بیشتر می‌شود). اصطلاحاً رسانایی فلزی (Metallic conduction) نامیده می‌شود. در صورتی که غیر فلزات غالباً جریان برق را از خود عبور نمی‌دهند (غیر از کربن به صورت گرافیت و با برخی از زغالها و فسفر سیاه).

توجه

حدود $\frac{2}{3}$ از عناصر شناخته شده جزو فلزاتند. اگر چه به عللی، از جمله رادیواکتیو بودن و سنتزی و کمیاب بودن برخی از آنها، خواص همه آنها به طور کامل مورد بررسی قرار نگرفته است، ولی بر اساس آرایش الکترونی، اصل تشابه و موقعیت آنها در جدول تناوبی، خصلت فلزی آنها کاملاً روشن و قابل پیش‌بینی است. البته، تعدادی از آنها خواص حد واسط بین فلزات و غیر فلزات را دارند که اصطلاحاً شبه فلز (Metalloid) نامیده می‌شوند، مانند بریلیم، آلومینیم،

۱- عموماً در دمای معمولی جامدند (نوع خاصی از جامدات بلوری، به نام جامدات فلزی)، غیر از جیوه که در دمای معمولی مایع است. البته گالیم، سزیم و فرانسیم در دماهای بین 27°C تا 30°C به حالت مایع وجود دارند. در صورتی که غیر فلزات در شرایط معمولی به حالت جامد و یا گاز وجود دارند (غیر از برم که مایع است).

۲- نور را از خود عبور نمی‌دهند مگر به صورت ورقه‌های فوق‌العاده نازک در صورتی که غیر فلزات غالباً در مقابل نور شفافند (غیر از ید، گرافیت و فسفر قرمز).

۳- سطح تمیز و صیقلی فلزات، درخشندگی و جلای ویژه‌ای (Metallic lustre) دارد و نور را کاملاً منعکس می‌کند. از این خاصیت در تهیه آینه استفاده می‌شود (آینه در حقیقت ورقه بسیار نازکی از یک فلز نظیر نقره یا جیوه است که از یک طرف ترسپ شیشه و از طرف دیگر توسط یک لایه رنگ حفاظت می‌شود). در صورتی که غیر فلزات به حالت جامد چنین جلایی را ندارند (غیر از ید و گرافیت).

۴- معمولاً در سیستمهای تبلور انباشته با اعداد کوانتوم دیناسیون بالا، متبلور شده، دارای جرم حجمی زیاد (بین 0.7 تا 22.5 گرم بر سانتیمتر مکعب) می‌باشند. در صورتی که جرم حجمی غیر فلزات بین 0.07 تا 4.93 گرم بر سانتیمتر مکعب است.

۵- فلزات عموماً سفتی و سختی قابل توجهی دارند (غیر از فلزات قلیایی، که نرمند و با چاقو بریده می‌شوند) در صورتی که صورتی که سختی غیر فلزات از عنصری به عنصر دیگر، ممکن است تفاوت داشته باشد. غیر فلزات گازی شکل کمترین سختی را دارند در صورتی که کربن به صورتی که کربن به صورت الماس، سخت‌ترین ماده شناخته شده است.

۶- فلزات نقطه ذوب بالاتر از 200°C (غیر از سدیم، 98°C و پتاسیم: 62°C) و نقطه جوش بالاتر از 357°C دارند. در صورتی که نقطه ذوب فلزات پایین‌تر از 200°C است.

رسانایی کم و یا جامداتی مولکولی مشکل از مولکولهای مجزای چهار اتمی (به صورت چهار وجهی) و نارسانا وجود دارند.

توجه

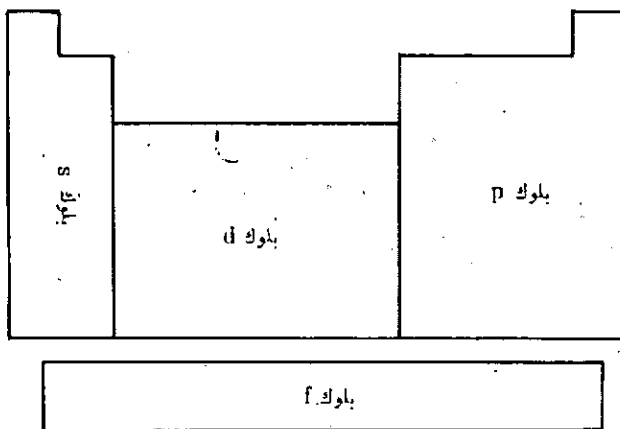
ژرمانیم و سلنیم نه خصلت شبه فلزی کامل و نه خصلت غیر فلزی کامل دارند بلکه خواص ویژه‌ای که به خصلت نیم رسانایی موسوم است، دارند. از اینرو آنها را اصطلاحاً نیم فلز (Semimetal) و یا نیم رسانا (Semiconductor) می‌نامند. پس از ذکر این مقدمه و قبل از پرداختن به بررسی خواص ویژه فلزات و توجیه چگونگی پیدایش چنین خواص، بهتر است، دسته بندی فلزات بر اساس آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم آنها، سیستمای تبلور فلزات و مساهبت پیوند فلزی، مورد توجه قرار گیرند تا درک و توجیه خواص فیزیکی و مکانیکی فلزات، آسان شود.

تقسیم بندی فلزات بر اساس آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم آنها

با توجه به آرایش الکترونی آخرین تراز لایه ظرفیت اتم در حالت اصلی (Ground state)، فلزات را می‌توان به چهار دسته کلی و بر اساس آن، جدول تناوبی عناصر را نیز به چهار بلوک کاملاً متمایز، تقسیم کرد:

فلزات دسته S

که الکترون متمایز کننده (Differentiating electron) یعنی آخرین الکترون اتم آنها در تراز s لایه ظرفیت قرار دارد، این دسته از فلزات شامل دو گروه اصلی IA (فلزات قلیایی) و IIA (فلزات قلیایی خاکی) می‌باشد که بلوک s جدول تناوبی را (مطابق شکل ۲) تشکیل می‌دهند و غیر از بریلیم، بقیه کاملاً خصلت فلزی دارند و جزو فلزات فعال می‌باشند.




شکل ۲

ژرمانیم، قلع، سرب، آرسنیک، آنتیموان، بیسموت، تلور و پولونیم. همانطوری که شکل ۱ (الف و ب) نشان می‌دهد، این عناصر، در قسمت میانی جدول تناوبی بین فلزات (سمت چپ) و غیر فلزات (Non metals) (سمت راست) قرار دارند.

	I	II	III	IV	V	VI	VII
2		Be					F
3			Al				Non-metals
4	Metals			Ge	As		
5				Sn	Sb	Te	
6	Cs			Pb	Bi	Po	

	I	II	III	IV	V	VI	VII
2	Li	Be	B	C	N	O	F
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
4	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br
5	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I
6	Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At
7	Fr	Ra					



(ب)

(الف)

شکل (۱)

قابل توجه است که در بین این ده عنصر شبه فلز، بریلیم، آلومینیم، قلع، سرب، بیسموت و پولونیم از نظر ساختمان بلوری و خواص فیزیکی به فلزات نزدیکترند (عموماً خواص فلزی دارند) ولی آرسنیک، آنتیموان و تلور به غیر فلزات نزدیکترند (مثلاً آرسنیک و آنتیموان مانند قفسر سفید به صورت مولکولهای مجزای چهار اتمی نیز وجود دارند). زیرا، اگرچه در حالت جامد، الکترونها لایه ظرفیت (یا لایه والانس: Valence shell) آنها نسبت به جفت الکترونها پیوند کووالانسی مستقر، تحرك بیشتری دارد، ولی به درجه آزادی الکترونها غیر مستقر شبکه بلور فلزی نمی‌رسد. از این رو این سه عنصر عموماً به صورت جامدات ماکرومولکولی با خصلت

فلزات دسته P

که الکترون متمایز کننده آنها در تراز p لایه ظرفیت اتم آنها قرار دارد و همگی جزو عناصر اصلی بوده، بلوک P جدول تناوبی را تشکیل می دهند و شامل گروه های اصلی IIIA، VIA، VA، VIA، VIIA و VIIIA می باشند. در میان این دسته از عناصر، همان طوری که (جدول ۱) نشان می دهد، فقط گالیم، ایندیم و تالیوم از گروه IIIA، خاصیت فلزی دارند و بقیه، تمامی عناصر شبه فلز و غیر فلز (غیر از تیلور و ژن که جزو عناصر دسته s است.) شناخته شده تا امروز را شامل می شود.

توجه

در برخی از منابع، عناصر اصلی گروه VIIIA یعنی گازهای بی اثر که جزو عناصر دسته p می باشد را دسته جداگانه ای در نظر می گیرند.

فلزات دسته d

که الکترون متمایز کننده آنها در تراز d (n-1) که اصولاً جزو لایه ظرفیت اتم آنهاست، وارد می شود. این دسته از فلزات که بلوک d جدول تناوبی (حد واسط بین عناصر اصلی دسته های s و p را از تناوب چهارم به بعد، تشکیل می دهند. عناصر واسطه (Transition elements) و یا فلزات واسطه نامیده می شوند و شامل عناصر گروه های IIB، VB، VIIB، VIII، IB و IIB می باشند.

فلزات دسته f

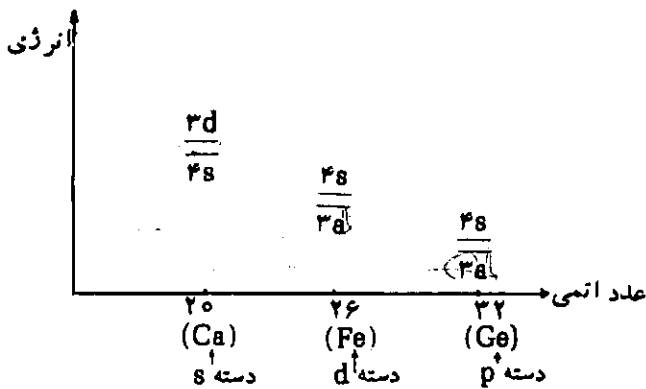
که الکترونیهای متمایز کننده آنها در تراز f (n-2) که اصولاً جزو لایه ظرفیت اتم آنهاست وارد می شوند و بلوک f جدول تناوبی را تشکیل می دهند. با توجه به اینکه ترازهای f، نسبتاً عمقی اند، این دسته از عناصر که اساساً جزو عناصر گروه IIIIB می باشند، به عناصر واسطه داخلی موسومند و شامل دو سری عناصر لانتانید (که الکترون متمایز کننده آنها تراز 4f را پر می کند) و عناصر آکتینید (که الکترون متمایز کننده آنها تراز 5f را پر می کند) می باشند.

توجه ۱

در سری آکتینید (که از عنصر توریم ^{90}Th شروع می شود)، عناصر بعد از اورانیوم یعنی از عنصر نیپتیم ^{93}Np به بعد را اصطلاحاً عناصر ترانس اورانیوم (Transuranium) می نامند که در طبیعت به حالت آزاد و یا به حالت ترکیب وجود ندارند، بلکه به مقادیر کم آنها را در آزمایشگاههای تحقیقات هسته ای، از طریق واکنشهای هسته ای معینی سنتز کرده اند که همگی ناپایدار و رادیواکتیو اند.

توجه ۲

به طور کلی در عناصر واسطه دسته d و یا عناصر واسطه داخلی، برخلاف عناصر اصلی، تراز ns لایه ظرفیت نسبت به تراز d (n-1) در سطح انرژی بالاتری قرار دارد. مثلاً وضعیت نسبی تقریبی ترازهای 4s و 3d در سه دسته های s، p، d به صورت زیر است:

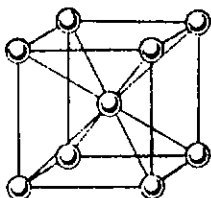


سیستمهای تبلور فلزات

فلزات عمدتاً در یکی از سه سیستم بلوری به شرح زیر تبلور می شوند:

الف: - سیستم مکعبی مرکز پر - (Body centered cubic = B.C.C.) که یک سیستم نیم انباشته است یعنی حدود ۳۲ درصد از فضای بین ذرات در آن خالی است. ذرات فلز در راسها و مرکز سلول واحد مکعبی مطابق شکل ۳، قرار دارند. بدین ترتیب، هر ذره توسط ۸ ذره دیگر با نزدیکترین فاصله احاطه می شود، به عبارت دیگر عدد کوئوردیناسیون (Coordination number) شبکه برابر ۸ است (C.N=8) مثلاً ذره ای که در مرکز مکعب قرار دارد با کوتاهترین فاصله به ۸ ذره (مستقر در ۸ راس مکعب) پیوند دارد.

فلزاتی که در این سیستم تبلور می شوند عبارتند از: فلزات قلیایی، باریوم، کروم، آهن، تنگستن و...

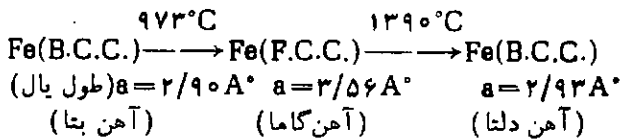


ب: - سیستم مکعبی با وجوه مرکز پر - (Face centered cubic = F.C.C.) که یک سیستم انباشته است، یعنی فقط حدود ۲۶ درصد از فضای بین ذرات در آن خالی است. ذرات فلز در راسهای مکعب و در مرکز ۶ وجه آن، مطابق شکل ۴، قرار دارند و لی مرکز سلول واحد مکعبی خالی است. از اینرو،

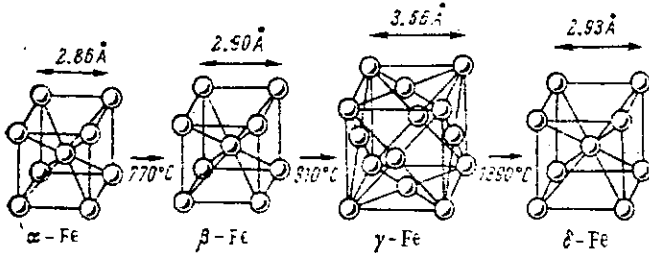
قاعده، ۳ ذره در پایین و ۳ ذره در بالای قاعده، پیوند دارد. فلزاتی که در این سیستم تبلور می‌شوند، عبارتند از: منیزیم، بریلیم، روی، کادمیم، کبالت، تیتان و...

توجه ۱

با توجه به اینکه میزان انباشتگی و عدد کوئوردیناسیون این سه نوع سیستم تبلور نزدیک به یکدیگر و یا برابر است، سطح انرژی و میزان پایداری آنها نیز به یکدیگر نزدیک است، از اینرو با تغییر شرایط، امکان تبدیل این سه نوع شبکه به ویژه دو سیستم انباشته، به یکدیگر وجود دارد. بر این اساس مدیفیکاسیونهای آلوتروپی (Allotropic modifications) و پدیده آلوتروپی یعنی وجود چند شکل بلوری برای یک عنصر را می‌توان به خوبی توجیه کرد. مثلاً آهن می‌تواند بسته به دما، در سیستم مکعبی مرکز پر و یا مکعبی با وجوه مرکز پر تبلور شود:



در شکل ۶، سلول واحد چهار نوع بلور آهن، دمای تبدیل و طول یال هر سلول واحد، نشان داده شده است:



شکل ۶

در جدول ۱، سیستمهای تبلور فلزات اصلی و فلزات گروههای IA و IIA و عناصر واسطه دسته d و مدیفیکاسیونهای آنها مشخص شده است.

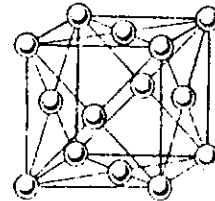
در این جدول حروف a, b, c که در زیر علائم اختصاری فلزات آمده است، به ترتیب نشانه سیستمهای مکعبی با وجوه مرکز پر، هگزاگونال انباشته و مکعبی مرکز پر است.

جدول ۱

Li c	Bc b									
Na c	Mg b									
K c	Ca a,b	Sc a,b	Ti b,c	V c	Cr b,c	Mn —	Fe a,c	Co a,b	Ni a,b	Cu a
Rb c	Sr a	Y b	Zr b,c	Nb c	Mo b,c	Tc b	Ru a,b	Rh a	Pd a	Ag a
Cs c	Ba c	La a,b	Hf b,c	Ta c	W c	Re b	Os a,b	Ir a	Pt a	Au a

هر ذره با ۱۲ ذره دیگر با کوتاهترین فاصله پیوند دارد (C.N=12) است. مثلاً چون در شبکه بلور هر راس بین ۸ مکعب مشترک است، پس هر ذره در راس با ۴ وجه از مکعبهای پایین و مرکز ۴ وجه از بالا و مرکز ۴ وجه افقی که کوتاهترین فاصله را با آن دارند، پیوند دارد.

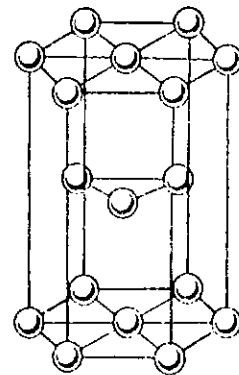
فلزاتی که در این سیستم تبلور می‌شوند، عبارتند از: نیکل، مس، نقره، پالادیم، پلاتین، کلسیم، استرونیوم، آلومینیم و...



شکل ۳

قابل توجه است که در برخی از منابع این سیستم را مکعبی انباشته (Cubic closest Packed = C.C.P) نیز می‌نامند.

ج- سیستم هگزاگونال انباشته (Hexagonal closest Packead = H.C.P) که مانند سیستم مکعبی با وجود مرکز پر، سیستمی انباشته بوده و حدود ۲۶ درصد فضای بین ذرات در آن خالی است. ذرات فلز در رؤس و مرکز دو قاعده در یک سلول واحد هگزاگونال (منشور با قاعده‌های ۶ ضلعی) و تعداد سه ذره فلز نیز در سه رأس یک مثلث به فاصله مساوی از دو قاعده مطابق شکل ۵ قرار دارند در نتیجه هر ذره مانند سیستم مکعبی انباشته با ۱۲ ذره دیگر با کوتاهترین فاصله پیوند دارند. مثلاً ذره‌ای که در مرکز هر قاعده قرار دارد با ۶ ذره در رأسهای



شکل ۴

تاکنون بیش از ۴۰۰ آلوتروپ برای اجسام ساده شناخته شده است.

ماهیت پیوند فلزی (Metallic bond)

همانطوری که گفته شد، فلزات عمدتاً در سیستمهای نیم انباشته و یا انباشته مکعبی و یا هگزاگونال متبلور می شوند که در آنها هر اتم فلز با ۸ یا ۱۲ اتم دیگر فلز تماس دارد. حال این سوال پیش می آید که هر اتم فلز با توجه به تعداد اربیتال های تک الکترونی کم و نیز تعداد الکترونها کمی که در لایه ظرفیت خود دارند، چگونه می توانند این همه پیوندها را با اتمهای دیگر تشکیل دهند؟

پدیدهی است که این پیوندها نمی توانند از نوع کووالانسی باشد، زیرا در این صورت هر فلز باید مثلاً ۱۲ الکترون منفرد و یا به عبارت دیگر ۱۲ اربیتال تک الکترونی داشته باشد، که چنین امکانی وجود ندارد. با توجه به الکتروپوزیتیوی اتم فلزات، ممکن است تصور شود که اتم فلزی تواند این تعداد الکترونها را از دست داده به کاتیون تبدیل شود. ولی با در نظر گرفتن انرژیهای یونیزاسیون متوالی، به ویژه در فلزات واسطه که نسبتاً زیاد است و با توجه به اینکه اتم نوع دیگری که بتواند این الکترونها را جذب کرده و به صورت آنیون در آید، در بلور فلزات وجود ندارد، شواهد تجربی نیز وجود آنیونها را در شبکه بلور فلزات، تأیید نمی کند. پس پیوند فلزی نمی تواند از نوع پیوند یونی باشد.

ماهیت پیوند فلزی را باید بر اساس رسانایی الکتریکی و ویژگی این رسانایی که حتی در حالت جامد و کاملاً خشک و بدون اینکه تغییری در ساختمان، خواص فیزیکی و یا خواص شیمیایی فلز روی دهد، صورت می گیرد، توجه کرد. با توجه به اینکه، به محض وارد شدن الکترون از یک منبع مولد جریان در یک نقطه از فلز، الکترون از نقاط دیگر شبکه خارج می شود. به عبارت دیگر، فلز جریان برق را به خوبی از خود عبور می دهد، برای توجیه این آزادی حرکت الکترونها در شبکه بلور فلزی، باید قبول کرد که الکترونها لایه ظرفیت اتم فلز در بلور کاملاً غیر مستقرند. یعنی تحت تأثیر جاذبه هسته اتم یعنی از شبکه بلور قرار نداشته، بلکه به اربیتالهای مولکولی کل شبکه بلور تعلق دارد و در حقیقت می توان این الکترونها را غیر مستقر را به صورت گاز الکترونی (Electron gas) در نظر گرفت و یا به صورت دریای الکترونی (Electron sea) تصور کرده و باقیمانده مثبت اتم فلز را در این دریای الکترونی سه بعدی غوطه ور دانست. جاذبه الکتروستاتیکی بین هسته ها و این الکترونها، دافعه آنها نسبت به یکدیگر تا حدی کاهش داده و جاذبه بین این دریای الکترونی و ذرات مثبت فلز غوطه ور

در آنها، پیوند ذرات فلز و انسجام و پیوستگی توده فلز را تأمین می کند.

توجه

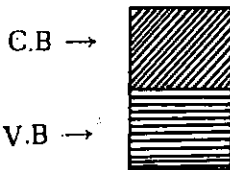
از ویژگیهای پیوند فلزی این است که جهت خاصی ندارد بلکه در تمام جهتها اعمال می شود (برخلاف پیوندیونی که در راستای معینی اعمال می شود).

توجیه خواص فیزیکی و مکانیکی فلزات

I) رسانایی الکتریکی

آنچه که در کتاب درسی سال دوم دوره دبیرستان، در مورد توجیه رسانایی الکتریکی فلزات گفته شد، جامع و اساسی نیست. چگونگی رسانایی الکتریکی فلزات را باید بر اساس نظریه باند نرژهای انرژی (Energy levels band) که نظریه باند جامدات نیز نامیده می شود، توضیح داد. این نظریه بر اساس نظریه اربیتال مولکولی در مورد پیوند شیمیایی و تعمیم آن به فلزات، توسط بلاک (در سال ۱۹۲۸) ارائه شد، البته بحث کامل در مورد این نظریه طولانی و خود موضوع یک مقاله جداگانه است. در اینجا، سعی می شود از نتایج به دست آمده از آن در توجیه رسانایی فلزات استفاده شود.

بر اساس این نظریه، مجموعه ای نهایتاً زیادی از اربیتالهای پر، نیم پر و یا خالی لایه ظرفیت اتمهای فلز در شبکه بلور، مجموعه ای از اربیتالها یا ترازهای انرژی مولکولی را سطح آنها فوق العاده به یکدیگر نزدیک است، تشکیل می دهد. از اینرو، اصطلاحاً باند ترازهای انرژی نامیده می شود. سطوح پایین تر این ترازها که معمولاً پر است باند ظرفیت (Valence band = V.B) و سطوح فوقانی آنها که خالی است، باند رسانایی (Conduction band = C.B) نامیده می شود. در فلزاتی که لایه ظرفیت اتم آنها نیم پر است مانند فلزات قلیایی، نیسی از ترازهای انرژی که پایین تر قرار داشته و پرند، باند ظرفیت و نیم دیگر لایه ظرفیت که خالی است و بالاتر قرار دارد، قسمتی از باند رسانایی را تشکیل می دهد و دو باند کاملاً در مجاورت یکدیگر مطابق شکل ۷ قرار دارند، از اینرو، با صرف انرژی بسیار کمی که از حد انرژی گرمایی محیط کمتر است، الکترون به آسانی می تواند از باند ظرفیت به باند رسانایی وارد شود و این همان مفهوم رسانایی الکتریکی فلزات است.



شکل ۷

است که فلزات واسطه و سنگین از فلزات سبکتر رسانا ترند.

توجه ۳

در فلزات واسطه هر چه تعداد اربیتالهای تک الکترونی لایه ظرفیت کمتر و تراز s لایه ظرفیت نیم پر باشد، در این صورت امکان شرکت الکترونها در پیوند کووالانسی بین اتمهای فلز در شبکه بلور کمتر و الکترونها غیر مستقر، آزادی حرکت بیشتری در انتقال از باند ظرفیت به باند رسانایی را دارند. بر همین اساس است که قدرت رسانایی فلزات واسطه گروه IB (یعنی مس، نقره و طلا) از عناصر دیگر بیشتر است. در جدول ۲، رسانایی ویژه فلزات (بر حسب $10^4 \Omega^{-1} \text{cm}^{-1}$) جهت اطلاع و مقایسه، داده شده است. رجوع شود به صفحه ۲۹

توجه ۴

با توضیحی که داده شد، روشن می شود که چرا وجود ناخالصی در بلور فلزات گروه IB، قدرت رسانایی آنها را به شدت کاهش می دهد. در جدول ۲، برای نمونه، نتایج تأثیر منگنز (که پنج اربیتال تک الکترونی و تراز ظرفیت s پر شده دارد)، به عنوان ناخالصی، بر رسانایی فلز مس (که تراز d لایه ظرفیت آن کاملاً پر و تراز s لایه ظرفیت آن نیم پر است) نشان داده شده است:

جدول ۲

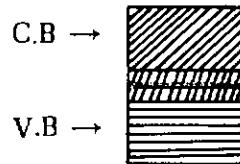
درصد منگنز				
۳	۲	۱	۵	
۸	۱۲	۲۵	۵۹	$(10^4 \Omega^{-1} \text{cm}^{-1})$

تأثیر دما بر رسانایی فلزات - تفاوت رسانایی فلزات و نیم رساناها

همانطوری که قبلاً اشاره شد، از ویژگی رسانایی فلزی این است که با افزایش دمای فلز، از شدت آن کاسته می شود. علت چنین رویدادی را این طور می توان توجیه کرد که با افزایش دما، نه تنها انرژی جنبشی الکترونها غیر مستقر شبکه بلور زیاد می شود، بلکه حرکت نوسانی کاتیونهای فلز نیز شدت می یابد. به حدی که در مقابل حرکت منظم الکترونها غیر مستقر شبکه از باند ظرفیت به باند رسانایی، مانند مانعی عمل می کند و موجب کاهش رسانایی می شود. بر همین اساس است که رسانایی فلز در دمای صفر مطلق، (رسانایی فلز بیشترین مقدار خود را دارد (superconductivity).

در مورد نیم رساناها، چون در دماهای کم عمل رسانایی صورت نمی گیرد، زیرا مستلزم صرف مقداری انرژی است. افزایش دما که این مقدار انرژی را به صورت انرژی جنبشی الکترون تامین می کند، امکان عبور الکترون از سد پتانسیل باند ممنوعه و وارد شدن آن در باند رسانایی فراهم می کند. از اینرو،

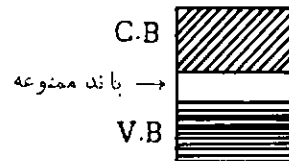
در مورد فلزاتی مثلاً فلزات قلیایی خاکی که لایه ظرفیت (ns^2) اتم آنها پر است این ترازهای پر، باند پر شده ظرفیت را تشکیل می دهد و در مقایسه با فلزات قلیایی، قاعدتاً نباید رسانا باشد، ولی ترازهای خالی $2p$ اتم آنها در نقش باند رسانایی (مطابق شکل ۸) با باند ظرفیت همپوشانی دارد. در نتیجه، الکترونها به آسانی از باند ظرفیت به باند رسانایی وارد می شوند و این فلزات کاملاً رسانا می باشند.



شکل ۸

توجه ۱

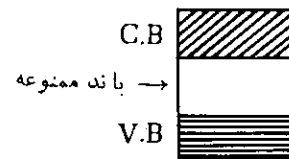
در مورد مواد نیم رسانا (مانند سلنیم یا سولفید سرب) برعکس فلزات، بین باند ظرفیت و باند رسانایی (مطابق شکل ۹) باند بسیار باریکی به نام باند ممنوعه وجود دارد و انتقال الکترون از باند ظرفیت به باند رسانایی مستلزم صرف مقداری انرژی (Gap energy) است.



شکل ۹

در برخی از نیم رساناها، امکان انتقال الکترون از باند ظرفیت به باند رسانایی با جذب انرژی نور سفید، امکان پذیر است این پدیده را اصطلاحاً نیم رسانایی نوری (Photoconduction) و این نوع نیم رساناها را رساناهای نوری می نامند. مانند سلنیم که از آن در تهیه چشمهای الکتریکی و پیلهایی که با نور کار می کنند (فتوسل: Photocell) استفاده می شود.

در مواد نارسانا (insulator) مطابق شکل ۱۰، پهنای باند ممنوعه به اندازه ای زیاد است که حتی در دماهای بالا و صرف انرژی زیاد انتقال الکترون از باند ظرفیت به باند رسانایی، ممکن نیست.



شکل ۱۰

توجه ۲

هر چه ترازهای انرژی اتم فلز به یکدیگر نزدیکتر باشد، باندها فشرده تر و همپوشانی باند ظرفیت و باند رسانایی بیشتر می شود و قدرت رسانایی فلز نیز بیشتر می شود بر همین اساس

هرچه دمای نیم رسانا بالاتر برود، شدت رسانایی آن بیشتر می‌شود.

توجیه علت رسانایی گرمایی فلزات

وقتی يك نقطه از فلز در اثر حرارت گرم می‌شود، در حقیقت، الکترونهاى غیر مستقر در آن نقطه از بلور فلز، انرژی گرمایی را جذب کرده و انرژی جنبشی آنها افزایش می‌یابد و چون این الکترونها در سراسر شبکه بلور فلز کاملاً آزادی حرکت دارند، انرژی گرمایی را به صورت انرژی جنبشی، از آن نقطه به نقاط دیگر شبکه، در تمام جهتها، به سرعت منتقل می‌کنند.

توجه

در مایعات و یا جامدات غیر فلزی، چون انتقال گرماء عمدتاً توسط ذرات فوق العاده بزرگتر و سنگینتر از الکترون (یعنی مولکولها، یونها و یا اتمها) صورت می‌گیرد و می‌دانیم که سرعت حرکت این ذرات از سرعت حرکت الکترون کمتر است، از اینرو، رسانایی گرمایی آنها از فلزات کمتر و گاهی بسیار کم و یا نامحسوس است.

توجیه جلا و درخشندگی سطح صیقلی فلزات

همانطوری که اشاره شد، سطوح انرژی الکترونی در باند ترازهای انرژی بلور فلزات، فوق العاده به یکدیگر نزدیکند، به طوری که انتقال الکترون از هر تراز به تراز دیگر باندها، امکان پذیر است. از اینرو وقتی نور سفید به سطح تمیز شده و صیقلی فلزات می‌تابد، امکان جذب انرژی تمام رنگهای آن توسط فلز و انتقال الکترونهاى آن به ترازهای مناسب بالاتر، وجود دارد. الکترونها در برگشت از تراز بالاتر به تراز اصلی، تمامی انرژی جذب شده نور سفید یعنی تمام رنگهای آن و در نتیجه نور سفید را به طور کامل بازتاب می‌دهند (یعنی همان کاری که سطح آینه انجام می‌دهد). از اینرو، سطح فلز مانند سطح آینه، درخشان دیده می‌شود و یا به اصطلاح دارای جلای فلزی است و بر همین اساس است که اصولاً آینه‌ها را تهیه می‌کنند.

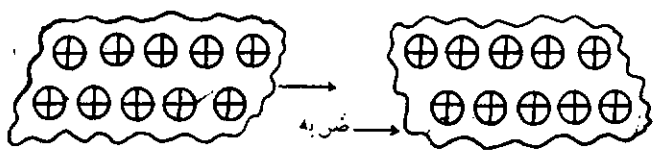
توجه

در برخی از فلزات، تمامی انرژی نور سفید ممکن است جذب نشود و یا در صورت جذب شدن، بازتاب نیابد، در این صورت است که فلز رنگی دیده می‌شود. مانند مس که به رنگ سرخ و یا طلا که به رنگ زرد (زرد طلایی) دیده می‌شود.

توجیه انعطاف پذیری و قابلیت تغییر شکل و استحکام فلزات

ذرات فلز در شبکه بلور، در صفحات معینی که فواصل

مشخصی با یکدیگر دارند، در توده ابر الکترونی، غیر مستقر لایه والانس فلز قرار دارند و همان طوری که قبلاً اشاره شد، پیوند ذرات فلز، توسط چنین ابر الکترونی، در تمام جهتها تأمین می‌شود. بر همین اساس و به علت اینکه پیوند فلزی جهت خاصی ندارد (برخلاف پیوند مستقر کووالانسی)، همان طوری که در شکل ۱۱ نشان داده شده است، ذرات فلز در اثر فشار و یا مثلاً ضربه چکش، نسبت به یکدیگر جا به جا می‌شوند و یا صفحات بلور بر روی یکدیگر می‌لغزند، بدون اینکه، پیوند بین آنها گسسته شود و توده فلزی از هم پاشد (در صورتی که علت جهت دار بودن پیوند یونی، جامدات یونی در اثر ضربه یا فشار در راستای معینی گسسته می‌شوند).

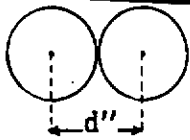


شکل ۱۱

با توجه به اینکه قدرت پیوند فلزی (که منشأ الکترو - ستاتیکی دارد). از نیروهای واندروالی فوق العاده بیشتر و در حدود قدرت پیوند یونی است. از اینرو، وقتی ضربه و یا فشاری به توده فلزی وارد می‌شود، انسجام خود را از دست نمی‌دهد بلکه متناسب با نوع و شدت تحمیل وارد شده، در آرایش ذرات آن نسبت به یکدیگر در شبکه بلور، تغییراتی حاصل می‌شود و در اثر این تغییر آرایش و جا به جایی، فلز وضعیت و شکل جدیدی را به خود می‌گیرد. بر این اساس است که قابلیت انعطاف، چکش خواری، تورق، مفتول شدن، قابلیت هر نوع تغییر شکل، استحکام و پیوستگی فلزات در مقابل کشش و فشار (تا حد معین) را می‌توان کاملاً توجیه کرد.

چرا برخی فلزات به ویژه مس را چکش کاری می‌کنند؟

بررسیهایی که بر روی قدرت پیوندی فلز و انرژی شبکه بلور، به عمل آمده، نشان می‌دهد که هرچه فاصله ذرات فلز در بلور کوتاهتر و ابعاد سلول واحد کوچکتر باشد، به عبارت دیگر، هرچه درجه انباشتگی ذرات در بلور بیشتر باشد، دانسیته ابر الکترونی غیر مستقر در شبکه بلور افزایش یافته و در نتیجه بر استحکام و مقاومت و سختی فلز افزوده می‌شود. بر همین اساس است که برخی فلزات را چکش کاری می‌کنند زیرا این عمل باعث کاهش حجم توده فلز و افزایش دانسیته ابر الکترونی غیر مستقر و بالا رفتن میزان استحکام آن می‌شود (همان طوری که بعداً اشاره خواهد شد، یکی دیگر از راههای افزودن سختی



شکل ۱۴

$$r_{(+)} + r_{(-)} = d''$$

بدیهی است که شعاع کاتیون هر فلز از شعاع اتمی و یا فلزی آن کوچکتر است:

$$r_{ion} < r_{cov} < r_M$$

برای اطلاع بیشتر علاقمندان، طول سه نوع شعاع برای فلزات واسطه دوره چهارم جدول تناوبی و عناصر اصلی مجاور آنها (برحسب A°)، در جدول ۳، داده شده است.

توضیح

در این جدول شعاع یونی Sc و Ga به کاتیونهای Sc^{3+} و Ga^{3+} و لی شعاع یونی فلزات دیگر، به کاتیون M^{2+} مربوط است.

با توجه به اینکه خواص فیزیکی فلزات به شعاع فلزی آنها بستگی دارد، اشاره‌ای کوتاه به روند تغییرات آن در اینجا، ضروری به نظر می‌رسد.

روند تغییرات شعاع فلزی

همانطوریکه جدول ۳ نشان می‌دهد شعاع فلزی (مانند شعاع اتمی یا یونی) با افزایش عدد اتمی در یک دوره به‌طور کلی کاهش می‌یابد، زیرا در هر دوره تعداد ترازهای اصلی انرژی اتم فلزات ثابت است و با افزایش عدد اتمی، تأثیر بار مؤثر هسته بر آخرین تراز، به تدریج افزایش یافته و موجب کاهش حجم اتم می‌شود.

در مورد فلزات واسطه، به علت اینکه الکترون متمایز کننده در تراز داخلی و نسبتاً گسترده d وارد می‌شود، دافعه بین الکترونها در مقابل افزایش بار مؤثر هسته، ناچیز است، در نتیجه تغییرات شعاع در عناصر واسطه هر دوره، دامنه نسبتاً محدودی دارد. همانطوری که جدول ۳ نشان می‌دهد، در عناصر واسطه هر دوره ابتدا شعاع روبه‌کاهش می‌گذارد و در گروه VIII به حداقل مقدار خود می‌رسد و در عناصر بعدی دوره رو

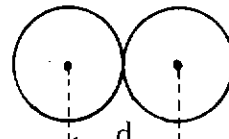
جدول ۳

فلز	K	Ce	Cs	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Oi	Cu	Zn	Ga
شعاع فلزی	۲/۳۵	۱/۹۷	۱/۶۵	۱/۴۷	۱/۳۶	۱/۳۰	۱/۲۷	۱/۲۶	۱/۴۵	۱/۲۵	۱/۲۸	۱/۴۷	۱/۴۱
شعاع اتمی	۲/۰۳	۱/۷۴	۱/۴۴	۱/۳۲	۱/۲۲	۱/۱۸	۱/۱۷	۱/۱۷	۱/۱۶	۱/۱۵	۱/۱۷	۱/۲۵	۱/۲۶
شعاع یونی	۱/۳۳	۰/۹۹	۰/۸۱	۰/۹۰	۰/۸۸	۰/۸۴	۰/۸۰	۰/۷۶	۰/۷۴	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۷۴	۰/۶۲

و استحکام فلزات، آلیاژ کردن آنهاست).

توضیح در مورد مفاهیم شعاع فلزی، شعاع اتمی و شعاع یونی فلزات

در مورد فلزات معمولاً با سه نوع شعاع سروکار داریم: (I) شعاع فلزی (r_M) - که برحسب قرارداد، برابر نصف فاصله بین هسته‌های دو اتم فلز که در مجاور یکدیگر به‌طور مناسب در شبکه بلور قرار دارند (شکل ۱۲) در نظر گرفته می‌شود.

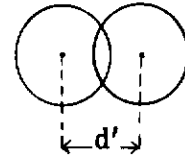


شکل ۱۲

$$r_m = \frac{d}{2}$$

(II) شعاع اتمی یا کووالانسی (r_{cov})

که برحسب قرارداد برابر نصف طول پیوند کووالانسی بین دو اتم فلز (مثلاً در مولکول دو اتمی آن در حالت گازی) مطابق (شکل ۱۴) در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۱۳

$$r_{cov} = \frac{d'}{2}$$

توضیح

با توجه به شکل‌های ۱۱ و ۱۲، همواره شعاع اتمی هر فلز از شعاع فلزی آن کوچکتر است.

شعاع یونی (r_{ion}) - که برابر شعاع کاتیون در ترکیبات یونی آن است و به روش پراش پرتوهای X توسط بلور و معلوم بودن شعاع آنیون، مطابق شکل ۱۴، معین می‌شود.

به افزایش می‌گذارد که می‌توان علت آنرا براساس افزایش تعداد الکترونها در تراز d و در نتیجه قابل توجه شدن مقدار نیروهای دافعه بین آنها که موجب افزایش حجم اتم می‌شود، توضیح داد.

اگر به تغییرات شعاع فلزی در گروهها توجه شود، ملاحظه خواهد شد که تا دوره پنجم، با افزایش عدد اتمی در گروهها، شعاع فلزی رو به افزایش گذارد (به علت اضافه شدن تعداد ترازهای اصلی). ولی بین شعاع عناصر دوره پنجم و ششم (و یا هفتم) تفاوت محسوس و چشمگیری وجود ندارد. این مطلب در مورد چند گروه به عنوان نمونه، در جدول ۴ نشان داده شده است.

خاکی سبک را باید از این قاعده کلی مستثنی دانست).
سبکترین فلز، لیتیم با جرم حجمی $0/53$ گرم بر سانتیمتر مکعب (یعنی خیلی سبکتر از آب) و سنگینترین فلز اسمیم با جرم حجمی $22/5$ گرم بر سانتیمتر مکعب است. یادآوری می‌شود که جرم حجمی ایریدیم خیلی به اسمیم نزدیک است ($22/4$ گرم بر سانتیمتر مکعب).

مهمترین عوامل مؤثر و تهیه کننده جرم حجمی فلزات عبارتند از:

۱- اندازه شعاع فلزی که هر چه کوچکتر باشد، حجم اتمی فلز کوچکتر و در نتیجه جرم حجمی آنها بیشتر خواهد بود.

جدول ۴

دوره	گروه IIA	شعاع (A°)	تفاوت	گروه IVB	شعاع (A°)	تفاوت	گروه IB	شعاع (A°)	تفاوت	گروه IIIA	شعاع (A°)	تفاوت
چهارم	Ca	1/97	0/18	Ti	1/47	0/16	Cu	1/28	0/16	Ga	1/41	0/25
پنجم	Sr	2/15	0/07	Zr	1/44	0/02	Ag	1/44	0/02	In	1/66	0/05
ششم	Ba	2/22		Hf	1/46		Au	1/26		Tl	2/71	

۲- سیستم تبلور که هر چه انباشته تر باشد، جرم در واحد حجم شبکه بلور فلز بیشتر خواهد بود.

۳- امکان تشکیل پیوند کووالانسی بین اتمها در شبکه بلور که موجب افزایش نیروهای جاذبه بین ذرات فلز و کاهش فاصله آنها و در نتیجه بیشتر شدن جرم حجمی فلز می‌شود، بر همین اساس است که فلزات قلیایی و قلیایی خاکی که یا در سیستمهای نیم انباشته تبلور می‌شوند و یا اینکه شعاع فلزی آنها بزرگتر است و امکان تشکیل پیوند کووالانسی بین ذرات آنها در شبکه بلور وجود ندارد جرم حجمی نسبتاً پایین دارند. ولی فلزات واسطه که عمدتاً در سیستمهای انباشته تبلور می‌شوند، به علت کوچک بودن شعاع فلزی و داشتن ارتباطهای d تک الکترونی، امکان تشکیل پیوند کووالانسی بین ذرات آنها در شبکه بلور وجود دارد، دارای جرم حجمی بالا بوده و سنگین-ترین فلزات همان طور که اشاره شد جزو فلزات واسطه اند.

بررسی روند تغییرات جرم حجمی فلزات واسطه

همان طور که شکل ۱۵ (الف و ب) نشان می‌دهد، اولین عنصر هر دوره، یعنی فلز قلیایی کمترین جرم حجمی را دارد و با افزایش عدد اتمی، جرم حجمی به تدریج افزایش یافته و در عناصر میانی هر سری واسطه، به بالاترین مقدار خود می‌رسد

علت را می‌توان تا حدی (به ویژه در مورد عناصر گروه IIA) به افزایش بار مؤثر هسته در اتم فلزات دوره ششم که از افزایش حجم اتم به میزان قابل توجهی جلوگیری می‌کند ولی عمدتاً به پدیده انقباض لانتانیدی - (Lanthanid contraction) در عناصر واسطه و عناصر اصلی دسته p نسبت داد.

توضیح درباره پدیده انقباض لانتانیدی

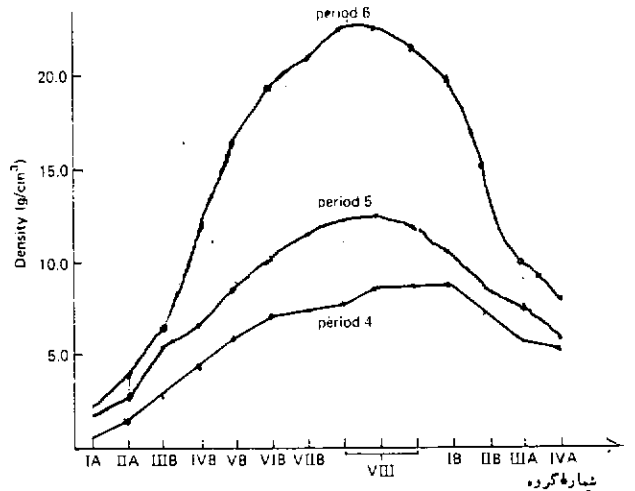
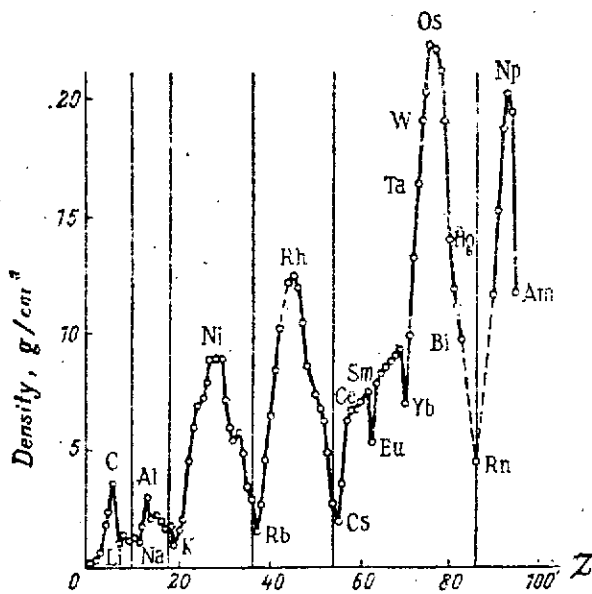
چون تراز f ، تراز داخلی و نسبت به ترازهای p و d گسترده تر است، از این رو الکترون متمایز کننده عناصر لانتانید که در تراز f وارد می‌شود، اولاً دافعه کمتری اعمال می‌کند ثانیاً اثر چندانی در کاهش بار مؤثر هسته ندارد. در نتیجه شعاع فلزی لانتان که برابر $1/88 \text{ \AA}$ است در آخرین عنصر لانتانید یعنی لوتسیم به $1/75 \text{ \AA}$ کاهش می‌یابد و اثر این کاهش که اصطلاحاً اثر انقباض لانتانیدی موسوم است یکی از عوامل مؤثر در کاهش شعاع اتمهای فلزات واسطه و عناصر اصلی بعد از لانتانیدها است.

بررسی جرم حجمی فلزات

به طور کلی، جرم حجمی فلزات نسبت به غیر فلزات (به حالت جامد) بیشتر است (هر چند که فلزات قلیایی و قلیایی

۱- شعاع فلزی ۲- سیستم تبلور ۳- امکان تشکیل پیوند کووالانسی و تعداد آنها. البته در اینجا باید عامل دیگری یعنی تعداد الکترونها را که هر اتم فلز در برابر الکترونی غیرمستقر شبکه بلور شرکت می‌دهد را نیز اضافه کرد که هر چه بیشتر باشد،

و از آن پس تا فلزات اصلی گروه چهارم مجدداً کاهش می‌یابد. علت چنین رویدادی همان تغییرات شعاع فلزی، سیستم تبلور و امکان تشکیل پیوند کووالانسی است که به آنها اشاره شد.



قدرت پیوند فلزی بیشتر و دمای ذوب فلز بالاتر خواهد رفت. با در نظر گرفتن این عوامل می‌توان به آسانی دریافت که چرا: مثلاً نقطه ذوب فلزات قلیایی نسبتاً پایین است و یا دمای ذوب فلز قلیایی خاکی هر دوره از فلز قلیایی قبل از خود بالاتر است؟ (زیرا علاوه بر کاهش طول شعاع و تأثیر سیستم تبلور تعداد الکترونها را که هر اتم فلز قلیایی خاکی در دریای الکترونی شبکه بلور وارد می‌کند، نسبت به فلزات قلیایی دو برابر می‌شود).

در هر گروه نیز از بالا به پایین جرم حجمی فلزات افزایش می‌یابد، مثلاً در گروه IB جرم حجمی مس، نقره و طلا به ترتیب برابر ۸/۹۶، ۱۰/۵ و ۱۹/۳۲ گرم بر سانتیمتر مکعب است. با توجه به اینکه هر سه فلز در سیستم مکعبی انباشته (با وجوه مرکز پر) متبلور می‌شوند و شعاع آنها به ترتیب برابر ۱/۲۸، ۱/۴۳ و ۱/۴۶ آنگستروم بوده و آرایش الکترونی آنها یکسان است. علت افزایش جرم حجمی از مس تا طلا را باید به افزایش بار مؤثر هسته و کاهش فاصله بین ترازهای الکترونی (بیش از حد مورد انتظار) در مس و طلا، نسبت داد.

توجیه روند تغییرات نقطه ذوب فلزات

بین نقاط ذوب فلزات در هر دوره تفاوت نسبتاً زیادی وجود دارد. همانطوریکه جدول ۱۶ نشان می‌دهد، روند تغییرات نقطه ذوب مشابه روند تغییرات جرم حجمی فلزات است. یعنی به طور کلی در هر دوره فلز قلیایی پایین‌ترین نقطه ذوب را دارد و با افزایش عدد اتمی، دمای ذوب افزایش می‌یابد تا در فلزات واسطه میانی به ماکزیمم می‌رسد و از آن پس تا عناصر گروههای IIB یا IIIA کاهش می‌یابد.

در گروهها، به ویژه در مورد فلزات قلیایی و قلیایی خاکی، با افزایش عدد اتمی نقطه ذوب کاهش می‌یابد، زیرا در این دو گروه از فلزات، با افزایش عدد اتمی شعاع فلزی به طور نسبتاً منظم افزایش می‌یابد که موجب افزایش فاصله ذرات فلز در شبکه بلور و کاهش دانسیته ابر الکترونی غیر مستقر و کاهش

توجه

همانطوری که شکل ۱۳ نیز نشان می‌دهد جرم حجمی فلزات واسطه دوره ششم نسبت به فلزات واسطه دوره پنجم و چهارم بیش از حد مورد انتظار، بالاتر است. علت آن همان اثر انقباض لانتانیدی در عناصر واسطه دوره ششم است.

بررسی نقطه ذوب فلزات

نقطه ذوب فلزات نسبت به غیر فلزات (به جز غیر فلزات گروه IVA مانند کربن و سیلیسیم) بیشتر است. عواملی که در نقطه ذوب فلزات مؤثرند، در حقیقت همان عواملی اند که موجب افزایش قدرت پیوند فلزی می‌شوند و تقریباً همان عوامل مؤثر در جرم حجمی فلزات می‌باشند که عبارتند از:

انرژی شبکه می شود. در صورتی که در فلزات اصلی گروه سوم، چنین نظمی وجود ندارد. به علاوه، در مورد فلزات واسطه، امکان تشکیل پیوند کووالانسی، تفاوت سیستم تبلور و آلوتروپی نیز دخالت می کنند. در نتیجه نظم معینی در روند تغییرات نقطه ذوب در فلزات گروه سوم و یا فلزات واسطه به چشم نمی خورد.

توجه

فلزات خالص غالباً به علت فعالیت شیمیایی زیاد، نرمی، نداشتن استحکام قابل توجه و ختنی رسانایی زیاد و... خواص مطلوب و مناسب برای کاربردهای گوناگون جهت تهیه وسایل ابزار مورد نیاز خانگی، تجاری، صنعتی، آزمایشگاهی، پزشکی و تحقیقاتی را ندارند. از اینرو جوابگوی نیازهای زندگی امروزی نبوده و ارزش و اهمیت چندانی نمی تواند داشته باشد. بررسی های دقیق نشان داده است که وجود ناخالصی، موجب بروز تغییراتی در خواص فلزات خالص می شود مثلاً بر سختی و استحکام آنها می افزاید، از رسانایی الکتریکی و فعالیت شیمیایی آنها می کاهد و... به طریقی که خواص و ویژگیهای مطلوب جهت مصرف مورد نظر در آنها حاصل می شود. در این صورت است که ارزش و اهمیت واقعی خود را بازمی یابند و بر همین اساس است که، نقش آلیاژ فلزات در پیشرفت صنایع، علوم و تحقیقات روشن می شود. از اینرو، بررسی کوتاه آلیاژها در اینجا ضروری به نظر می آید.

آلیاژها (Alloys)

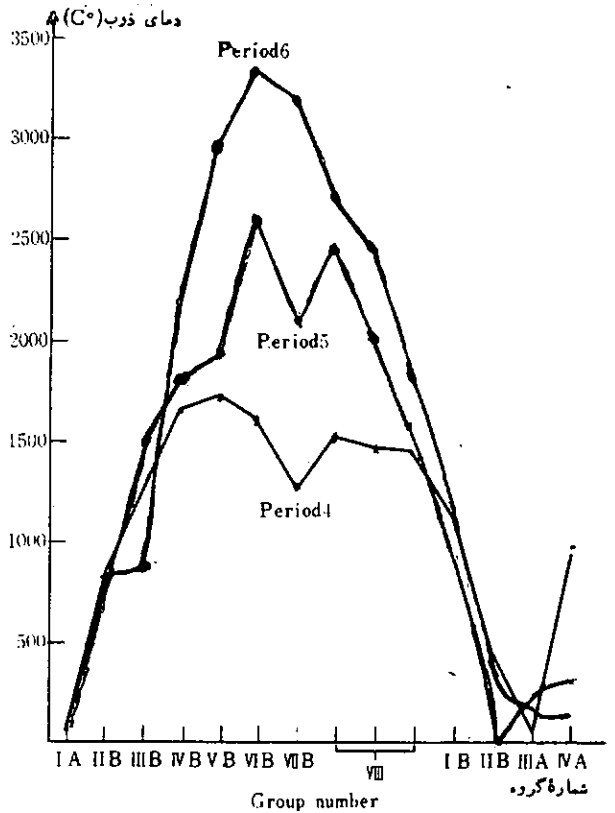
از ویژگیهای مهم فلزات، قابلیت امتزاج آنها با فلزات و یا غیر فلزات، به ویژه در حالت مذاب و تشکیل بلور فلزی مختلطی است که در حقیقت محلول یک یا چند جامد در جامد دیگر است و اصطلاحاً محلول جامد (Solid solution) نامیده می شود و به نام آلیاژ موسومند.

آلیاژهای فلزی را از نظر تعداد و نوع عناصر تشکیل دهنده آنها، می توان به سه دسته تقسیم کرد:

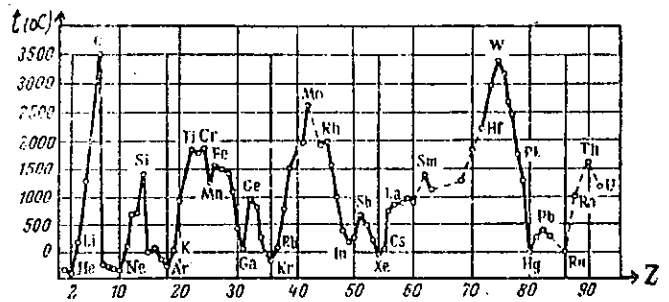
- ۱- آلیاژ دو یا چند فلز با یکدیگر. مانند ورشو (Brass) که آلیاژی از فلزات مس و روی می باشند.
- ۲- آلیاژ فلز با غیر فلزاتی که اتم آنها نسبتاً کوچک است نظیر نیتروژن بور، کربن، و نیتروژن. مانند چدن و یا فولاد که آلیاژی آهن و کربن است.
- ۳- آلیاژ چند فلز و غیر فلز. مانند فولاد منگنزدار که آلیاژی از آهن و منگنز و کربن است.

توجه

آلیاژها غالباً از دو یا چند فاز به حالت تعادل وجود دارند و آلیاژی تک فازی بسیار کمیابند، مانند آلیاژ نقره و طلا، که در این صورت تقریباً همان نرمی، چکش خواری و شکل پذیری فلز خالص را دارند.



الف



ب

شکل ۱۶

توضیح

علت پایین بودن نسبی نقاط ذوب منگنز و تکنسیم در گروه VIIB را می توان عمدتاً به سیستم تبلور غیر انباشته آنها نسبت داد. بر همین اساس است که کروم با وجود داشتن شعاع

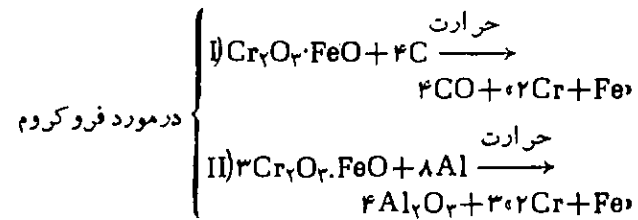
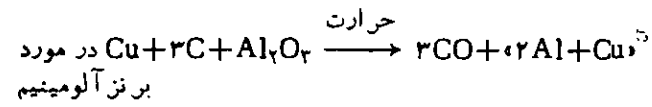
روش‌های تهیه آلیاژها

آلیاژهای مختلف را معمولاً به روشهای متفاوتی تهیه می‌کنند که به چهار نمونه مهم و متداول آن اشاره می‌شود:

۱- روش ذوب کردن که در مورد آلیاژهایی نظیر برنج، برنز ویا ورشو متداول است.

۲- روش فشردن و متراکم کردن (compression) که در مورد آلیاژ لیمیم و آلیاژهای دیگر قلع و سرب متداول است (در این روش اجزای آلیاژ را به صورت ورقه‌های نازکی روی هم گذاشته و زیر دستگاه پرس قوی، قرار می‌دهند).

۳- روش شیمیایی که در مورد آلیاژ برنز آلومینیم (Al: ۱۰% و Cu: ۹۰%) ویا آلیاژ فروکروم (Cr: ۶۷% و Fe: ۳۳%) متداول است:



۴- روش الکترولیز

این روش در مورد آلیاژهای روی و مس مثلاً برنج و... به کار می‌رود. در این روش ابتدا روی و مس را به صورت نمکهای محلول $K_2[Cu(CN)_4]$ و $K_2[Zn(CN)_4]$ درمی‌آورند و مخلوط آنها را به عنوان الکترولیت، تحت پتانسیل مناسبی، الکترولیز می‌کنند تا Zn و Cu با هم در کاتد ته‌نشین شوند که در این شرایط با یکدیگر آلیاژ می‌شوند.

ویژگیهای آلیاژ

همانطور که قبلاً اشاره شد، فلزات به صورت خالص خواص ویژه و مطلوب جهت برآوردن نیازهای متنوع و روز افزون زندگی امروزی را ندارند بلکه برای رفع این نیازها باید آنها را به صورت آلیاژ معینی که خواص مورد نظر را دارند درآورد. مهمترین این خواص عبارتند از:

۱- رنگ مطلوب رنگ آلیاژ معمولاً میانگینی از رنگ اجزاء تشکیل‌دهنده آن نیست. مثلاً مس رنگ قرمز و قلع رنگ سفید دارد، ولی برنز که آلیاژی از مس و قلع است، رنگ زرد طلایی زیبایی دارد که برای تهیه مدالها، مجسمه‌های کوچک و وسایل تزئینی مصرف می‌شود.

۲- خاصیت قالب‌گیری (Casting)

مثلاً آهن خالص خاصیت قالب‌گیری (که اهمیت زیادی در صنعت ریخته‌گری دارد) را ندارد. ولی وقتی با کربن به صورت آلیاژ (چدن) درمی‌آید، به علت اینکه در اثر انجماد ازدیاد حجم پیدا می‌کند، خاصیت قالب‌گیری پیدا می‌کند. همچنین، مس، سرب و آنتیموان به تنهایی خاصیت قالب‌گیری ندارند، ولی آلیاژی از این سه فلز (حسروف چاپ و ماشینهای تحریر) چنین خاصیت مهمی را پیدا می‌کند. از اینرو، حروف چاپ بسیار سخت و محکم است و در اثر فشار و کار مداوم، در مقابل خرد شدن و یا ساییده شدن، مقاومت دارد.

۳- سختی

آلیاژها معمولاً از اجزاء تشکیل‌دهنده خود سخت‌ترند. مثلاً چدن سخت‌تر از آهن و فولاد سخت‌تر از چدن و یا آلیاژ طلای ۱۸ عیار از طلا ویا مس سخت‌تر است. علت افزایش سختی آلیاژها که در حقیقت محلولهای جامدند را می‌توان به کاهش فشار بخار فلز حلال در اثر ناخالص شدن، مربوط دانست. البته در مورد آلیاژهای درون شبکه‌ای یعنی آلیاژهای فلزات واسطه با غیر فلزات، تشکیل پیوندهای کووالانسی را می‌توان عامل مؤثری در سخت شدن آلیاژها، دانست.

۴- پایین آمدن نقطه ذوب

نقطه ذوب آلیاژها معمولاً از نقطه ذوب فلز پایین‌تر است، علت همان کاهش فشار فلز در اثر ناخالص شدن است. مثلاً نقطه ذوب چدن ویا فولاد از نقطه ذوب آهن خالص کمتر است. و بر همین اساس است که آلیاژی از قلع و سرب می‌توان تهیه کرد که دمای ذوب آنها از 100°C کمتر باشد (فیوز).

۵- افزایش مقاومت در مقابل خوردگی - کاهش فساد پذیری

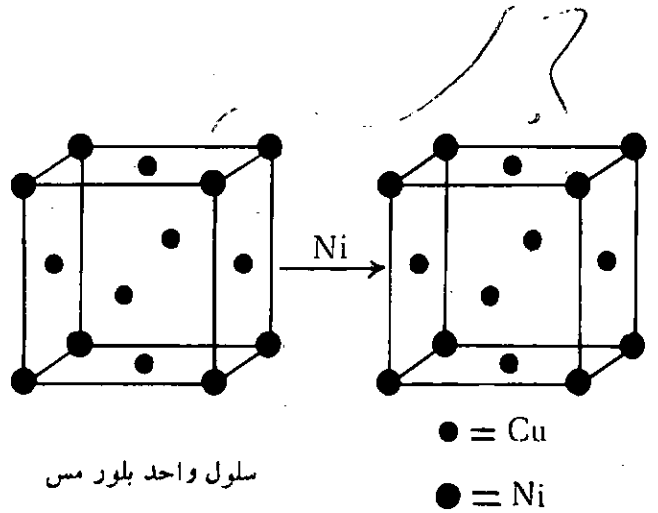
با آلیاژ کردن فلز، فعالیت شیمیایی آن کاهش می‌یابد (زیرا خود به صورت نوعی ترکیب درمی‌آید). از اینرو مثلاً ملغمه سدیم که آلیاژ جیوه و سدیم است، برخلاف سدیم خالص به آرامی با آب واکنش می‌دهد و یا آهن را می‌توان به فولاد زنگ نزن و یا ضد اسید تبدیل کرد.

تقسیم‌بندی آلیاژها از نظر ساختمان بلوری

از نظر ساختمان بلوری و طرز قرار گرفتن ذرات فلز یا غیر فلز در شبکه بلوری فلز حلال (فلزی که قسمت عمده آلیاژ را تشکیل می‌دهد) آلیاژها را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد. الف- آلیاژهای جانشینی (Substitutional alloys) این نوع آلیاژها معمولاً از دو یا چند نوع فلز که

خواص شیمیایی مشابهی داشته و شعاع فلزی آنها به یکدیگر نزدیک باشند، به وجود می آید و مانند ترکیبات ایزومرف که می توانند به هرنسبتی در ساختمان یک نوع بلور شرکت کنند، به هر نسبت و یا به نسبت‌های معینی اتمهای آنها می توانند در شبکه بلور، جای یکدیگر را بگیرند و بلوری جدید با یک فاز واحد و یا چند فاز متمایز (که هر یک نسبت مشخصی دارد) به وجود آورند.

مثلاً مس و نیکل تا حدی از نظر شیمیایی مشابه یکدیگر بوده و شعاع فلزی آنها به یکدیگر نزدیک است و هر دو در سیستم مکعبی با وجوه مرکز پر، متبلور می شوند. از اینرو مثلاً اتمهای نیکل می تواند به آسانی به جای همه یا تعداد دلخواهی از اتمهای مس در شبکه بلور آن بنشیند (و بالعکس). حال اگر در بلور فلز مس اتمهای نیکل جانشین اتمهای مس مستقر در راسهای شبکه بلور آن بشوند، مطابق شکل ۱۷، بلور مختلطی از مس و نیکل که به نام آلیاژ سکه نیکلی موسوم است، حاصل می شود.



شکل ۱۷

زیرا در هر سلول واحد بلور آلیاژ حاصل ۶ اتم مس در مرکز وجه‌ها قرار دارد. چون هر وجه بین دو سلول واحد، مشترک است؛ پس $3 = 2 \times 6$ اتم مس شرکت دارد، ۸ اتم نیکل نیز در راسهای سلول واحد قرار دارد و چون هر رأس بین ۸ سلول واحد مشترک است، پس تعداد اتمهای نیکل شرکت کننده در هر سلول واحد برابر $1 = 8 \times 8$ است (یعنی یک اتم نیکل در مقابل ۳ اتم مس و یا ۲۵ درصد نیکل و ۷۵ درصد مس).

بر همین اساس است که نقره و طلا با یکدیگر آلیاژی به نسبت ۲۵ درصد نقره و ۷۵ درصد طلا (و یا به نسبت‌های معین دیگر) می دهند.

توجه

همان طوری که اشاره شد، این نوع آلیاژهای بین فلزاتی که خواص شیمیایی مشابهی داشته و نسبت شعاع آنها از $1/14$ تجاوز نکند، تشکیل می شوند. البته هر چه تفاوت شعاعهای کمتر و این نسبت به واحد نزدیکتر باشد (مثلاً در مورد مس و نیکل $1/022 = \frac{1/28}{1/25}$ و در مورد طلا و نقره $1/014 = \frac{1/46}{1/46}$ است) درجه امتزاج پذیری دو فلز بیشتر بوده و به هرنسبت دلخواهی با یکدیگر آلیاژ می شوند و آلیاژ حاصل نیز به صورت فاز واحد و کاملاً همگن خواهد بود در غیر اینصورت ممکن است دو فلز به هر نسبت دلخواهی با یکدیگر آلیاژ نشوند و آلیاژ حاصل دارای دو یا چند فاز باشد.

ب- آلیاژهای درون شبکه‌ای (Interstitial alloys)
این نوع آلیاژها، از فلزات واسطه و غیر فلزاتی که شعاع اتمی کوچکی دارند، تشکیل می شوند، به ویژه با تیدروژن ($r = 0/37 \text{ \AA}$)، نیتروژن ($r = 0/74 \text{ \AA}$)، کربن ($r = 0/77 \text{ \AA}$) و بور ($r = 0/80 \text{ \AA}$). البته سیلیسیم، فسفر و گوگرد نیز می توانند در تشکیل این نوع آلیاژ شرکت داشته باشند. قابل توجه است که در بلور فلزات، ذرات با آرایش ۴ وجهی و یا ۸ وجهی (که مراکز آنها خالی است) در مواضع شبکه‌ای قرار دارند. مثلاً در سلول واحد مکعبی با وجوه مرکز بر نظیر بلور نیکل و یا نقره، ۸ حفره چهار وجهی و ۴ حفره ۸ وجهی وجود دارد.

مراکز خالی این چهار وجهی‌ها و هشت وجهی‌ها که اصطلاحاً مواضع یا حفره‌های درون شبکه‌ای نامیده می شوند، می توانند محل استقرار اتمهای کوچک غیر فلزاتی باشند که در تشکیل آلیاژ با فلزات واسطه شرکت می کنند؛ بر همین اساس است که این نوع آلیاژها را، آلیاژهای درون شبکه‌ای نامیده‌اند. اصولاً اتمهای کربن، نیتروژن و بور که حجم بیشتری دارند، در حفره‌های هشت وجهی که جای بیشتری دارد و تیدروژن معمولاً در حفره‌های چهار وجهی که جای کمتری دارد وارد می شود. مثلاً اوستنیت (Austenite) که آلیاژی از آهن و کربن است و سختی فولاد مربوط به آن می باشد، از قرار گرفتن اتمهای کربن در $\frac{1}{12}$ حفره‌های ۸ وجهی بلور آهن (که به صورت مکعبی با وجوه مرکز پر است) تشکیل می شود.

توجه

بعضی‌ها، این نوع آلیاژها را مانند آلیاژهای جانشینی، محلولهای جامد می دانند ولی برخی شواهد تجربی که در زیر به آنها اشاره می شود، نشان می دهد که این آلیاژها را باید جزو ترکیبات شیمیایی به حساب آورد زیرا:

فلزات که در دماهای بالا در سطح فلزات واسطه صورت می‌گیرد، از نوع جذب شیمیایی (Chemisorption) بوده و در حقیقت با تشکیل آلیاژهای درون شبکه‌ای (ترکیبات درون شبکه‌ای) همراه می‌باشد.

قابل توجه است که نقش کاتالیزوری فلزات واسطه در واکنش گازها، مثلاً سنتز آمونیاک به روش‌ها بزرگ، واکنش دی‌اکسید گوگرد با اکسیژن، تیدروژناسیون آلکنها و پاروگن-های نباتی و غیره را، به تشکیل ترکیبات درون شبکه و تبدیل پیوندهای های نسبتاً قوی اتمهای غیر فلز در مولکولهای آنها به پیوندهای نسبتاً ضعیف بین اتمهای غیر فلز و اتمهای فلز، می‌توان نسبت داد که در حقیقت، به طور غیر مستقیم تفکیک رادیکالی مولکولهای گاز و واکنش آنها با مواد مورد نظر، آسان می‌کند، به عنوان مثال، اگر بخواهیم روغن نباتی را مستقیماً با گاز تیدروژن ترکیب کنیم، به علت اینکه پیوندهای H-H بسیار قوی و انرژی آن در حدود ۱۰۴ کیلوکالری بر مول است، این عمل در دماهای بالا امکان پذیر است که در آن شرایط، ممکن است مولکول روغن تجزیه جزیه شود و یا عمل از نظر اقتصادی به صرفه مقرون نباشد، در حال سرعت واکنش کم است. ولی این عمل در مقابل نیکل در شرایطی آسان، در دماهای پایین تر و بدون اینکه روغن تجزیه و یا دگرگونی حاصل کند و با سرعت نسبتاً زیاد صورت می‌گیرد. زیرا، نیکل تیدروژن را در سطح خود جذب کرده و با آن ترکیب درون شبکه‌ای با پیوند ضعیف Ni-H تشکیل می‌دهد که انرژی آن در حدود ۳۰ کیلوکالری بر مول است چنین پیوند ضعیفی به مراتب آسانتر از پیوند قوی H-H تفکیک شده و رادیکال H^o تولید می‌کند که با پیوندهای دوگانه C=C موجود در مولکول-های روغن نباتی، واکنش افزایشی رادیکالی می‌دهد.

توجه

همین عمل با فلزات دیگر از جمله آهن و تنگستن نیز امکان پذیر است ولی چون انرژی پیوند Fe-H حدود ۳۲ و انرژی پیوندی W-H حدود ۴۵ کیلوکالری بر مول است، واکنش در دماهای بالاتر و با سرعت کمتر، صورت خواهد گرفت.

درخاتمه برای اطلاع بیشتر علاقه‌مندان، تعدادی از آلیاژهای مهم و متداول فلزات، عناصر تشکیل دهنده و درصد تقریبی آنها در جدول ۵ گردآوری شده است:

۱- با وارد شدن اتم غیر فلز در داخل حفره‌های درون شبکه‌ای، طول ابعاد سلول واحد شبکه تا حدی افزایش می‌یابد. این خود می‌تواند نشانه‌ای از برقراری پیوند بین اتمهای فلز با غیر فلز باشد که موجب کاهش قدرت و افزایش طول پیوند اتمهای فلز با یکدیگر می‌شود.

۲- عموماً فلزات واسطه‌ای که اربیتالهای d خالی یا نیم پر دارند، می‌توانند در تشکیل آلیاژهای درون شبکه‌ای شرکت کنند. از این واقعیت چنین برمی‌آید که بین اربیتالهای لایه ظرفیت اتم غیر فلز و اربیتالهای d خالی و یا نیم پر، اتمهای فلز تا حدی همپوشانی و تبادل الکترونی در مفهوم پیوند کووالانسی صورت می‌گیرد که موجب افزایش مقدار انرژی شبکه‌ای و استحکام بلور فلزی می‌شود، بر همین اساس است که آلیاژهای درون شبکه‌ای عموماً موادی فوق‌العاده سخت از خود فلز واسطه‌اند.

از طرفی بررسیها نشان می‌دهد که در بلور این نوع آلیاژها، الکترونها لایه ظرفیت اتم غیر فلز، تا حدی مانند الکترونها غیر مستقر فلزات عمل می‌کند. از اینرو، آلیاژهای درون شبکه‌ای خصلت فلزی خود را حفظ می‌کنند.

۳- اگر چه در بسیاری از موارد، فلز و غیر فلز به نسبتهای غیر استوکیومتری با یکدیگر آلیاژ می‌شوند (مانند TiH_{1/73} و یا PdH_{0.75}) ولی گاهی مانند یک ترکیب واقعی از استوکیومتری پیروی می‌کنند، مانند VN, TiC

توجه

عموماً تبدیل شدن فلز به آلیاژ، از نرمی و قابلیت انعطاف آن می‌کاهد و موجب سخت تر شدن آن می‌شود. ولی این عمل از سفتی آن (یعنی پیوستگی ذرات آن به یکدیگر) می‌کاهد. به عبارت دیگر، در مقابل ضربه و فشار شکننده تر می‌شود. در بسیاری از موارد نیز همان طوری که قبلاً اشاره شد، آلیاژ شدن فلز موجب کاهش فعالیت شیمیایی آن می‌شود. علت آنرا می‌توان بر اساس شرکت الکترونها لایه ظرفیت اتم فلز در تشکیل پیوندهای کووالانسی با اتمهای غیر فلز، که در حفره‌های درون شبکه‌ای بلور فلز قرار می‌گیرد، توجیه کرد.

توجه چگونگی عمل کاتالیزوری فلزات واسطه در واکنش گازها

جذب سطحی (Adsorption) بسیاری از گازها بر روی

جدول ۵

خواص و کاربردهای عمده	عناصر تشکیل دهنده و درصد آنها	نام متداول آلیاژ
سفید رنگ سبک و سخت - صنعت هواپیما سازی	Al ۸۵ و Mg ۱۵	منگالیم

خاکستری رنگ و زودگداز و نرم - لحیم کاری	Pb	و	Sn	لحیم								
	۵۰		۵۰									
خاکستری رنگ، دارای خاصیت قالبگیری - صنعت چاپ و ماشین تایپ	Pb	و	Sb	و	Sn	حروف چاپ						
	۸۲		۱۵		۳							
مقاوم در مقابل اسید - صنعت باطری سازی	Pb	و	Sn	صفحات باطری								
	۶۴		۶									
زرد طلایی - تهیه مدال، مجسمه های کوچک - اشیاء تزئینی	Cu	و	Sn	برنز (یا مفرغ)								
	۸۰		۲۰									
زرد خوش رنگ، محکمتر از مس - تهیه سماور و وسایل خانگی و...	Cu	و	Zn	برنج								
	۶۷		۳۳									
سفید رنگ - تهیه سکه نیکلی	Cu	و	Ni	سکه نیکلی								
	۷۵		۲۵									
سفید و نقره فام - تهیه سکه نقره	Ag	و	Cu	سکه نقره								
	۹۱		۹									
زرد طلایی. سخت، تهیه سکه طلای ۱۸ عیار	Au	و	Cu	سکه طلا								
	۹۰		۱۰									
سفید نقره فام، قابل آب نقره کاری - تهیه ظروف و وسایل تزئینی	Cu	و	Zn	و	Ni	ورشو (۱) (نقره آلمانی)						
	۶۰		۲۵		۱۵							
سفید رنگ، سبک، مقاوم - صنعت هواپیما سازی و کشتی سازی	Al	و	Cu	و	Mg	و	Mn	دور آلومین				
	۹۴/۶		۴		۰/۸		۰/۶					
سفید و نقره فام - پر کردن دندان	Hg	و	Ag	ملغمه دندان								
	۶۰		۴۰									
سفید دارای جلای نقره ای - تهیه آینه های ارزان قیمت	Hg	و	Sn	ملغمه قلع								
سخت و مقاوم، تهیه ریل آهن، تیغ	Fe	و	C	فولاد معمولی								
			۲-۰/۱									
سخت و مقاوم با ضریب انبساط حرارتی کم - تهیه موتور اتومبیل، یا ندول ساعت و...	Fe	و	Ni	و	C	فولاد نیکل دار (انوار)						
			۳۶		۰/۲							
بسیار سخت و مقاوم - تهیه تیغه ماشین تراش و...	Fe	و	Mn	و	C	فولاد منگنز دار						
			۱۳		۱							
بسیار سخت و مقاوم، فسادناپذیر - تهیه گیربکس و محورهای خودروها.	Fe	و	Cr	و	C	فولاد کروم دار						
			۲/۵		۰/۶							
بسیار سخت و مقاوم، فسادناپذیر - تهیه وسایل آزمایشگاهی و پزشکی، کارد و چنگال و...	Fe	و	Cr	و	Ni	و	Cu	و	Mo	و	C	فولاد زنگ نزن
			۱۹		۹		۱		۰/۸		۰/۲	
بسیار سخت و مقاوم - تهیه میل لنگ موتور و گیربکس خودروها.	Fe	و	Mo	و	C	فولاد مولیبدن دار						
			۵		۰/۲							
بسیار سخت و قابل ارتجاع - تهیه فنر خودروها	Fe	و	Cr	و	V	و	C	فولاد وانادیم و کروم دار				
			۶		۵		۰/۷					
بسیار سخت و مقاوم که سختی خود را در دماهای بالاتر حفظ می کند - تهیه وسایل برش، تیغه ماشینهای تراش	Fe	و	W	و	Cr	و	V	و	C	فولاد تنگستن دار		
			۱۷		۴		۱		۰/۲			

ایزومری نوری

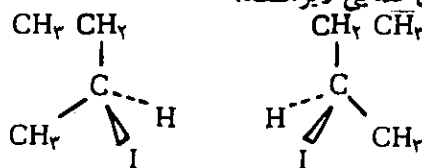
دکتر علی سیدی

نامگذاری انانتیومرها - قرارداد R و S

فرض کنید که انانتیزمرهای ۲- یدو بوتان را در دو شیشه جداگانه در اختیار داشته باشیم. بروی این شیشه‌ها چه برجسی باید بچسبانیم؟ واضح است که نمی‌توانیم به سادگی بنویسیم «۲- یدو بوتان»، زیرا این دوشیشه محتوی دو ترکیب متفاوت هستند. می‌توانیم «(+)-۲- یدو بوتان» و «(-)-۲- یدو بوتان» یعنی «این شیشه محتوی ۲- یدو بوتانی است که سطح نور پلاریزه را به راست می‌چرخاند» و «این شیشه محتوی ۲- یدو بوتانی است که سطح نور پلاریزه را به چپ می‌چرخاند». و چون ساختمان فضایی مطلق (+)-۲- یدو بوتان تعیین شده است، این برجسها برای معرفی این دو ترکیب فعال نوری به صورتی واضح کفایت می‌کنند و نشان می‌دهند که در هر شیشه چه ترکیبی و با چه ساختمانی وجود دارد. با وجود این، اگر شخصی باشیشه محتوی (+)-۲- یدو بوتان مواجه شود این امکان وجود دارد که نداند کدامیک از دو آرایش مطلق نشان داده شده، با ترکیب راست گردان تطبیق می‌کند. از این رو، به روشی نیاز داریم که بتواند آرایش مطلق (absolute configuration) ترکیب را در نام آن منعکس کند.

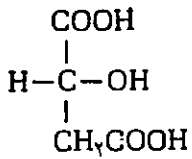
در گذشته، هر ترکیبی را که از دیدگاه ساختمان فضایی با گلیسرالدئید (۲،۳- دی هیدروکسی پروپانال، $\text{HOCH}_2\text{CHOHCHO}$) توجیه به جهت چرخش نوری آن، ایزومر D می‌نامیدند. انانتیومر دیگر الزاماً با گلیسرالدئید چپ گردان (که با L مشخص می‌شود) در ارتباط خواهد بود. بنا بر این، حروف D و L نسبت خانوادگی ترکیب را با گلیسرالدئیدهای راست گردان و چپ گردان مشخص می‌کنند و با جهت چرخش نوری آن ارتباط ندارند. همان طور که قبلاً نیز اشاره کردیم، جهت چرخش نوری با علامتهای (+) و (-) نشان داده می‌شود.

همان طور که قبلاً اشاره شد، انانتیومرها از نظر مقابله با نور پلاریزه مسطح، با یکدیگر تفاوت دارند. در واقع، انانتیومرها سطح نور پلاریزه را به یک اندازه ولی در جهات مختلف می‌چرخانند. برای مثال، درجه چرخش یکی از انانتیومرهای ۲- یدو بوتان $[\alpha]_D^{25} = +15.9^\circ$ و درجه چرخش انانتیومر دیگر $[\alpha]_D^{25} = -15.9^\circ$ است. این اطلاعات ساختمان مولکولی ترکیب فعال نوری را برای ما مشخص نمی‌کند. به عبارت دیگر، میان درجه چرخش α و ساختمان فضایی مطلق یک ترکیب، رابطه ساده‌ای وجود ندارد. ساختمان فضایی مطلق را می‌توان به کمک دیفرانسیال اشعه X و با استفاده از تکنیکی موسوم به پراگندگی غیرعادی - Anomalous dispersion تعیین کرد. این تکنیک برای مطرح کردن در این جا بسیار پیچیده است، فقط کافی است بگوییم که ساختمان فضایی مطلق یک ترکیب فعال نوری به این طریق تعیین شده است. وقتی ساختمان فضایی مطلق چند ترکیب فعال نوری تعیین شد، ساختمان فضایی سایر مولکولها را می‌توان با استفاده از واکنشهای شیمیایی مناسب، به ترکیباتی که ساختمان معلوم دارند، ربط داد و مشخص کرد. در صفحات آینده نشان خواهیم داد که این کار چگونه انجام می‌شود. به این روش معلوم شده است که ۲- یدو بوتانهای راست گردان و چپ گردان دارای ساختمانهای فضایی زیر هستند.

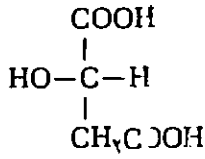


(+)-۲- یدو بوتان
 $[\alpha]_D^{25} = +15.9^\circ$

(-)-۲- یدو بوتان
 $[\alpha]_D^{25} = -15.9^\circ$

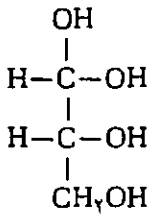


اسید D (+) - مالیک

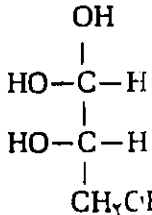


اسید L (-) - مالیک

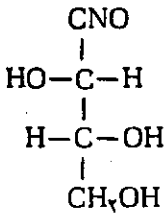
نسبت خانوادگی ترکیباتی که بیش از یک اتم کربن نامتقارن دارند، با گلیسرالدئیدهای D و L از روی آرایش فضایی اتم کربن نامتقارنی تعیین می‌شود که در نامگذاری ترکیبات آلی بزرگترین شماره به آن تعلق می‌گیرد. برای مثال، نسبت خانوادگی چهار ایزومر نوری یک قند چهارکربنه الدئیدی (آلدوتروز) در زیر نشان داده شده است. نام شیمیایی این ترکیب ۲،۳،۴-تری‌هیدروکسی‌بوتانال است و نسبت خانوادگی آن، با گلیسرالدئید، از روی آرایش فضایی اتم کربن شماره ۳ تعیین شده است:



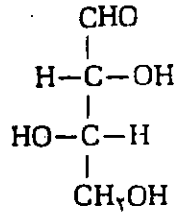
Erythrose (-) - D - اریتروز



L - (-) - اریتروز



Threose (-) - D - ترئوز



L - (+) - ترئوز

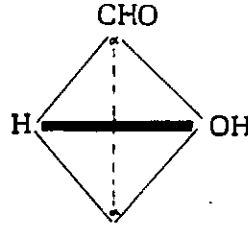
این قرارداد در بعضی موارد، موجب بروز اختلافاتی میان شیمیدانان و زیست‌شیمی‌دانان شد. عده‌ای به یک ساختمان فضایی معین آرایش D و عده‌ای دیگر به همان ساختمان فضایی، آرایش L نسبت می‌دادند. به منظور برطرف کردن این اختلافات، برای نامگذاری ترکیبات فعال نوری، روشی به وسیله آیوپاک IUPAC پذیرفته شده است که «قرارداد S_rR» یا «قاعده ترتیبی» نام دارد.

کاربرد قاعده ترتیبی برای نامگذاری اناستئومرهایی که خصلت کایرالی آنها از یک یا چند اتم نامتقارن ناشی شده باشد، بسیار ساده و شامل مراحل زیر است:

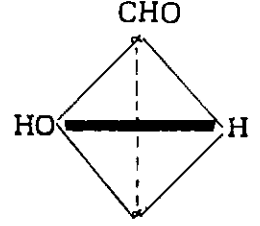
الف - ابتدا چهار گروه استخلافی مختلف، متصل به اتم کربن نامتقارن، را مشخص می‌کنند و به هر یک از چهار گروه استخلافی یک حق تقدم، مثلاً به صورت: $a > b > c > d$ نسبت دهند.

ب - مولکول فعال نوری را به شکلی در فضا نمایش می‌دهند که بتوان در امتداد پیوند C-d، یعنی از سوی کربن نامتقارن به سمت گروهی که حق تقدم آن کوچکتر است، به

بنا بر قرارداد فیشر (Fischer Convention)، اگر چهار وجهی اتم کربن نامتقارن در گلیسرالدئید را به صورتی بگیریم که عامل الدئید در بالا و عامل الکلی نوع اول در پایین رسم شوند، وقتی گروه OH در سمت راست قرار گرفته باشد، آن را ایزومر D می‌نامند.

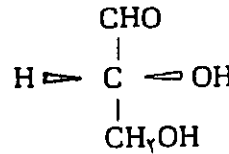


D - (+) - گلیسرالدئید

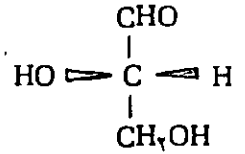


L - (-) - گلیسرالدئید

فرض بر این است که اتم کربن نامتقارن (مرکز چهار وجهی) بر روی صفحه کاغذ قرار داده شده است. در این صورت، گروههای CHO و CH₂OH در پشت صفحه کاغذ و گروههای H و OH در جلو صفحه کاغذ قرار می‌گیرند.

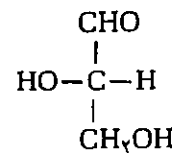


D - (+) - گلیسرالدئید

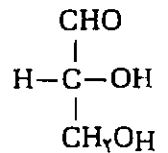


L - (-) - گلیسرالدئید

اگر گروههایی را که در پشت صفحه کاغذ قرار دارند و همچنین گروههایی را که در جلو صفحه کاغذ قرار گرفته‌اند، بر روی صفحه کاغذ تصویر کنیم، فرمولهای مسطح به دست می‌آیند که به صورت زیر نشان داده می‌شوند:

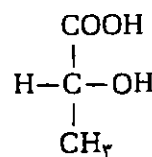


D - (+) - گلیسرالدئید

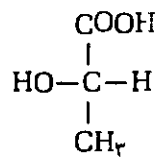


L - (-) - گلیسرالدئید

با توجه به این قرارداد، اناستئومرهای اسید α - لاکتیک (اسید ۲-هیدروکسی پروپانویک) و اسید مالیک (اسید ۲-هیدروکسی بوتان دی اویک) دارای آرایشهای زیر خواهند بود. توجه کنید که اسید D - لاکتیک چپ گردان و اسید L - لاکتیک، راست گردان است.

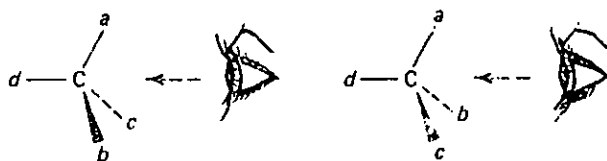


اسید D - (-) - لاکتیک



اسید L - (+) - لاکتیک

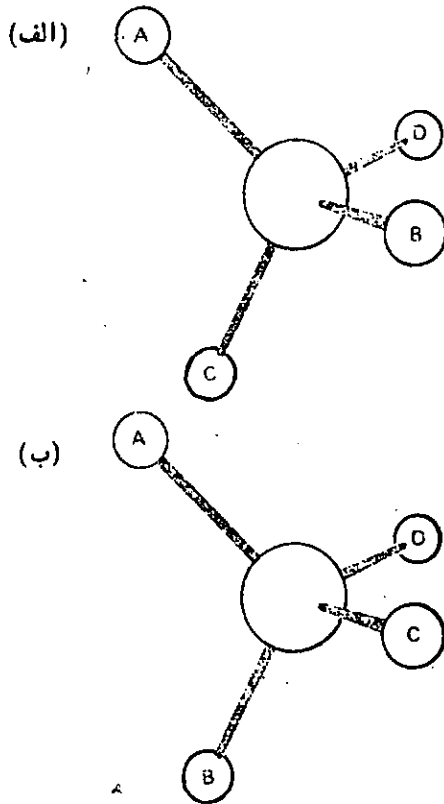
مولکول نگاه کرد.



وقتی در امتداد پیوند C-d به مولکول نگاه می‌کنیم، اتم کربن نا متقارن در مرکز و گروههای استخلافی a، b و c متصل به آن، به صورت پره‌های چرخ‌گاری مشاهده می‌شوند (گروه استخلافی d در پشت اتم کربن نا متقارن قرار گرفته و دیده نمی‌شود) مسیری از a به b و از b به c رسم می‌کنند. اگر این مسیر حرکتی در جهت حرکت عقربه‌های ساعت نشان دهد، اتم کربن نامتقارن با حرف (R) (از کلمه لاتین Rectus به معنی راست) مشخص می‌شود. برعکس اگر مسیر طی شده در خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت باشد، اتم کربن نامتقارن را با حرف (S) (از کلمه لاتین Sinister به معنی چپ) مشخص می‌کنند.

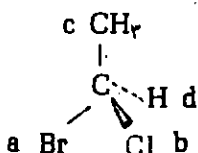
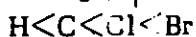


نمایش فضایی ساختمانهای R و S در شکل ۷ نشان داده شده است.

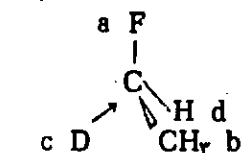


شکل ۷- طرح فضایی یک اتم کربن نا متقارن و آرایشهای (الف) و (ب) قاعده‌ترین روشی است که در آن به چهار گروه استخلافی a، b، c و d حق تقدم‌هایی نسبت می‌دهند تا بتوان ترکیب فعال نوری را با علامتهای (R) یا (S) مشخص کرد. در زیر چهار بند اصلی از بندهای متعدد قاعده ترتیبی را مورد توجه قرار می‌دهیم:

۱- حق تقدم گروههای استخلافی مختلف از روی اتمهایی که مستقیماً به اتم کربن نامتقارن متصلند، تعیین می‌شود. اتمی که عدد اتمی بزرگتر دارد، مقدم بر اتمی که عدد اتمی کوچکتر دارد، قرار می‌گیرد. در بعضی موارد، توجه به این مطلب برای تعیین حق تقدم چهار گروه استخلافی کفایت می‌کند. برای مثال، در ۱- برومو - ۱- کلرو اتان، چهار اتم متصل به اتم کربن نا متقارن به ترتیب حق تقدم عبارتند از:



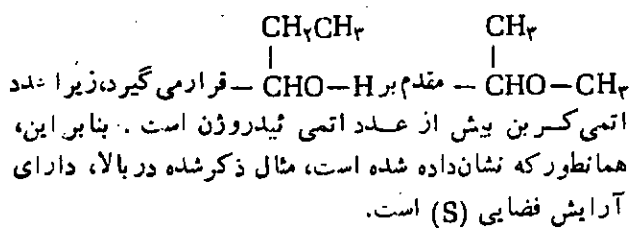
۲- در مواردی که دو تا از اتمهای متصل به کربن نا-متقارن، ایزونوپ یکدیگر باشد اتمی که جرم اتمی آن بیشتر است، مقدم بر اتمی که جرم اتمی کوچکتر دارد، قرار می‌گیرد. برای مثال، در ۱- دوتریو - ۱- فلوئورو اتان، چهار اتم متصل به اتم کربن نامتقارن به ترتیب حق تقدم به صورت زیر قرار می‌گیرند:



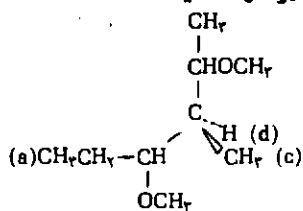
(R) - ۱ - دوتریو - ۱ - فلوئورو اتان

۳- در مورد بسیاری از ترکیبات کایرال، دو اتم از چهار اتمی که به اتم کربن نا متقارن متصل شده‌اند، یکسانند. در این موارد، اتم به اتم در دو زنجیر پیش می‌رویم تا به اولین نقطه اختلاف برسیم. حق تقدم این دو زنجیر از روی حق تقدم اولین نقطه اختلاف تعیین می‌شود. در ۲- بوتانول، اکسیژن دارای حق تقدم و تییدروژن دارای حق تقدم است. دو گروه باقی‌مانده عبارتند از $-CH_2-CH_3$ و $-CH_2-H$. اولین نقطه اختلاف در دو اتم کربن ظاهر می‌شود که به اتم کربن نامتقارن متصلند. گروه $-CH_2-CH_3$ مقدم بر گروه $-CH_2-H$ قرار می‌گیرد، زیرا عدد اتمی کربن بزرگتر از عدد اتمی تییدروژن است.

تقدم بیشتری دارد، یعنی اکسیژن، پیش می‌رویم. در نتیجه،

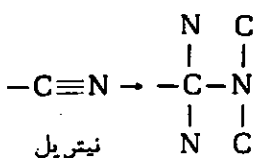
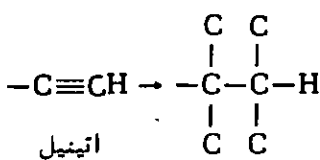
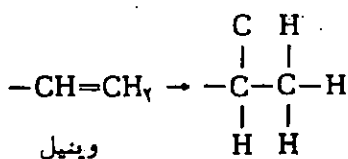


در بعضی موارد، پیش رفتن در شاخه‌ای که دارای حق تقدم بالاتر است، دو گروه را از یکدیگر متمایز نمی‌سازد. در این موارد، برای تعیین حق تقدم باید در شاخه دیگر پیش رویم. برای مثال، به ترکیب زیر توجه کنید:

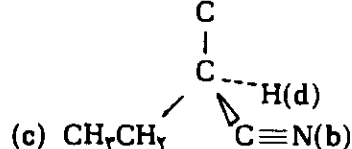
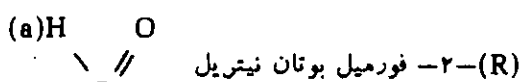
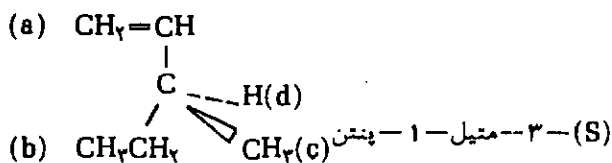


(R)-۲-۴-دی متوکسی-۳-متیل هکزان

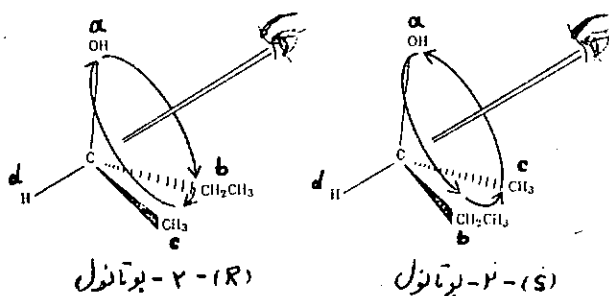
۴- پیوندهای دو گانه و سه گانه، همان طور که قبلاً نیز مشاهده کردیم، به دو یا سه پیوند از همان نوع تجزیه می‌شوند:



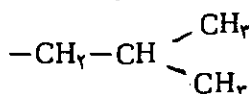
چند مثال از ترکیباتی که دارای پیوندهای دو گانه و سه گانه هستند، در زیر آورده شده است:



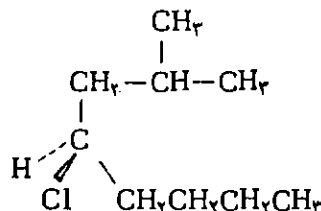
بنابراین، آرایشهای (R) و (S) را به صورت زیر به دو اتانتیومر ۲- بوتانول نسبت می‌دهیم:



در مورد ۴-کلرو-۲-متیل اکتان، چهار اتم متصل به کربن عبارتند از: C, d(H), (a)Cl, و C. برای تعیین تقدم دو گروه ایزوبوتیل و n-بوتیل، در امتداد زنجیر این دو گروه پیش می‌رویم بنا به اتم کربن دوم، پس از اتم کربن نامتقارن، یعنی به اولین نقطه اختلاف برسیم. گروه ایزوبوتیل

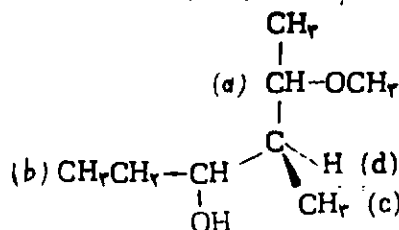


مقدم بر گروه n-بوتیل، CH₂-CH₂-CH₂-CH₃، قرار می‌گیرد، زیرا در اولین نقطه اختلاف، اتم کربن در گروه ایزوبوتیل به دو اتم کربن دیگر و یک هیدروژن متصل است، در صورتیکه در گروه n-بوتیل، اتم کربن مشابه با آن با یک اتم کربن و دو اتم هیدروژن پیوند دارد.



(R)-۴-کلرو-۲-متیل اکتان

در بعضی موارد، ممکن است برسر دو راهی قرار بگیریم و لازم باشد یکی از دو راه را انتخاب کنیم. در این حالت، در راهی پیش می‌رویم که حق تقدم بالاتری داشته باشد. برای مثال ترکیب زیر را در نظر بگیرید:



(S)-۵-متوکسی-۴-متیل-۳-هگزانول

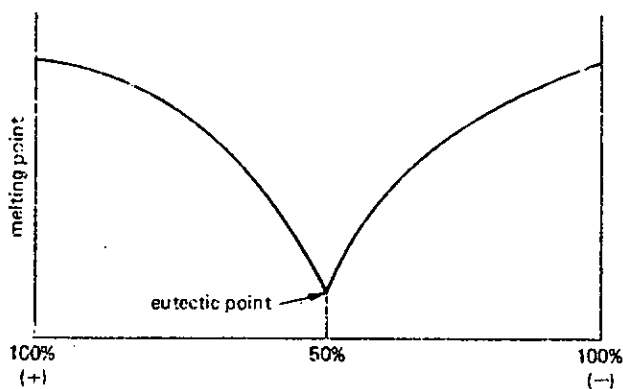
در اینجا، باید میان دو گروه، که هر دو با -CH₂- شروع می‌شوند، یکی را انتخاب کنیم. در امتداد شاخه‌ای که حق

راسمیکها

مخلوطی با نسبت مولکولی مساوی از دو انانتیومر را مخلوط راسمیک (Racemic mixture) یا راسمات (Racemate) می‌نامند. چون یک مخلوط راسمیک شامل تعداد مساوی از مولکولهای راست گردان و چپ گردان است، درجه چرخش آن صفر است. یک مخلوط راسمیک را معمولاً با قرار دادن (+) در جلوی نام ترکیب مشخص می‌کنند. برای مثال، ۲-ید و بوتان راسمیک به صورت (+) - ۲-ید و بوتان نام گذاری می‌شود.

خواص فیزیکی یک مخلوط راسمیک الزاماً با خواص فیزیکی انانتیومرهای خالص یکی نیست. اثرات متقابل بین مولکولی در یک نمونه از ترکیبی که فقط از مولکولهای راست گردان تشکیل شده است با اثرات متقابل بین مولکولی در نمونه‌ای که از مولکولهای راست گردان و چپ گردان با نسبتهای مساوی تشکیل شده است، تفاوت دارد (برای تایید این مطلب به طریقی ساده از دست راست خود برای دست دادن باشخص دیگر استفاده کنید؛ بنا بر آنکه شخص مورد نظر دست راست یا دست چپ خود را برای دست دادن باشما به کارگیرد، نحوه برخورد دست شما با او به طور آشکار متفاوت خواهد بود).

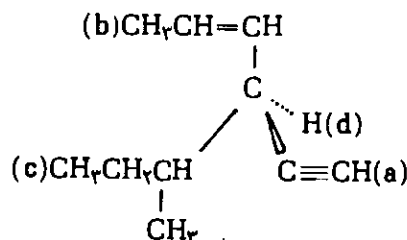
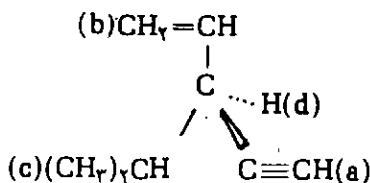
یک مخلوط راسمیک را می‌توان به چند طریق متبلور کرد. در بعضی موارد، بلورهای مجزایی از دو انانتیومر (+) و (-) تشکیل می‌شود. در این موارد، راسمات متبلور یک مخلوط مکانیکی از دو ترکیب متبلور است. نمودار نقطه ذوب برای این گونه مخلوط در شکل ۸ نشان داده شده است. نقطه اتکتیک (Eutectic) در این مورد همیشه در نقطه ۵۰:۵۰ (۵۰٪) از ایزومر راست گردان و ۵۰٪ از ایزومر چپ گردان قرار دارد. افزودن مقدار کمی از یک انانتیومر خالص به مخلوط اتکتیک موجب بالا رفتن نقطه ذوب آن می‌شود.



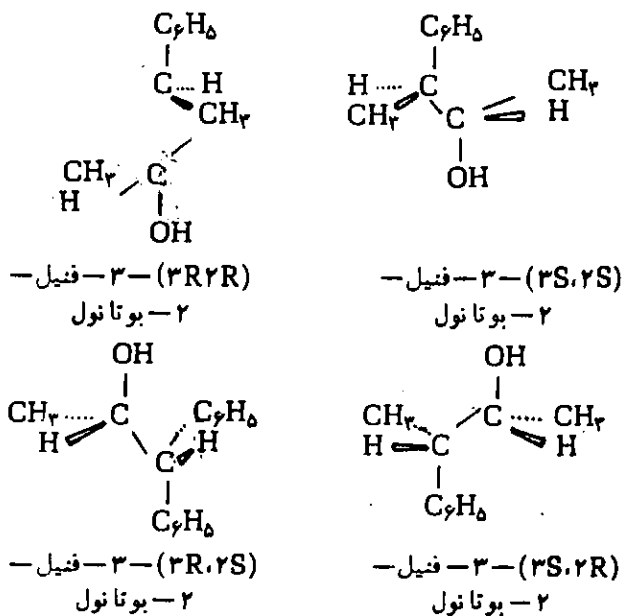
شکل ۸- نمودار نقطه ذوب برای یک مخلوط راسمیک

راسمات می‌تواند به صورت یک ترکیب راسمیک (Racemic compound) نیز متبلور شود. در این مورد، فقط

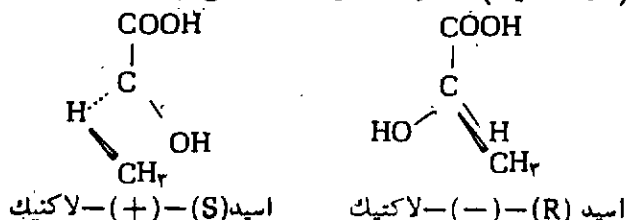
(S) - ۳- ایزوپروپیل - ۱- پنتن - ۴- این



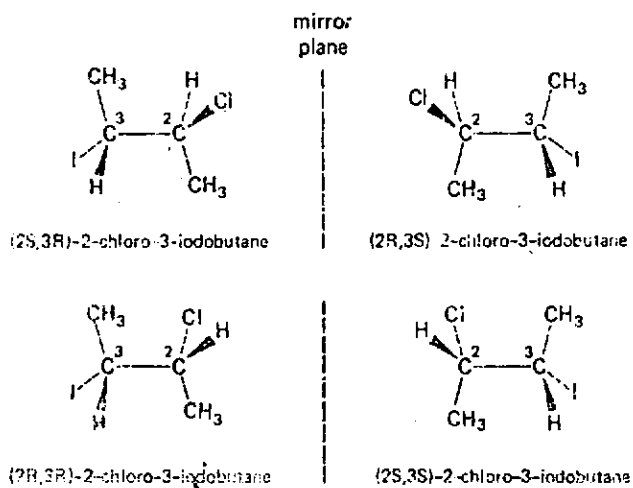
(S) - ۳- (S) - بوتیل - ۴- هگزن - ۱- این بعضی از ترکیبات فعال نوری بیش از یک اتم کربن نامتقارن دارند. در این موارد، آرایش فضایی هر یک از کربن‌های نامتقارن را با استفاده از قاعده ترتیبی تعیین می‌کنند و در نام گذاری ترکیب، شماره اتم کربن‌های نامتقارن را درست چپ حروف R یا S قرار می‌دهند. برای مثال، ایزومرهای فعال نوری ۳- فنیل - ۲- بوتانول به صورت زیر نام گذاری می‌شوند.



در اینجا، یاد آوری شویم که حروف (R) و (S)، مانند حروف D و L، به هیچ وجه جهت چرخش نوری ترکیب را مشخص نمی‌کنند، بلکه نمایانگر آرایش مطلق اتمهای کربن نامتقارن هستند. برای مثال، انانتیومرهای اسید ۲- هیدروکسی پروپانواتیک (اسید لاکتیک) به صورت زیر نشان داده می‌شوند.



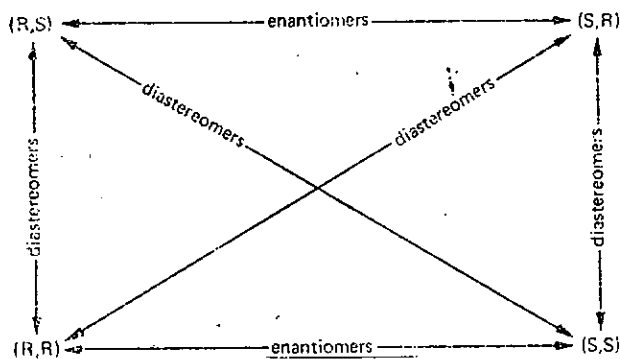
داشته باشد. در این مورد، تعداد ایزومرهای فضایی بیشتری شود. برای مثال، ۲-کلرو-۳-ید و بوتان را در نظر بگیرید. این ترکیب چهار ایزومر نسوزی دارد که در شکل ۱۰ نشان داده شده‌اند. چهار ایزومر فضایی ۲-کلرو-۳-ید و بوتان با یکدیگر دو جفت رابطه انانتیومری دارند. ایزومرهای (۳R,۲R) و (۳S,۲S) یک جفت انانتیومر و ایزومرهای (۳S,۲R) و (۳R,۲S) یک جفت انانتیومر دیگر تشکیل می‌دهند.



شکل ۱۰ - ایزومرهای فضایی ۲-کلرو-۳-ید و بوتان

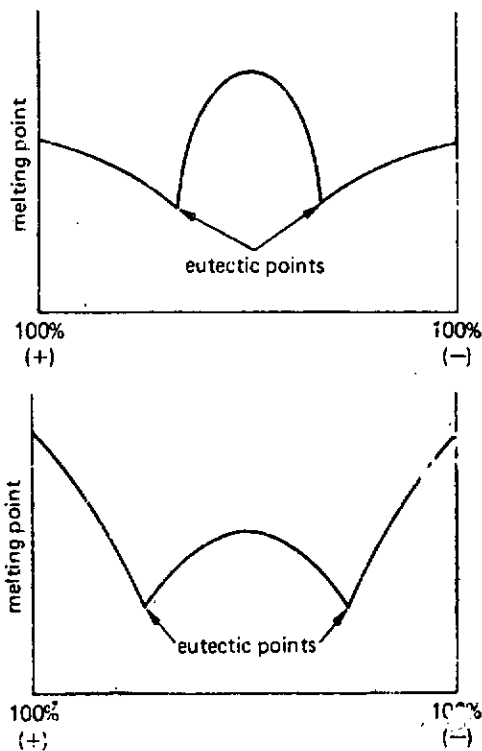
انانتیومرهای (۳R,۲R) و (۳S,۲S) نیز مانند سایر انانتیومرها، دارای نقاط ذوب، نقاط جوش، دانسیته، حلالیت و طیفهای یکسان هستند. این ایزومرها سطح نورپلاریزه را به یک اندازه ولی در دو جهت مختلف می‌چرخانند. یکی راست گردان و دیگری چپ گردان است. انانتیومرهای (۳S,۲R) و (۳R,۲S) نیز از نظر خواص فیزیکی وضع مشابهی دارند.

ترکیباتی که ایزومر فضایی یکدیگرند ولی رابطه انانتیومری ندارند یا استرئوایزومر Diastereomer نامیده می‌شوند و رابطه آنها رابطه‌ای دیاسترئومری Diastereomeric relationship است. روابط استرئوایزومری ترکیبی که دو اتم کربن نامتقارن مختلف دارد، در شکل ۱۱ خلاصه شده است.



شکل ۱۱ - روابط استرئوایزومری ترکیبی که دارای دو اتم کربن نامتقارن مختلف است.

یک نوع بلور تشکیل می‌شود که شامل تعداد مساوی ایزومرهای (+) و (-) است. ترکیب راسمیک همانند یک ترکیب خالص عمل می‌کند. نقطه ذوب آن به صورت یک قله در نمودار نقطه ذوب ظاهر می‌شود. ولی این امکان وجود دارد که نقطه ذوب ترکیب راسمیک بالاتر و یا پایین‌تر از نقطه ذوب انانتیومرهای خالص باشد. افزودن مقدار کمی از یک انانتیومر خالص به ترکیب راسمیک موجب پایین آمدن نقطه ذوب آن می‌شود (شکل ۹).



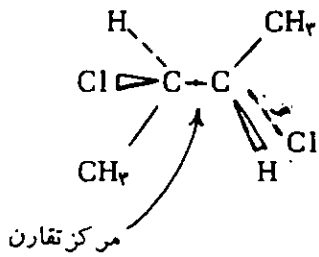
شکل ۹ - نمودارهای نقطه ذوب برای ترکیبات راسمیک

در اکثر موارد سایر خواص فیزیکی راسماتها نیز به علت اثرات متقابل بین مولکولی متفاوت، با خواص فیزیکی انانتیومرهای خالص تفاوت دارد. این تفاوتها در دانسیته، ضریب شکست و طیفهای مختلف مشاهده شده است.

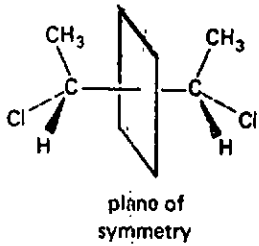
روشی را که به آن وسیله یک انانتیومر خالص به یک مخلوط راسمیک تبدیل می‌شود، راسمی شدن (Racemization) می‌نامند. راسمی شدن را می‌توان به صورت قدیمی با مخلوط کردن مقادیر مساوی از دو انانتیومر خالص انجام داد. راسمی شدن از طریق تبدیل شیمیایی نیز امکان پذیر است. نمونه‌های متعددی از این نوع تبدیل وجود دارد. قبلاً با راسمی شدن از طریق تبدیل متقابل دو کفورماسیون چپ و بوتان، در نتیجه چرخش به دور پیوند مرکزی، آشنا شدیم.

ترکیباتی که بیش از یک اتم کربن نامتقارن دارند دیاسترئومرها

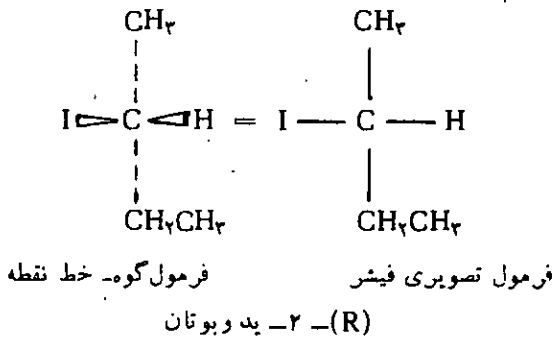
یک مولکول ممکن است بیش از یک اتم کربن نامتقارن



در یکی دیگر از کنفورماسیونهای متقابل مزو-۲،۳-دی کلرو بوتان، یک سطح تقارن وجود دارد که مولکول را به دو نیمه مولکول یکسان تقسیم می کند و به وضوح دیده می شود.

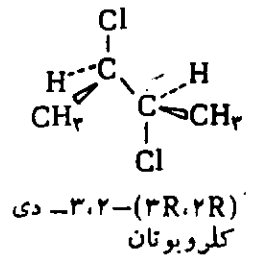
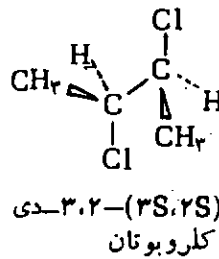


فرمولهای فضایی مورد استفاده تا اینجا، برای ترکیبات زنجیری که یک یا دو اتم کربن نامتقارن دارند، سودمند و نسبتاً بدون ابهام هستند. ولی در مورد ترکیباتی که اتمهای کربن نامتقارن در آنها بیشتر است، این فرمولها مناسب نخواهند بود. در این موارد، بیشتر از روش تصویری فیش استفاده می شود. همان طور که قبلاً اشاره کردیم، در این روش، اتم کربن نامتقارن را به وسیله نقطه تلاقی دو خط منقطع با زاویه قائمه نشان می دهند. خط افقی که از چپ به راست این نقطه کشیده می شود. نمایانگر پیوندهایی است که در جلو صفحه کاغذ قرار می گیرند. خط عمودی که از بالا به پایین این نقطه کشیده می شود، نمایانگر پیوندهایی است که در پشت صفحه کاغذ قرار دارند. یکی از فرمولهای تصویری فیش برای (R)-۲-ید بوتان را با یکی از فرمولهای فضایی آن (فرمولهای گوه - خط نقطه) مقایسه می کنیم:

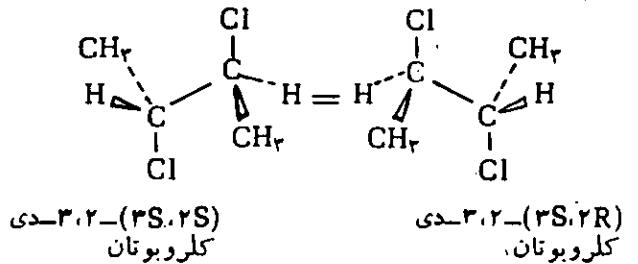


در مورد ترکیباتی که دو یا تعداد بیشتری اتم کربن نامتقارن دارند نیز از همین قرارداد استفاده می شود. مولکول را ابتدا در ذهن به صورتی آرایش می دهند که اسکلت اصلی آن از بالا به پایین و پیوندهای فرعی در چپ و راست قرار گیرند.

به طور کلی، حداکثر تعداد ایزومرهای فضایی برای ترکیبی با n اتم کربن نامتقارن، از فرمول 2^n به دست می آید. بنابراین، در مورد ترکیبی که یک اتم کربن نامتقارن دارد $2^1 = 2$ ایزومر فضایی وجود خواهد داشت. برای ترکیبی که دارای دو اتم کربن نامتقارن است، $2^2 = 4$ ایزومر فضایی وجود دارد. در بعضی موارد، تعداد ایزومرهای فضایی ممکن، کمتر از تعداد حداکثر پیش بینی شده است. برای مثال، ۲،۳-دی کلرو بوتان را در نظر بگیرید. دو ایزومر (۲R،۲R) و (۲S،۲S) انانتیومر یکدیگرند.

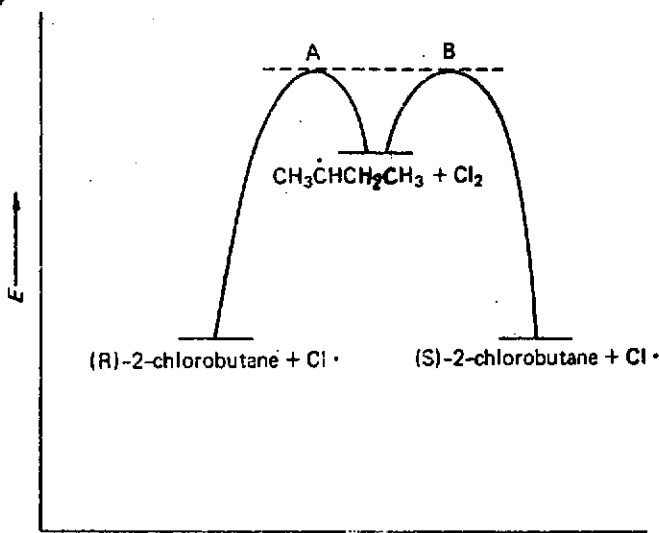


با وجود این، بررسی دقیق نشان می دهد که ایزومرهای (۲R،۲S) و (۲S،۲S) در واقع یک ترکیب بیشتر نیستند (تمام مولکول را به دور پیوند C-C مرکزی به اندازه ۱۸۰° بچرخانید).

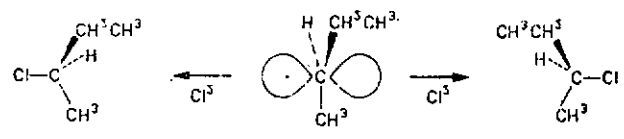


چون این ایزومر از ۲،۳-دی کلرو بوتان غیر کایرال است، فعالیت نوری ندارد. این نوع ترکیب را که دارای اتم کربن نامتقارن است ولی کایرال نیست، ترکیب مزو Meso می نامند. ترکیب مزو را نباید با مخلوط راسمیک یکسان دانست. هیچکدام فعالیت نوری ندارند. ترکیب مزو یک جسم خالص غیر کایرال بیش نیست، در صورتی که مخلوط راسمیک از دو جسم کایرال با نسبتهای مولی مساوی تشکیل شده است. در مولکول ترکیب مزو یک سطح تقارن یا یک مرکز تقارن وجود دارد. از این رو، به آسانی تشخیص داده می شود. وقتی یک چنین عامل تقارنی موجود باشد، حداکثر تعداد ایزومرهای فضایی ممکن، کمتر از 2^n خواهد بود. یکی از کنفورماسیونهای متباعد مزو-۲،۳-دی کلرو بوتان، که در زیر نشان داده شده است، یک مرکز تقارن دارد.

* مرکز تقارن نقطه ای است در داخل مولکول. خطوط مستقیمی که از این نقطه می گذرند، در دو سوی خود از نقاط مشابهی عبور می کنند.



جزء واسطه فعالی که در این واکنش به طور موقت تشکیل می شود سپس ۲- کلرو بوتان را تولید می کند، رادیکال آزاد S- بوتیل است که ساختمانی تقریباً مسطح دارد. و چون این رادیکال مسطح است، کایرال نیست. بنا بر این، احتمال ترکیب شدن آن با کلر از دو طرف این سطح مساوی است. واکنش آن با کلر از یک طرف، (R)-۲- کلرو بوتان و از طرف دیگر، (S)-۲- کلرو بوتان تولید می کند. و چون این واکنش از هر دو طرف با احتمال مساوی انجام می شود، یک مخلوط راسمیک به دست می آید. در نتیجه، هر واکنشی که بروی یک ترکیب واسطه غیر کایرال اجرا شود. محصولی راسمیک تولید خواهد کرد.



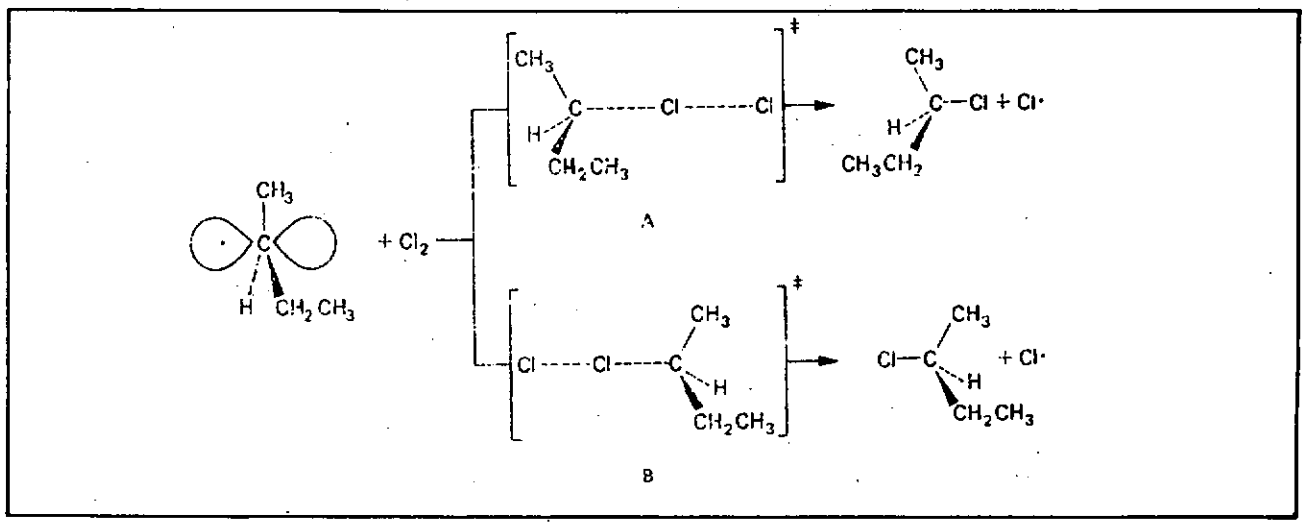
شکل ۱۴- یک ترکیب واسطه غیر کایرال از حالت های عبوری می گذرد که انرژی های آکتیواسیون برابر دارند.

کلرو بوتان به دست می آید (شکل ۱۴).

(R)-۲- کلرو بوتان رادیکال S- بوتیل (S)-۲- کلرو بوتان (سطح)

حال کلراسیون یک ترکیب کایرال، یعنی (S)-۲- فلوئور و بوتان را در نظر می گیریم. محصول واکنش مونو کلراسیون این ترکیب شامل: ۱- کلرو-۲- فلوئور بوتان، ۲- کلرو-۲- فلوئور بوتان، ۳- کلرو-۱- فلوئور بوتان و ۴- کلرو-۳- فلوئور بوتان است. جانشین کردن یکی از هیدروژن های C₁ به وسیله کلر، ۱- کلرو-۲- فلوئور و بوتان

این نتیجه را بر اساس سرعت های نسبی دو واکنش رقیب نیز می توان توجیه کرد. رادیکال S- بوتیل با کلرو واکنش می دهد و به (R)-۲- کلرو بوتان و (S)-۲- کلرو بوتان تبدیل می شود. حالت های عبور این دو واکنش رقیب به صورت زیر نشان داده می شود:

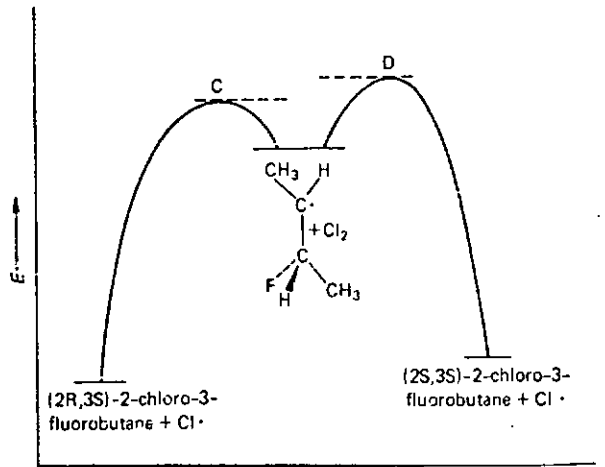
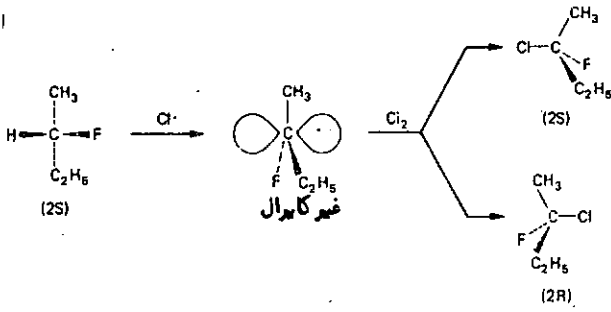


تولید می کند. و چون هنگام تشکیل شدن این محصول هیچکدام از پیوندهای اتم کربن نامتقارن نشکسته است، ۱- کلرو-۲- فلوئور بوتان تشکیل شده کایرال است (توجه کنید که آرایش فضایی ۲- فلوئور بوتان اولیه (S) بوده ولی آرایش فضایی ایزومر ۱- کلرو-۲- فلوئور بوتان (۲R) است). به همین ترتیب، جانشین کردن یکی از هیدروژن های C_۳، ایزومر ۱- کلرو-۳- فلوئور بوتان را به وجود می آورد که این ایزومر نیز کایرال است و به آن آرایش فضایی (۳S) نسبت داده می

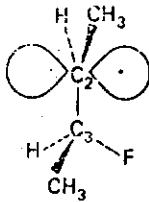
حالت عبور A که به (R)-۲- کلرو بوتان منجر می شود و حالت عبور B که (S)-۲- کلرو بوتان را تولید می سازد، انانتیومر یکدیگرند. و چون انانتیومر یکدیگرند، خواص فیزیکی مشابه دارند، از جمله زوایای پیوندی، طول پیوندها و انرژی آزاد تشکیلی آنها یکسان است. چون این دو واکنش رقیب، از یک نقطه آغاز می شوند و حالت های عبور آنها انرژی برابر دارند، انرژی های آکتیواسیون آنها نیز برابر است و در نتیجه، مخلوطی با نسبت ۵۰ : ۵۰ از (R)- و (S)-۲-

خواهد بود.

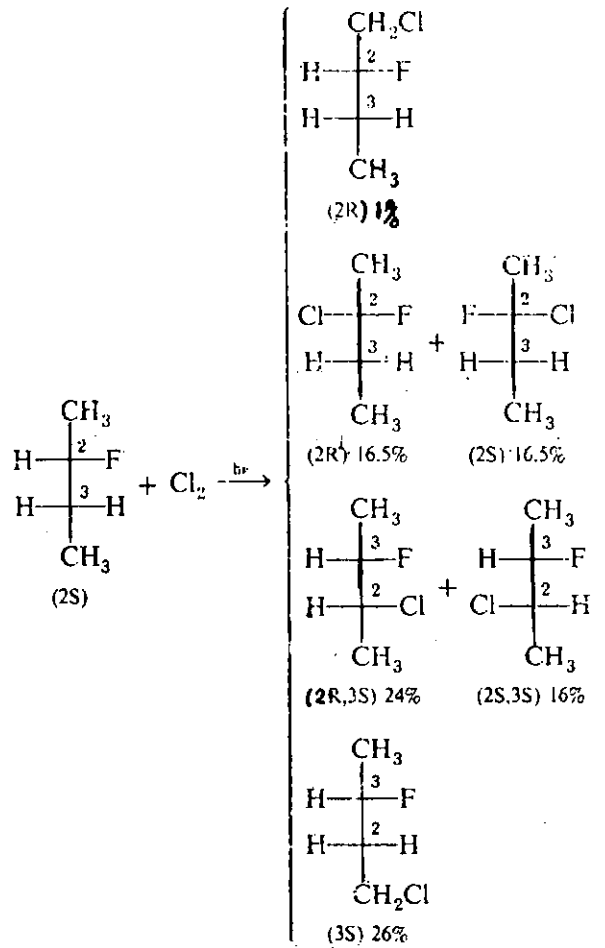
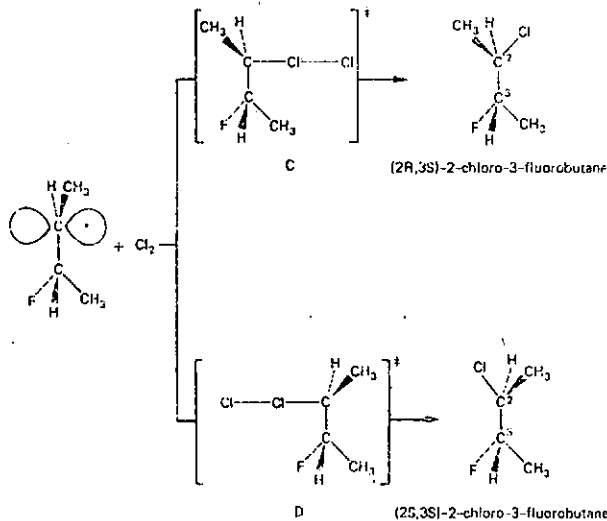
شود (توجه داشته باشید که شماره گذاری زنجیر برای این ایزومر ازسوی دیگر انجام شده است).



جانشین کردن یکی از تیدروژنها در C₃، يك مركز نامتقارن تازه به وجود می آورد. درضمن، دراین واکنش، هیچکدام از پیوندهای اتم کربن نامتقارن قبلی نشکسته است. بنابراین، آرایش فضایی مطلق C₂ در ۲-کلرو-۳-فلوئورو بوتانهای تشکیل شده باید همان آرایش فضایی ۲-فلوئورو بوتان اولیه باشد. ولی دو دیاسترئومر ۲-کلرو-۳-فلوئورو بوتان اجباراً با نسبتهای مساوی تشکیل نمی شوند. برای درک این مطلب، واکنش رادیکال آزاد واسطه را با کلر در نظر بگیرید. در اینجا نیز اتم کربن رادیکالی تقریباً مسطح است و الکترون مفرد در يك اربیتال ۲p فرار دارد. ولی در این مورد، این جزء کایرال است زیرا اتم کربن C₃ نامتقارن است.



این رادیکال آزاد می تواند از دو طرف با کلر واکنش دهد و از حالت های عبور C یا D بگذرد. حالت عبور C، دیاسترئومر (۲S, ۲S) و حالت عبور D، دیاسترئومر (۲S, ۲R) را تولید می کند.



از دیدگاه مکانیسمی، هنگام جانشین کردن یکی از تیدروژنها در C₃، يك رادیکال آزاد واسطه در این موضع تشکیل می شود. و چون این رادیکال آزاد کایرال نیست، واکنش آن با کلر از طریق دو حالت عبور انانتیومر اجرا می شود و مقادیر مساوی از (۲R) و (۲S) تولید می سازد. بنابراین، ۲-کلرو-۳-فلوئوروبوتان تشکیل شده يك مخلوط راسمیک

با ششی غیر کایرال یکسان است، ولی دست راست و دست چپ با دستکش دست راست، بر خوردهای متفاوتی خواهند داشت.

تجزیه راسمیکها به انانتیومرهای خالص

(Resolution)

همانطور که در بالا اشاره کردیم، وقتی در آزمایشگاه از یک ترکیب اولیه غیر کایرال، به کمک یک واکنشگر غیر کایرال، یک ترکیب کایرال تهیه می‌کنیم، معمولاً یک مخلوط راسمیک به دست می‌آید، زیرا انانتیومرهای حاصل با نِسبتهای مساوی تشکیل می‌شوند. برای جدا کردن انانتیومرها از یکدیگر، چند روش متداول است:

۱- تبلور جزء به جزء - در این روش مخلوط راسمیک

را در یک حلال مناسب حل می‌کنند و آن را در شرایط مطلوب دوباره متبلور می‌سازند. دو نوع بلور تشکیل می‌شود که یکی تصویر دیگری در یک آینه مسطح است. با استفاده از یک پنس و یک ذره بین دستی به آسانی می‌توان این دو نوع بلور را از یکدیگر جدا کرد. این روش، برای اولین بار به وسیله پاستور (Pasteur) مورد استفاده قرار گرفت و بیشتر جنبه تاریخی دارد.

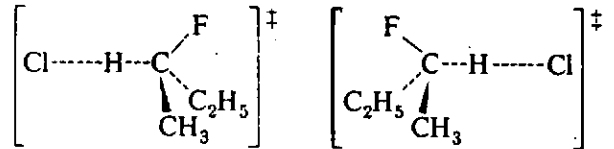
۲- روش بیوشیمیایی - در این روش، مخلوط راسمیک

را با نوعی میکرو اورگانیزم مجاور می‌سازند. این میکرو اورگانیزم یکی از انانتیومرها را مصرف می‌کند و انانتیومر دیگر برجای می‌ماند. معمولاً از محلولهای نسبتاً رقیق استفاده می‌شود تا محیط برای زندگی میکرو اورگانیزم مناسب باشد. در نتیجه بازده کار بسیار کم و اغلب به زمانهای نسبتاً طولانی احتیاج است. علاوه بر این، همیشه یکی از انانتیومرها به مصرف تغذیه میکرو اورگانیزم می‌رسد و از میان می‌رود.

۳- روش شیمیایی - همان طور که قبلاً نیز اشاره

کردیم، خواص فیزیکی انانتیومرها یکسان و خواص فیزیکی دیاسترئومرها متفاوت است. بنابراین، اگر یک مخلوط راسمیک را (که از انانتیومرهای راست گردان و چپ گردان با نسبتهای مساوی تشکیل شده است) با یک ترکیب فعال نوری مناسب مجاور سازیم، یک جفت دیاسترئومر با خواص فیزیکی متفاوت تشکیل می‌شود که می‌توان آنها را به آسانی از یکدیگر جدا کرد. برای مثال، فرض کنید که یک اسید راسمیک در اختیار داشته باشیم و بخواهیم اجزاء آن را از یکدیگر جدا کنیم. این اسید راسمیک را (که مخلوطی از ۵۰٪ اسید (R) و ۵۰٪ اسید (S) است) با یک آمین فعال نوری خالص (مثلاً آمین (S)) مجاور می‌سازیم. در نتیجه، دو نوع نمک تشکیل می‌شود که با یکدیگر رابطه‌ای دیاسترئومری دارند،

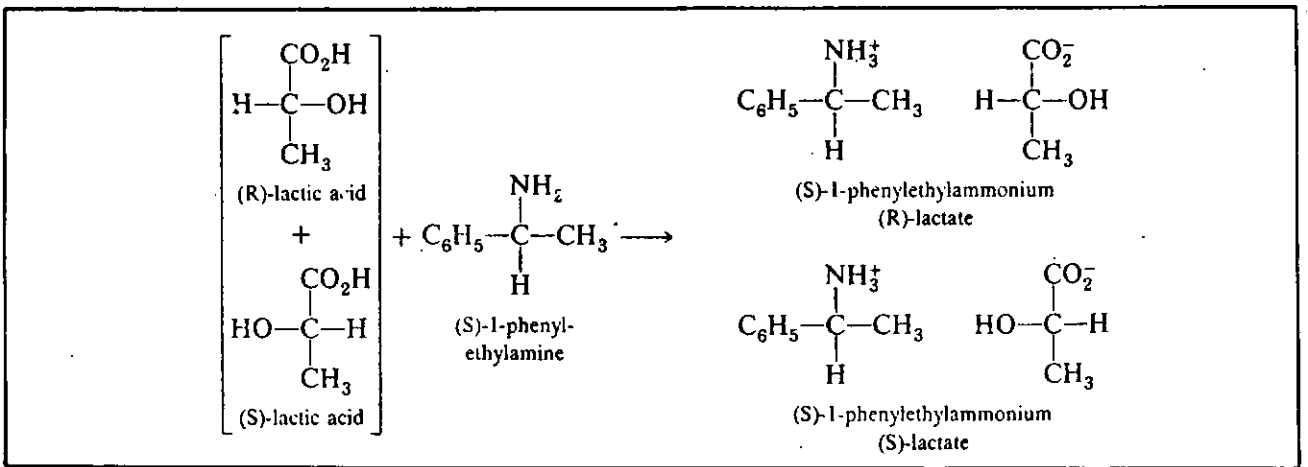
حالتی عبور C و D انانتیومر یکدیگر نیستند، ولی دیاسترئومر یکدیگرند. و چون انانتیومر نیستند، خواص فیزیکی، و از جمله انرژیهای تشکیلی مختلف، خواهند داشت. هر دو واکنش رقیب از یک نقطه آغاز می‌شوند و از حالتی عبوری با انرژیهای متفاوت می‌گذرند. بنابراین، انرژیهای آکتیواسیون آنها مختلف است و یک دیاسترئومر بیشتر از دیاسترئومر دیگر تشکیل خواهد شد (شکل ۱۵).



شکل ۱۵- یک ترکیب واسطه کایرال محصولانی دیاسترئومر و معمولاً با مقادیر نامساوی تشکیل می‌دهد.

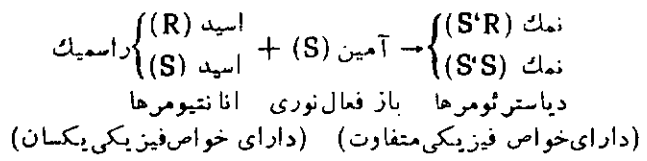
در واکنشی که به ۲- کلرو-۳- فلوئوروبوتانها منجر می‌شود، ایجاد یک مرکز نامتقارن تازه در C_۳، به علت حضور اتم کربن نامتقارن قبلی در مولکول، از یک طرف سطح رادیکال آزاد واسطه، نسبت به طرف دیگر، رجحان دارد. این پدیده را القاء نامتقارن (Asymmetric induction) می‌نامند. یکی دیگر از جنبه‌های فعالیت شیمیایی و ایزومری فضایی، فعالیت نسبی انانتیومرها در واکنشها است. فعالیت شیمیایی انانتیومرها در برابر واکنشگرهای غیر کایرال یکسان است. برای مثال، (R)-۲- فلوئوروبوتان و (S)-۲- فلوئوروبوتان، هر دو با یک سرعت در واکنش کلرآسیون شرکت می‌کنند. حالتی عبور جدا شدن یک اتم تیدروژن از C_۳ را به وسیله یک اتم کلر در نظر بگیرید. این دو حالت عبور انانتیومر یکدیگرند و بنابراین، انرژیهای مساوی دارند. چون مواد اولیه انرژی یکسان و حالتی عبور نیز انرژیهای یکسان دارند، این دو واکنش با سرعتی یکسان اجرا می‌شوند.

هنگامی که دو انانتیومر از یک ترکیب کایرال با یک ترکیب کایرال دیگر واکنش می‌دهند، معمولاً دو انانتیومر با سرعتی یکسان عمل نمی‌کنند، زیرا در این مورد، حالتی عبور به جای اینکه انانتیومر یکدیگر باشند، دیاسترئومر یکدیگر و چون دیاسترئومرها الزاماً انرژی یکسان ندارند، انرژیهای دو حالت عبور دیاسترئومر نیز یکسان نخواهند بود و در نتیجه، یکی از انانتیومرها سریعتر از انانتیومر دیگر با واکنشگر کایرال وارد عمل خواهد شد. برای درک این مطلب، می‌توان بر خورد دست راست و دست چپ خود را با یک ششی غیر کایرال نظیر یک توپ فوتبال و با یک ششی کایرال نظیر دستکش دست راست در نظر گرفت. بر خورد دست راست و دست چپ



باشد. ایزومر مزو همان سیس - ۱، ۲- دی بروموسیکلو پروپان و دارای یک سطح تقارن است.

به طور خلاصه می توان نوشت:

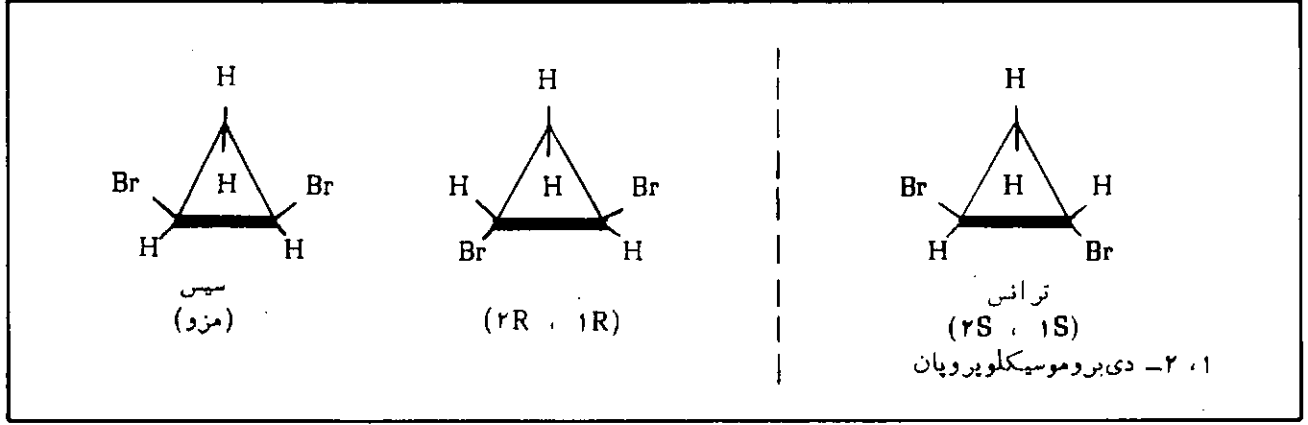


ایزومری نوری در ترکیباتی که کسربن نامتقارن ندارند

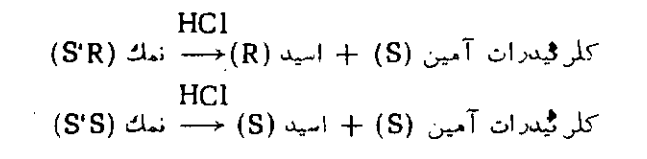
بسیاری از ترکیبات در مولکول خود کسربن نامتقارن ندارند، با وجود این، کایرال هستند و از خود فعالیت نوری نشان می دهند. این وضعیت معمولاً هنگامی اتفاق می افتد که چرخش آزاد به دور بعضی از پیوندها محدود شده باشد،

دیاسترئومرهای تشکیل شده را که خواص فیزیکی متفاوت دارند، می توان به یکی از روشهای فیزیکی (مثلاً تبلور جزء به جزء، تقطیر جزء به جزء و غیره) از یکدیگر جدا کرد. در مرحله بعد، هر یک از دو دیاسترئومر خالص را، در ظرفی جداگانه، با یک اسید معدنی مجاور می سازند تا اسید فعال نوری خالص آزاد شود.

۱- آلنها Allenes - آلن، $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$ (۱، ۲- پروپادیان) یک ترکیب دی اتیلنی است که در آن گسرومهای

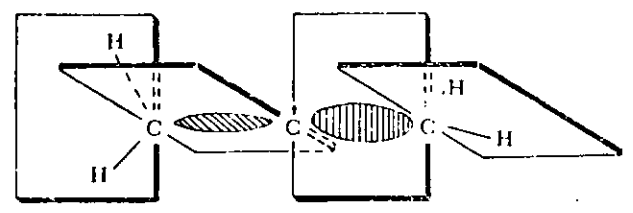


متیلن انتهایی CH_2 ، با توجه به آرایش فضایی اوربیتالهای امی، در دو صفحه عمود بر هم قرار می گیرند. در نتیجه، اگر تی دروزنهای مولکول آلن به گونه ای مناسب جانشین شوند، به طوری که مولکول فاقد عوامل تقارن (محور،

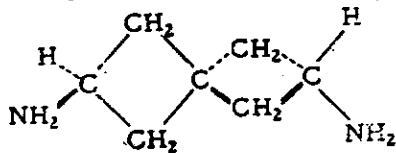


ایزومری نوری در ترکیبات حلقوی

قبلاً اشاره کردیم که ۱، ۲- دی بروموسیکلو پروپان می تواند دارای دو ایزومر سیس و ترانس باشد. این ترکیب دو اتم کسربن نامتقارن یکسان نیز دارد. بنابراین، می تواند دارای سه ایزومر نوری (ایزومر R، ایزومر S و ایزومر مزو)

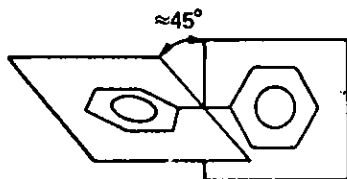


شوند، ترکیب حاصل کایرال و دارای دو شکل انانتیومر خواهد بود. یک نمونه از اسپیرانهای که به انانتیومرهای راست - گردان و چپ گردان تجزیه شده‌اند، در زیر نشان داده می‌شود:

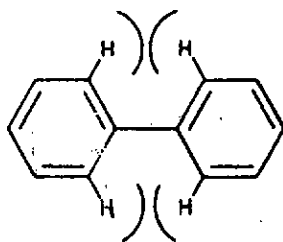


اسپیرو [۳۰۳] - هپتان - ۶،۲ - دی‌آمین

۳- مشتقات بی‌فنیل - در حالت جامد، حلقه‌های بنزنی در بی‌فنیل، در یک صفحه قرار می‌گیرند. ولی به صورت محلول

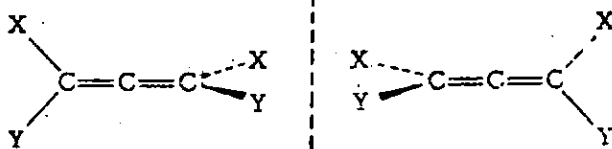


و یاد در فاز بخار، حلقه‌ها می‌چرخند و با یکدیگر زاویه‌ای در حدود ۴۵° تشکیل می‌دهند، زیرا ایدروژن موجود در مواضع ۲،۲ - و ۶،۶ - به علت ممانتهای فضایی یکدیگر را دفع می‌کنند.

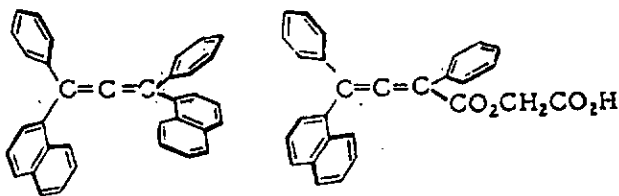


اگر ایدروژنهای ارتو نسبت به محل اتصال دو حلقه به وسیله گروههای استخلافی بزرگتر جانشین شوند، نیروهای دافعه افزایش می‌یابند و هنگامی که این گروهها به قدر کافی بزرگ باشند، از چرخش حلقه‌ها نسبت به یکدیگر جلوگیری به عمل می‌آید. برای مثال، ایدید ۶،۶ - دی‌نیترو بی‌فنیل - ۲،۲ دی‌کر بوکسیلیک کایرال است و می‌تواند به انانتیومرهای مربوط

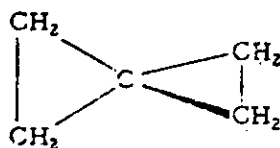
صفحه و مرکز تقارن) باشد، ترکیب حاصل می‌تواند به دو شکل انانتیومر خودنمایی کند.



ایزومری نوری در آنها، در حدود ۶ سال قبل از آنکه صحت آن به طور تجربی تأیید شود، به وسیله وانتف (Van'tHoff) پیش بینی شده بود. این تأخیر بیشتر به علت مشکلات موجود در جداسازی آلتهای نامتقارن بود. آلتهای فعال نوری زیر اولین آلتهایی هستند که به انانتیومرهای راست گردان و چپ گردان مربوط تجزیه شده‌اند.



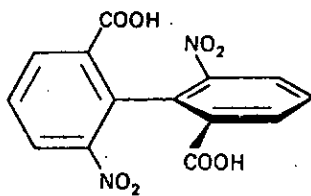
۴- اسپیرانها Spiranes - ایدروکربنهایی را که در آنها فقط یک اتم کربن بین دو حلقه مشترک باشد، اسپیران می‌نامند. اسپيرو [۲۰۲] - پنتان یکی از این ایدروکربنها است.



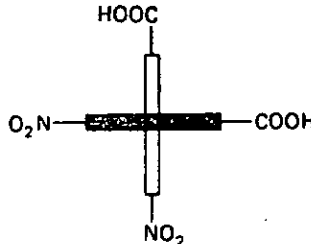
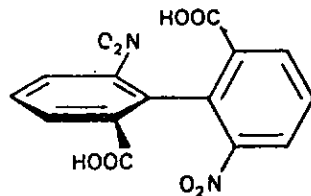
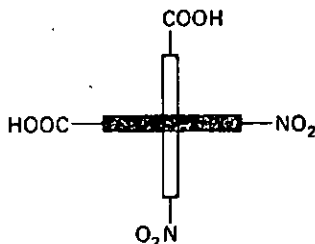
با توجه به آرایش فضایی اوربیتالهای اتمی، دو حلقه اسپیرانی در دو صفحه عمود برهم قرار می‌گیرند و در نتیجه، اگر بعضی از ایدروژنهای موجود به گونه‌ای مناسب استخلاف

شکل ۱۶ - انانتیومرهای اسید ۶،۶ - دی‌نیترو بی‌فنیل - ۲،۲ دی‌کر بوکسیلیک

side view



end view

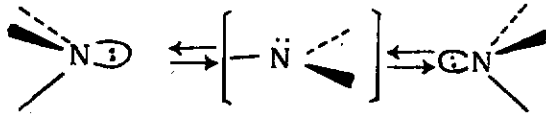


داشت و اتم نیتروژن مرکز نامتقارن را تشکیل می‌دهد.

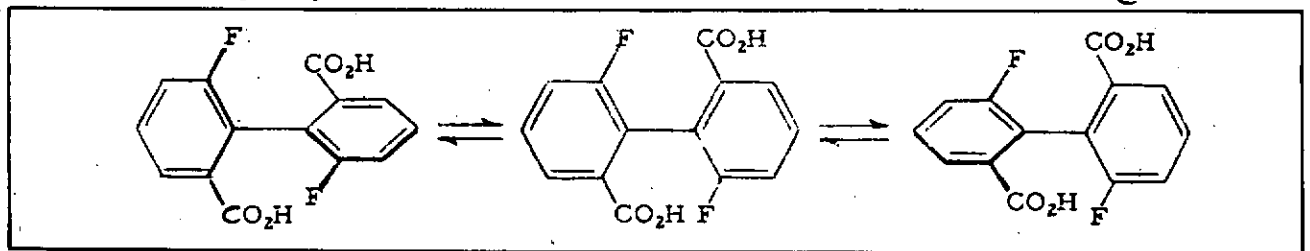


ایزومرهای نوری يك آمین کایرال

با وجود این، جدا کردن این ایزومرها تاکنون ممکن نگشته است و به نظر می‌رسد که، با گذشتن از يك حالت عبور مسطح، به سرعت به یکدیگر تبدیل می‌شوند.

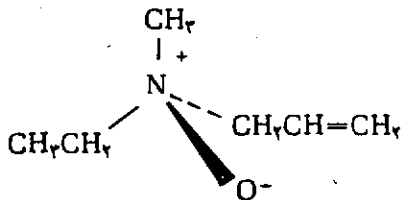


حالت عبور مسطح

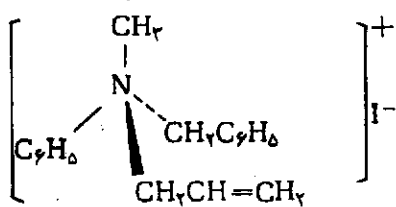


سرعت معکوس شدن آرایش فضایی نیتروژن در آمونیاک، در دمای اتاق، در حدود $10^{15} \times 4$ دور در ثانیه است. در مورد آمین‌های نوع سوم زنجیری، سرعت تبدیل در حدود 10^3 تا 10^5 دور در ثانیه بیشتر است. در نتیجه، با تکنیک‌های موجود نمی‌توان این نوع ایزومرهای نوری را از یکدیگر جدا کرد. با وجود این، اگر الکترونها غیر پیوندی نیتروژن را در يك پیوند مستقر سازیم، امکان تغییر آرایش فضایی نیتروژن از میان می‌رود و ایزومرهای نوری قابل جدا کردن خواهند بود.

از جمله ایزومرهایی که جدا شده‌اند، نمک‌های آمونیوم نوع چهارم و اکسید آمین‌های نوع سوم را می‌توان نام برد:



(R) - آللیل اتیل متیل آمین اکسید

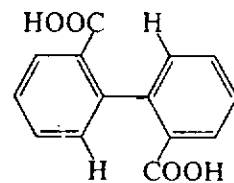


پدید (S) - آللیل بنزیل متیل فنیل آمونیوم

تجزیه شد و هر انانتیومر تا بینهایت پایدار بماند، زیرا گروه‌های نیترو و کربوکسیل آنقدر بزرگ هستند که نمی‌توانند از کنار یکدیگر بگذرند و در نتیجه، از چرخش آزاد به دور پیوند متصل‌کننده دو حلقه به هم، جلوگیری به عمل می‌آید (شکل ۱۶).

اگر گروه‌های بزرگ نیترو، به وسیله اتم‌های فلورین که کوچکترند، جانشین شوند، ترکیب حاصل، یعنی اسپد، ۶،۶ - دی‌فلوئوروی‌فنیل - ۲،۲ - دی‌کربوکسیلیک نیز می‌تواند به صورت انانتیومرهای فعال نوری به دست آید، ولی به آسانی راسمی می‌شود، یعنی انانتیومرهای آن می‌توانند به یکدیگر تبدیل شوند. راسمی شدن این ترکیب مستلزم این است اتم‌های فلورین بتوانند از کنار گروه‌های کربوکسیل بگذرند و به يك حالت عبور مسطح دست یابند.

از طرف دیگر، تمام کوشش‌های انجام شده برای جدا کردن اسید بی‌فنیل - ۲،۲ - دی‌کربوکسیلیک (اسیددی‌فنیک) با عدم موفقیت روبرو شده است. زیرا اتم‌های نیتروژن به آسانی از کنار گروه‌های کربوکسیل می‌گذرند و راسمی شدن به سرعت انجام می‌شود.



به طور کلی، يك مشتق بی‌فنیل موقعی می‌تواند فعال نوری باشد و به انانتیومرهای مربوط تجزیه شود که:

- ۱- چرخش آزاد حلقه‌های بنزنی به دور پیوند موجود میان آنها محدود شده باشد.
- ۲- گروه‌های استخلافی مناسب انتخاب شوند و در نتیجه، مولکول کایرال باشد.

ایزومری نوری در ترکیباتی که نیتروژن نامتقارن دارند

آرایش فضایی نیتروژن در آمونیاک و آمینها هر می‌شکل (Pyramid) است و اگر سه گروه استخلافی متفاوت به نیتروژن متصل باشد، امکان ایزومری نوری وجود خواهد

علم و روش علمی

Science
Scientific
method

قابل استفاده برای دبیران علوم تجربی دوره
ابتدایی راهنمایی و دبیران شیمی سال اول
علوم تجربی - ریاضی فیزیک و علوم انسانی

گردآوری و تنظیم:
علی اکبر نوروزی

علم چیست؟

کلمه علم که در زبان فارسی آن را دانش گویند معمولاً هر دو کلمه مترادف هم به کار می روند. ولی در کتابهای نوشته شده به خصوص برای علوم، کلمه دانش (Knowledge) را به عنوان کلیه دانستیهای بشر و علم (Science) را برای قسمتی از دانش که به صورت منظم و طبقه بندی شده باشد به کار می برند. مانند علم فیزیک، علم ریاضی، علم شیمی و... بنابراین با قبول این قرارداد، هنر، صنعت و حرفه، معنی علم را نمی دهند اگر چه با هم در ارتباطند. پس دانش دامنه ای وسیع تر از علم دارد که شامل هنر، حرفه، علم، فلسفه و... است.

چنانچه علم را همان دانش بدانیم می توان گفت که برای کلمه علم تعریف های گوناگون ذکر کرده اند. ولی معمولاً می توان گفت که علم، کلیه دانستیهایی است که انسان می تواند بدان دست یابد.

در اصطلاح مردم ایران، علم که کلمه عربی دانش است معمولاً شامل کلیه دانستیهای انسان می شود که یادگیری آن کاری پسندیده و نیکو است.

معمولاً بشر از قدیم یادگیری علم را کاری نیکومی داند و در هر زمان و مکانی این امر صحت دارد. چه با توجه به کتابها و افسانه ها و روایات بسیار قدیم، می توان دریافت که یادگیری علم برای هر کس از بهترین کارهای او به شمار می رود.

دین اسلام نیز یادگیری علم را یک فریضه می داند و عالم را محترم می شمارد و یادگیری آن را حتی در دورترین نقطه جهان توصیه می کند.

پس یادگیری علم به معنی دانش ضروری است زیرا علوم، فنون، صنعت، کشاورزی و امور نظامی و... همه از شاخه های دانش محسوب می شوند و با همدیگر ارتباط دارند که در یادگیری آنها باید کوشا بود.

علمی که در کتاب های علوم تجربی دبستان - راهنمایی و شیمی دوره دبیرستان مورد بحث قرار می گیرد و شاخه ای از دانش است، علم تجربی (آزمایشی) (Experimental Science) می باشد.

دانشمندان، علم تجربی (Science) را در کتابهای شیمی به صورت زیر تعریف می کنند:

علم مجموعه منظم، به هم پیوسته و تعمیم یافته قسمتی از دانش است.

Science is knowledge organized, Correlated and generalized into a system.

انسان دائماً کوشش می کند که با استفاده از علوم تجربی، جهان اطراف خود و نیز جهان درون خود را بهتر بشناسد تا بهتر زندگی کند. مثلاً مهندسين معدن در کشف معادن جهان بیشتر فعالیت می کنند در صورتیکه پزشکان در شناختن جهان درون بدن، مدام کوشش می کنند. هر دو گروه روز به روز واقعیت های تازه ای را کشف می کنند که همه در بهتر زیستن انسان مؤثر بوده است. با توجه به علوم تجربی و استفاده صحیح از آن، انسان می تواند از نعمت های الهی، بیشتر و بهتر استفاده کند.

تقسیمات علوم تجربی:

علوم تجربی معمولاً شامل فیزیک، شیمی، زیست شناسی و زمین شناسی است. بهمین دلیل کتابهای علوم تجربی دوره ابتدایی و راهنمایی تحصیلی، دارای فصولی از فیزیک، شیمی، زیست شناسی و زمین شناسی است و گاهی فصولی نیز در کتاب های علوم تجربی وجود دارند که آمیخته ای از دروس یاد شده است. در علم فیزیک، معمولاً درباره تغییرات و پدیده های ظاهری مواد بحث می شود.

در علم شیمی، درباره خواص مواد، طرز تهیه و اثر متقابل آنها بر یکدیگر بحث می شود.

در علم زیست‌شناسی و زمین‌شناسی که به علوم طبیعی معروفند معمولاً دربارهٔ موجودات جاندار و بی‌جان بحث می‌گردد.

جهت درک اهمیت علم شیمی، می‌توان گفت که صنعت نفت، پتروشیمی، گاز، ذوب آهن، صنایع اتمی که در دنیای امروزه از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند همگی بر پایهٔ علم شیمی بنا شده‌اند.

در هر کشوری که علم شیمی پیشرفته‌تر و قوی‌تر باشد آن کشور از نظر صنعت پیشرفته‌تر است. منتها با توجه به اهداف علم و به خصوص علم شیمی، بشر باید از تمام علوم، مانند علم شیمی در راه صحیح و استفاده صحیح‌تر از آن کوشش کند نه اینکه با بهره‌گیری از علم شیمی، گازهای سمی و کشنده تهیه کرده و از آن برای نابودی انسانها استفاده نماید که این واقعیت، جزو هدفهای علم و به خصوص علم شیمی نبوده و در هر جامعه‌ای در هر زمان، عملی ناپسند است.

تاریخچه پیدایش، تحول علم شیمی و چگونگی تکمیل شدن این علم

the early history of chemistry

انسان از زمان‌های بسیار گذشته آتش را کشف و از آن در گرم کردن خود و پختن غذا استفاده می‌کرده است. انسان‌های اولیه بدون این که بدانند ماهیت آتش چیست از آن استفاده می‌کردند. ولی امروزه معلوم شده است که آتش، از سوختن یک مادهٔ سوختی (Fuel) در هوا حاصل می‌شود.

با توجه به اشیاء به دست آمده از زیر خاک آثار باستانی و تجزیهٔ شیمیایی آنها، معلوم می‌شود که حدود شش هزار سال قبل، انسان فلز مس را می‌شناخته و از آن استفاده می‌کرده است. نقاشی‌هایی که روی تابوت اجساد مومیایی شده مربوط به زمان‌های خیلی قبل باقی مانده است نشان‌دهندهٔ این واقعیت است که انسان رنگ را می‌شناخته و به کار می‌برده است.

آنچه که مسلم است فلاسفه و دانشمندان یونانی قبل از میلاد مانند ارسطو به عناصر چهارگانه آب، هوا، آتش و خاک معتقد بودند. یعنی می‌پنداشتند که مواد اصلی تشکیل دهندهٔ جهان همین چهار عنصر است و به همین دلیل به آنها عناصر اربعه

می‌گفتند. به این پیشنهاد ارسطو، تئوری چهار عنصر ارسطو Aristotle's four-element theory نیز می‌گفتند.

کیمیاگران the Alchemists: در زمان‌های قدیم کسانی را که در مورد خواص مواد و یا تأثیر آنها بر یکدیگر که امروزه همان علم شیمی نامیده می‌شود مطالعه‌ای داشته و در این مورد کار می‌کردند کیمیاگر (Alchemist) می‌گفتند و کلمهٔ شیمی (Chemistry) امروزه نیز از همان کلمهٔ کیمیا مشتق شده است.

منظور اصلی کیمیاگران قدیمی تبدیل فلزات نسبتاً ارزان قیمت به فلزات گران‌قیمت مانند طلا بود که در آن کار موفق نشدند. ولی همین کارها باعث تحقیق و بررسی در مورد مواد شد و علم شیمی را سبب گردید.

به‌طور کلی کیمیاگران معتقد به وجود جسمی به نام سنگ فیلسوفان (Philosopher's stone) بودند و گمان می‌کردند که با کشف این ماده می‌توانند فلزات را به طلا تبدیل کنند.

از دانشمندان معروف ایران که در پیشرفت علم شیمی مؤثر بوده‌اند نام چند تن ذکر می‌گردد و علاقه‌مندان به شرح و حال آنها می‌توانند به مجلات رشد شیمی شماره‌های اول، دوم و سوم - چهارم مراجعه کنند.

۱- جابر بن حیان - وفات وی در حدود سال ۲۰۰ هجری قمری بوده است. در کشورهای خارجی بنام Gebber جبر یا ژبر معروف است.

جالب توجه است که گفته‌شود فلز آنتیموان (Antimony) که تا زمان جابر بنام استی بیم (Stibium) نامیده می‌شد و کلدانی‌ها از ترکیبات این عنصر از ۵۰۰۰ سال پیش در ساختن گلدان‌ها و زیورآلات استفاده می‌کردند اولین بار توسط این دانشمند، آنتی‌مونیم (Antimonium) نامیده شده است و معنی این لغت در زبان یونانی، «شبهه به گل» است. امروزه نامی را که اولین بار جابر برای این فلز به کار برده است در دنیا معمول شده است (آنتیموان Antimony) مشتق از آنتی-مونیم است.

۲- محمد بن زکریای رازی

رازی از بزرگترین دانشمندان ایرانی، بزرگترین طبیب اسلام در قرون وسطی، فیزیکدان، عالم کیمیا (شیمی) و فیلسوف، در ماه شعبان ۲۵۱ هجری قمری در شهر ری نزدیک تهران متولد و در شعبان ۳۱۳ ه. ق. در همان شهر وفات یافته است.

ظاهراً در شهر ری که دو آن زمان یکی از مهمترین مراکز علمی ایران بوده است ریاضیات، فلسفه، نجوم و ادبیات آموخته و نیز در جوانی به تحصیل کیمیا (شیمی) مشغول بوده است. در اثر آزمایش‌های مکرر کیمیا، چشم ایشان صدمه دیده است. (گاهی بعضی از دانشمندان در حین آزمایش شیمی، دچار نقص عضو شده‌اند مثلاً «دولون» (Dulong) دانشمند فرانسوی در سال ۱۸۳۸، به هنگام آزمایش یک مادهٔ منفجره، یک چشم و یک دست خود را از دست داد). رازی روش علمی را به کار می‌برده است.

مثلاً از قول رازی نقل می‌کنند که گفته است «تجربه بهتر از علم است». در سایر کارهای علمی رازی نیز، اهمیت دادن به تجربه مشهود است. در علم کیمیا (شیمی)، همه توجیحات پدیده‌های شیمی را با تجارب (آزمایش) خود همراه کرده است.

و به طبقه بندی مواد شیمیایی و توصیف دقیق تجارب خسود پرداخته و تحقیقاتی در باب وزن مخصوص (جرم حجمی) کرده است. رازی علم کیمیا (شیمی) را در طب به کار برده است و او را می توان از بانیان طب شیمی دانست. رازی در علم تجربی به روش علمی معتقد بوده است و می گفت که علم کیمیا به مرور زمان ترقی خواهد کرد. او در علم طب خود را بالاتر از بقراط می داند و مدعی است از دانشمندان قبلی پیشتر رفته است و معتقد است که پس از وی دانشمندی خواهند آمد که بعضی از نتایجی را که او در علم طب و کیمیا به آن رسیده است طرد خواهند کرد و نتایج بهتر و یا نتایج دیگری را جایگزین نظریات وی خواهند کرد، چنانکه او کوشیده است که نظریات خود را در بعضی موارد جایگزین نظریات پیشینیان کند.

از مهم ترین کتاب های وی در شیمی عبارتند از: ۱- کتاب فی خواص الاشیاء (خواص اشیاء). ۲- کتاب فی محنته الذهب و الفضة و المیزان الطیبی (آزمایش طلا و نقره و مقدار طبیعی آنها).

۴- ابن سینا

شیخ الرئیس ابوعلی حسین بن عبدالله بن حسن بن علی معروف به ابن سینا در سال ۳۷۵ هجری قمری در اشته یا خرمین که از آبادی های نزدیک بخارا بوده اند متولد و در سال ۴۳۸ هجری قمری در همدان وفات یافته است. مقبره وی اکنون در همدان است.

از آثار مهم ابن سینا می توان کتاب الشفاء و کتاب القانون فی الطب را نام برد.

وی در کتاب شفا قسمتی به نام معدنیات دارد که در این کتاب از سنگها و خواص شیمیایی آنها سخن به میان آورده است. کتاب دوم و پنجم از سری کتابهای قانون مربوط به داروشناسی و شیمی است. مثلاً در مورد جیوه می نویسد: از ترکیب گوگرد و جیوه می توان شنگرف ساخت. این دانشمند در کشورهای اروپایی و امریکایی به نام اوی سنا (Avicena) معروف است.

عده ای از شیمیدانان قدیمی در مورد گیاهان مطالعه کرده و ترانستند از عصاره های آنها مواد مختلفی تهیه کرده که در رنگرزی و دارویی از آنها استفاده می شده است و مقداری از این کارها تا به امروز نیز باقی است.

به هنگام کار و آزمایش با مواد مختلف گیاهی و حیوانی، شیمی دانان قدیمی موفق به کشف بعضی از عناصر شدند. مثلاً یک شیمیدان آلمانی به نام براند (Brand) در سال ۱۶۷۵، از تقطیر ادرار فسفر به دست آورد که در اثر سوختن نور زیادی تولید می کرد و دلیل نامگذاری این عنصر به فسفر نیز به همین دلیل است. (در یونانی فس (Shos) به معنی نور و فرو (Phero) به معنی در بردارم است).

رابرت بویل انگلیسی نیز در سال ۱۶۸۵ از تقطیر ادرار با شن، فسفر به دست آورد. دانشمندی به نام گان (Gahn) در سال ۱۷۷۵ به وجود فسفات کلسیم در استخوان پی برد. دانشمند دیگری به نام شتل (Scheele) در سال ۱۷۷۷ فسفر را از خاکستر استخوان تهیه نمود. شیمی دان فرانسوی به نام لاووازیه (۱۷۹۴-۱۷۴۳) که عده ای آن را پایه گذار شیمی جدید می دانند سنجش و تحقیق را در شیمی وارد نمود. قانون بقای جرم و انرژی که امروزه در علم شیمی اهمیت دارد از کشفیات این دانشمند است. این دانشمند هم چنین ثابت کرد که سوختن یعنی ترکیب یک جسم با اکسیژن است.

برسلیوس شیمی دان سوئدی (۱۸۴۸-۱۷۷۹) به جای گذاشتن علامت های مخصوص برای نشان دادن عناصر، یک و یا دو حرف از نام لاتین عنصر را نوشته و آن را علامت شیمیایی نامید.

در اواخر قرن نوزدهم مندلیف شیمی دان روسی (۱۹۰۷-۱۸۳۹) عناصر زمان خود را به صورت خاصی طبقه بندی کرده و جدول تناوبی خاصی تهیه کرده که از آن در پیشگویی خواص عناصر استفاده می شده است.

دانشمندان زیادی نیز در قرن بیستم متحمل زحمات شده تا شیمی این علم وسیع را بدین صورت که امروزه است رسانیده و روز به روز نیز گسترش پیدا می کند. امید است که بشر از این علم به طور صحیح استفاده نماید.

پیدایش علوم گوناگون و همبستگی علوم با یکدیگر

اطلاعات علمی به دست آمده توسط دانشمندان به اندازه ای زیاد است که جز با طبقه بندی آنها به صورت منظم، مطالعه و دسترسی به آنها امکان ندارد. همانطوری که در یک کتابخانه جهت یافتن کتاب مورد نظر، کتاب های معینی را در قفسه های مجزا قرار می دهند علم نیز به همین صورت طبقه بندی شده و دسترسی به کتاب های مختلف علوم آسان تر شده است. پیدایش روزافزون اطلاعات علمی، باعث شد که آن ها را طبقه بندی کرده و به عنوان رشته های مختلف علم تجربی بشناسد و نام هایی چون فیزیک، شیمی، زیست شناسی و زمین شناسی به آنها دادند.

قابل توجه است که ماهیت بسیاری از پدیده های طبیعی به گونه ای است که نمی توان آن ها را متعلق به رشته خاصی از علوم تجربی دانست. در کتاب های علوم تجربی که در دوره ابتدایی و راهنمایی تحصیلی وجود دارند نمونه های زیادی از همبستگی شاخه های مختلف علوم تجربی را با یکدیگر می توان یافت و نمی توان گفت که مربوط به فیزیک، شیمی یا زیست شناسی است. به عنوان مثال پدیده فتو سنتز در کتاب علوم تجربی سال اول دوره راهنمایی تحصیلی و یا چگونه غذای

موجودات تهیه می‌شود در کتاب علوم تجربی سال چهارم ابتدایی، که در این مباحث، نمی‌توان گفت که مربوط به کدام شاخه از علم تجربی هستند بلکه مجموعه‌ای از شاخه‌های مختلف علوم تجربی را شامل است.

علم شیمی در مورد مواد مختلف، طرز تهیه، خواص شیمیایی و... بحث می‌کند و دانشمندی که کارشان مطالعه علم شیمی باشد شیمی‌دان (Chemist) نامیده می‌شوند.

علم فیزیک در مورد خواص ظاهری مواد و... بحث می‌کند و دانشمندان فیزیک را فیزیکدان گویند.

دانشمندی که به مطالعه زیست‌شناسی می‌پردازند زیست‌شناس (بیولوژیست) و دانشمندان علم زمین‌شناسی را زمین‌شناس گویند.

پیل الکتریکی ونحوه پیدایش جریان الکتریسته که در کتاب علوم تجربی سال دوم راهنمایی تحصیلی نوشته شده مثال خوبی از همبستگی فیزیک و شیمی است. زیرا در پیل الکتریکی موادی مانند مس، روی و اسید سولفوریک به کار می‌رود که مطالعه روی این نوع مواد و تغییرات انجام یافته روی آنها در حیطه علم شیمی است. ولی پیدایش انرژی الکتریکی و مصرف شدن آن در علم فیزیک مورد بحث قرار می‌گیرد.

تقسیمات علم شیمی:

امروزه چون علم شیمی دامنه‌ای بسیار وسیع پیدا کرده است و نیز برای اینکه دانشمندان بتوانند در یکی از رشته‌های علم شیمی به مطالعات عمیق پردازند از اینرو علم شیمی به چند رشته تقسیم شده است:

۱- شیمی عمومی (General Chemistry)

۲- شیمی آلی (Organic Chemistry)

۳- شیمی معدنی (غیر آلی) (Inorganic Chemistry)

۴- شیمی صنعتی (Industrial Chemistry)

۵- شیمی تجزیه (Analytical Chemistry)

۶- شیمی فیزیک (Physical Chemistry)

۷- بیوشیمی (Biochemistry).

در شیمی عمومی، تقریباً از تمام موضوعاتی که در سایر رشته‌های شیمی وجود دارند به اختصار بحث می‌گردد و علاوه بر مقدمات علم شیمی (مانند نامگذاری، تعریف عنصر و علائم شیمیایی آنها و...) نیز معمولاً در شیمی عمومی بحث می‌گردد. در شیمی آلی آنچه مربوط به ترکیبات کربن (به جز CO، CO₂ و کربنات‌ها) است مورد مطالعه قرار می‌گیرد که نمونه‌هایی از آن در علوم ابتدایی، راهنمایی تحصیلی و شیمی دبیرستان آمده است. خواننده آید مانند نفت، گاز، الکل و...

در شیمی معدنی که آن را شیمی غیر آلی نیز گویند معمولاً خواص، طرز تهیه، موارد استعمال مورد بررسی قرار

می‌گیرند. مانند طرز استخراج آهن و خواص مس.

در شیمی صنعتی، معمولاً مواد و دستگاهها از نظر صنعتی مطالعه می‌شود. مثلاً چگونه آمونیاک در صنعت تهیه می‌گردد و نیز دستگاهی که آمونیاک در آن باید تهیه شود چگونه است. در شیمی تجزیه، روش‌های تجزیه مواد چه از نظر کمی و چه از نظر کیفی مطالعه می‌شود. مثلاً به وجود مس در یک سنگ معدن چگونه پی می‌برند.

در شیمی فیزیک، معمولاً چگونگی انجام یک تغییر شیمیایی به وسیله عوامل فیزیکی مورد بررسی قرار می‌گیرد. مثلاً چگونگی تجزیه یک ماده به وسیله جریان برق.

بالاخره در بیوشیمی، ارتباط مواد شیمیایی با زندگی مطالعه می‌شود. مانند مطالعه ویتامین‌ها.

با توضیحات یاد شده، اهمیت علم و به خصوص علم شیمی تا حدی معلوم شد. حال این سؤال پیش می‌آید که این علم را چگونه باید آموخت. جواب مناسب در این باره آن است که گفته شود با همان روشی که دانشمندان عمل کرده‌اند و این روش همان روش علمی است.

روش علمی چگونه است؟

روش علمی (Scientific Method):

در کتاب علوم تجربی سال سوم ابتدایی، داستان فرهاد کنجکاو، در کتاب علوم تجربی سال اول دوره راهنمایی تحصیلی (فصل اول) اندیشه و کردار دانشمندان چگونه است؟ و نیز در شیمی سال اول دبیرستان (فصل اول) شیمی و روش آن نوشته شده است.

در داستان فرهاد کنجکاو می‌خوانید که او پسر کنجکاو بود و می‌خواست دلیل هر چیزی را که می‌بیند جویا شده و بداند. فرهاد بدون اینکه خودش متوجه شود می‌خواست مانند دانشمندان عمل کند زیرا دانشمندان نیز در مورد آنچه می‌بینند فکر کرده و می‌خواهند بدانند که دلیل هر مطلبی چیست.

در فصل اندیشه و کردار دانشمندان چگونه است نیز می‌خوانید که بادبادک علی بر روی درختی افتاده و او می‌خواهد بدانند که چگونه بادبادک خود را از درخت پایین آورد. او درباره این موضوع چند راه حل به نظرش می‌رسد. ابتدا فکر می‌کند که درخت را تکان دهد. سپس فکر می‌کند که چیزی به طرف بادبادک پرت کند ولی فکر می‌کند که ممکن است بادبادک پاره شود.

در فصل شیمی و روش آن در کتاب شیمی سال اول دبیرستان نیز در داستان ماهیگیر آمده است که برای ماهیگیر، فکر کردن درباره علت گرد آمدن طعمه در زمین‌های خیس و مرطوب بسیار جالب است.

پس اساس کار فرهاد کنجکاو، علی و ماهیگیر بر پایه فکر کردن است.

دانشمندان نیز درباره هر موضوعی فکر می کنند. بدین- ترتیب که در اثر فکر کردن درباره يك واقعیت، سؤالاتی برای آنها مطرح می شود از قبیل چرا و چگونه؟ اما برای یافتن جواب سؤالات، کوشش فراوان می کنند. دانشمندان برای پیدا کردن جواب سؤالات، راه و روش مخصوصی را دنبال می کنند که این راه و روش علمی است.

فراهادکنجکاوم دوست داشت که این چنین عمل کند. یعنی راه و روش دانشمندان را طی کند. زیرا دانشمندان را دوست داشت.

در اول کتاب علوم سوم ابتدایی عنوان زیر جلب توجه می کند.

دانشمندان چگونه فکر می کنند و چگونه کار می کنند؟

که به صورت داستان در زیر بررسی می گردد:
شرح و توجیه داستان: فراهادکنجکاو در يك روز بارانی در حیاط منزل خود کرمی را در چاله آب دید. وی به محض دیدن کرم در چاله کنجکاو شد که این کرم چگونه در این چاله پیدا شده است؟ پس از کمی فکر کردن، با خود گفت که دیروز که هوا بارانی نبود من در حیاط بازی می کردم و به این چاله نیز نگاه کردم کرمی در آن ندیدم. ممکن است این کرم امروز در این چاله پیدا شده باشد ولی من باید بدانم که چه عاملی باعث شده است که کرم در این چاله پیدا شود؟ از آن جایی که فراهاد يك پسر کنجکاو بود برای دانستن علت این کار، این گونه فکر کرد که:

۱- ممکن است این کرم همراه باران به چاله افتاده باشد یعنی کرم از هوا به این چاله آمده باشد.

دلیل این کار آن است که دیروز هوا بارانی نبود و من این چاله را نگاه کردم و کرمی را در آنجا ندیدم.

۲- ممکن است این کرم به وسیله آب تولید شده باشد و دلیل این کار آن است که دیروز آبی در این چاله نبود و من هم کرمی در آن ندیدم.

۳- ممکن است این کرم پس از باران از زیر خاک بیرون آمده باشد به این دلیل تنها فرقی که این چاله با دیروز دارد آن است که مقداری آب باران در آن جمع شده است.

توجه دارید که فراهاد کنجکاو در هر سه نوع فکری که کرده است می گوید که ممکن است..... و برای هر يك از افکار خود دلیلی نیز دارد و ابتدا نمی گوید که حتماً..... زیرا هنوز برای فراهاد ثابت نشده است که آن فکر کاملاً صحیح است تا کلمه حتماً را بکار برد.

این پسر کنجکاو برای این که بداند کدام يك از این فکرها و دلیلها صحیح است آزمایش کردن را شروع نمود. به همین

منظور او در چند ظرف، آب باران جمع کرد و به دقت به آنها نگاه کرد و گفت که اگر کرم، همراه باران از هوا به چاله آمده باشد بالاخره باید در یکی از ظروف نیز کرمی دیده شود. ولی او پس از مدتی که آب باران در ظروف جمع شد در هیچ- يك از آنها کرمی ندید.

با توجه به این آزمایش، او متوجه شد که این فکر (حدس) صحیح نبوده زیرا همراه آب باران، کرمی از هوا نیامده است. فراهاد کنجکاو برای امتحان درستی دومین فکر خود، نیز آزمایش کرد. بدین ترتیب که مقداری از آب باران را که در چاله جمع شده بود در ظرفی ریخته و مدتی آن را نگاه کرد تا اگر کرم از آب باران تولید شده باشد باید در این ظرف نیز کرمی دیده شود ولی پس از ساعتها نگاه کردن نیز کرمی در آن ظرف دیده نشد.

بنابراین فراهاد کنجکاو متوجه شد که دومین فکر (حدس) او نیز صحیح نبوده است یعنی کرم از آب باران تولید نشده است. زیرا در ظرفی که دارای آب باران بود مدتی نیز به حال خود قرار داشت کرمی در آن تولید نشد.

فراهاد کنجکاو برای صحت و سقم سومین فکر (حدس) خود نیز به انجام آزمایش پرداخت. بدین ترتیب که مقداری خاک خشک را در شیشه دهان گشادی ریخته و کرم چاله را در میان آن خاک قرارداد و سپس مقداری آب بر روی آن ریخت. پس از مدتی کرم را در بالای خاک دید و با خود اندیشید که سومین فکر من ممکن است صحیح بوده باشد زیرا کرم از وسط خاک به بالای آن آمده است.

فراهاد کنجکاو چند بار این آزمایش را تکرار کرد و در تمام آزمایشها نتیجه واحدی را گرفت.

آیا می توان روش کار فراهاد کنجکاو را به صورت زیر تنظیم نمود؟

۱- فراهاد، کرم خاکی را در چاله آب مشاهده نمود.
۲- به محض مشاهده کرم خاکی، درباره آن فکر کرد.
۳- پرسشی برای او پیدا شد که این کرم چگونه به این چاله آمده است؟ آیا از زیر خاک بیرون آمده است؟ آیا از آب باران تولید شده است؟

۴- برای جواب دادن به پرسشها نیز فکر کرد (حدس زد).

۵- این فکر (حدس)ها را به وسیله آزمایش سنجید.

۶- حدسهای را که به نظرش درست می آمد چند بار دیگر آزمایش نمود.

برای این که بیشتر با روش علمی که فراهاد انجام داده است آشنا شوید داستان پسر گمشده را که در زیر آورده شده است نیز به دقت بخوانید:

بررسی داستانی دیگر: در يك روز زمستانی که هوا سرد بود پرسی گم شد و دسترسی به مکانی که در آنجا بتواند از سرما

در امان باشد پیدا نمی‌کرد. پسر فکر کرد که راه جلوگیری از سرما در آن موقع، فقط درست کردن آتش است. وقتی این فکر را پسندید دوباره فکر کرد که باید برای افروختن آتش موادی را جمع آوری کند. بلافاصله مواد موجود در اطراف آن محیط را جمع آوری نمود. وقتی مواد جمع آوری شده را روشن کرد متوجه شد که بعضی از این مواد می‌سوزند و بعضی دیگر نمی‌سوزند.

آن پسر با توجه به این واقعیت، برای این که اجسامی را که نمی‌سوزند بار دیگر جمع آوری نکند شروع به طبقه‌بندی مواد جمع آوری شده نمود و یا به عبارت دیگر اطلاعات خود را در مورد سوختن و یا نسوختن مواد جمع آوری شده تنظیم نمود. او پس از چند بار جمع کردن مواد و سوزاندن آنها (آزمایش کردن آنها) مواد جمع آوری شده را بر حسب اینکه می‌سوزند و یا نمی‌سوزند به دو طبقه تقسیم بندی کرد.

اجسامی که نمی‌سوزند	اجسامی که می‌سوزند
سنگ‌ها	شاخه‌های درخت
سنگ‌ریزه‌ها	دسته جارو
سنباق	مداد
کلید	پایه‌های صندلی

این نوع طبقه‌بندی (تنظیم اطلاعات به دست آمده از مواد در مورد سوختن آنها)، پسر گمشده را در تولید گرما برای گرم کردن بدن خود نسبتاً یاری می‌کرد. پس از مدتی به علت آتش زدن مواد جمع آوری شده، شاخه‌های درخت و دسته جارو دیگر پیدا نمی‌شد. پسر گمشده دوباره فکر کرد تا تا زاهی بیابد و به کمک آن بتواند به مواد سوختنی جدیدی دست یابد. برای انجام این کار به موادی که نمی‌سوختند به دقت نگاه کرد و سپس آنها را با یکدیگر مقایسه نمود. چون شاخه‌های درخت، دسته جارو، مداد و پایه‌های صندلی تقریباً به شکل استوانه بودند اینطور استنباط کرد که شاید مواد استوانه‌ای شکل می‌سوزند و یا به عبارت دیگر در بین مواد جمع آوری شده نظامی یافت و سپس آن را به صورت یک نتیجه کلی احتمالی «شاید مواد استوانه‌ای شکل می‌سوزند» بیان نمود.

با این عمل، پسر گمشده اطلاعات به دست آمده خود را درباره اجسام سوختنی تحت قاعده و نظم درآورد.

روز بعد آن پسر گمشده باز هم برای پیدا کردن مواد سوختنی به جستجو پرداخت. او فراموش کرد که آنچه که می‌سوزد کدامیک از مواد بود. ولی نتیجه گیری روز قبل را که به صورت قاعده و نظمی درآورده بود (اشیای استوانه‌ای شکل می‌سوزند) به یاد داشت. بنابراین این او توانست یک شاخه درخت، یک میله فلزی، یک دسته فلزی چتر کهنه را پیدا کند. پسر گمشده از این کار خیلی خوشحال بود زیرا دریافته بود که اشیای استوانه‌ای شکل می‌سوزند. او زنجیر و تخته‌های چوبی را با خود نیاورد

چون استوانه‌ای شکل نبودند. او فکر کرد که حتی تخته‌های چوبی نیز نمی‌سوزند زیرا تخته‌های چوبی را آزمایش (امتحان) نکرده بود که می‌سوزند و یا نمی‌سوزند.

او با اندکی فکر کردن و آزمایش سوختن اجسام، متوجه شد که فقط اجسام استوانه‌ای شکل چوبی می‌سوزند. یعنی او متوجه شد که هر نتیجه تا حدودی معتبر است پس نباید این نتیجه را (اجسام استوانه‌ای شکل می‌سوزند) در مورد تمام مواد تممیم داد. از این رو پسر گمشده فکر کرد که شاید اجسام چوبی غیر استوانه‌ای شکل نیز ممکن است بسوزند و برای صحت این حدس یکی از تخته‌های چوبی را در آتش افکند و با کمال تعجب مشاهده کرد که تخته‌های چوبی نیز می‌سوزند. در روزهای بعد او دیگر به جستجوی میله فلزی نمی‌گشت چون دریافته بود که اجسام چوبی می‌سوزند و یا به جستجوی صفحات روزنامه نمی‌پرداخت چون چوبی نبودند و به نظر پسر گمشده، ورق‌های روزنامه در آتش نمی‌سوزند. این داستان گسر چه ممکن است واقعیت نداشته باشد ولی پسر گمشده نیز همان راهی را که فرهاد کنجکاو طی کرده بود می‌پیمود و همان راه و روش علمی است که دانشمندان طی می‌کنند.

شاید شما، پس از مطالعه این داستان، در این فکر باشید که چطور پسر گمشده نمی‌توانست تشخیص دهد که میله فلزی نمی‌سوزد؛ ولی باید توجه کرد که فرض بر این است که او برای اولین بار میله فلزی را دیده بود.

نکته بسیار مهمی که در هر دو داستان به چشم می‌خورد این است که در اثر فکر کردن، هم پسر گمشده و هم فرهاد کنجکاو به نتایج خیلی خوبی رسیده‌اند. می‌توان گفت که اساس روش علمی همان فکر کردن است. از این رو به فکر کردن انسان در باره هر موضوعی اهمیت زیادی داده شده است.

دانشمندان معتقدند که معمولاً هر واقعیتی که بتواند باعث کنجکاو و فکر کردن انسان شود یک مسأله علمی است. مثلاً سوختن اجسام چوبی، نسوختن اجسام فلزی می‌تواند مسأله علمی باشند.

مسأله علمی در همه زمان‌ها و مکان‌ها وجود دارد. شخص دقیق و علمی می‌تواند در مورد بعضی از آنها کنجکاو شده و فکر کند. از این رو دانشمندان به طور متداول در طول زمان، هزاران نکته تازه را کشف و مطالعه می‌کنند.

با توجه به کار دانشمندان و روش کار آنها، معمولاً در برخورد با یک مسأله علمی و حل آن به صورت زیر عمل می‌کنند:

۱- مسأله علمی را کاملاً برای خود توجه کرده و بدین صورت مسأله علمی را کاملاً تشریح می‌کنند که چه می‌خواهند انجام دهند؟ چه واقعیتی را می‌خواهند روشن سازند؟

۲- با توجه به اطلاعات خود در آن زمینه، راه حل‌هایی را برای رسیدن به نتیجه مطلوب و صحیح، طرح می‌کنند تا

به وسیله آن (ها) بتوانند مسأله علمی را توضیح دهند.

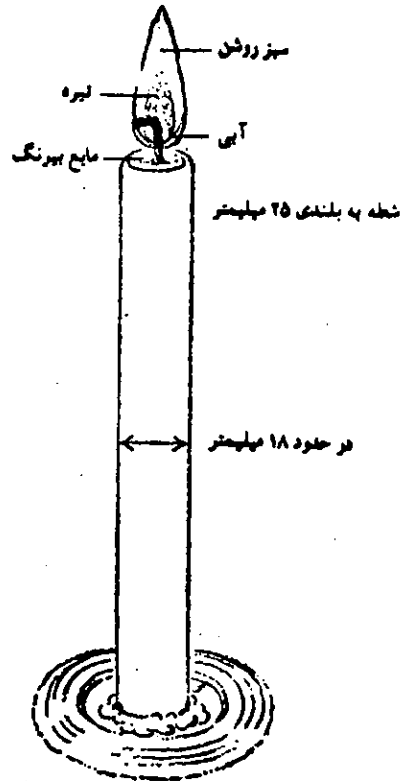
۳- آن راه حلی را که درست تر به نظر می رسد انتخاب کرده و کار خود را در آن زمینه ادامه می دهند و درستی آن را با آزمایش (تجربه) معلوم می کنند. چنانچه آزمایش، درستی آن را تأیید کرد همان آزمایش را چندبار انجام می دهند. دانشمندان معمولاً راه حل درست يك مسأله علمی را یادداشت نموده تا در صورت ذنبال شدن مسأله علمی توسط دانشمند دیگر، راه حل قبلی نیز مد نظر باشد.

در کتاب های شیمی عمومی، مراحل روش علمی را اکثراً به صورت زیر می نویسند. مشاهده، فرضیه و نظریه (تئوری) ۱- مشاهده (observation) - منظور از مشاهده همان نگاه کردن به يك چیز است که هر قدر دقیق تر باشد نتیجه گیری بهتر صورت می گیرد.

هر قدر مشاهده بر مبنای اطلاعات قبلی باشد استنباط و نتیجه گیری صحیح تر خواهد بود.

مشاهده يك نفر دانشمند با مشاهده فرد عادی تفاوت زیادی دارد. زیرا دانشمند، مشاهده ای دقیق و همه جانبه می کند ولی فرد عادی نمی تواند آن چنانکه باید به مشاهده دقیق جسمی یا واقعتی پردازد.

برای این که اهمیت مشاهده و تفاوت آن در فرد عادی و دانشمند روشن تر گردد به مثال زیر دقت کنید.



شمع روشن

شمع روشن را به دقت مشاهده نمایید و سپس آنچه را

که مشاهده می کنید دقیقاً یادداشت نمایید مثلاً:

۱- شمع روشن گرما دارد ۲- شمع به شکل استوانه

است ۳- شعله شمع زیاد داغ نیست و...

تا چند شماره می توان نوشت؟

اما يك نفر دانشمند ممکن است واقعت های زیر را پس

از مشاهده سوختن شمع یادداشت نماید:

۱- شمع به شکل استوانه است. ۲- طول آن قبل از

سوختن حدود ۱۵ سانتیمتر است. ۳- قطر شمع در حدود ۲

سانتیمتر است. ۴- به وسیله شعله کبریت می توان شمع خاموش

را روشن کرد. ۵- طول شمع روشن به مرور که می سوزد کمتر

می شود. ۶- پس از سوختن به مدت ۳۵ دقیقه، طول شمع حدود

۷ سانتیمتر کمتر شد. ۷- شمع، جامدی است که زیاد سخت نیست

و با ناخن خط برمی دارد. ۸- سفید متمایل به صورتی رنگ

است. ۹- در حین سوختن بوی کمی دارد. ۱۰- تقریباً نیمه -

شفاف است. ۱۱- در وسط شمع فتیله ای قرار داده شده که

توسط آن می سوزد. ۱۲- مقداری از فتیله از شمع بیرون

است. ۱۳- جنس فتیله از نخ است. ۱۴- سوختن شمع گاهی

با تولید مقداری دود همراه است. ۱۵- کمترین وزش باد یا

تغییر هوا ممکن است شعله شمع را خاموش کند. ۱۶- سوختن

شمع با تولید صدا همراه نیست.

و

آیا باز هم می توان در اثر مشاهده يك شمع سوزان تعداد

دیگری شماره که توضیح دهنده واقعت است نوشت؟

آیا آن چه را که در سوختن شمع، شما به آن توجه

کرده اید دانشمند نیز توجه کرده است؟

آیا آن چه را که در سوختن شمع، يك فرد دانشمند به آن

توجه کرده است شما نیز به آن واقعت ها توجه کرده اید؟

معمولاً مشاهده واقعت های علم شیمی در آزمایشگاه ها

صورت می گیرد. زیرا می توان شرایط محیط را در آنجا بدلتخواه

کنترل کرد. پس می توان گفت که آزمایشگاه بهترین جایی است

که در آنجا می تواند مشاهدات دقیق و دلخواه صورت گیرد.

از این رو علم تجربی بهتر است در آزمایشگاه تدریس گردد.

زیرا به محض توصیف يك واقعت، می توان به مشاهده آن

نیز پرداخت.

چون معمولاً در آزمایشگاه ها، آزمایش های مختلف و

متعدد صورت می گیرند بنابراین می توان گفت که آزمایش ها

يك سلسله مشاهدات کنترل شده می باشند که به مشاهده واقعت های

علمی می پردازند.

منظور از آزمایشگاه (Laboratory) و آزمایش

(experiment)، نتیجه گیری های صحیح علمی است که علوم

تجربی بر مبنای همین نتیجه گیری های صحیح پایه گذاری شده اند.

۴- فرضیه (hypothesis) - معمولاً پرسشهای علمی پس از مشاهده دقیق مطرح می‌شوند. به عنوان مثال می‌توان گفت که برای فرهادکنجکاو، پس از مشاهده کرم در چاله حیاط خود، پرسشهایی به شرح زیر مطرح شد:

این کرم چگونه به این چاله آمده است؟ آیا این کرم همراه آب باران به اینجا آمده است؟

آیا این کرم از زمین درآمده است؟ و از این قبیل...

به مثال دیگر توجه کنید: یک کتری آب را بجوشانید و به تبخیر شدن آب کتری بدقت بنگرید (مشاهده دقیق). آیا پرسشهایی برای شما مطرح می‌شود؟ ممکن است پرسشهایی به صورت زیر مطرح گردد: مایعات چگونه تبخیر می‌شوند؟ چرا مایعات تبخیر می‌شوند؟

پس از انجام چند آزمایش ممکن است گفته شود که تمام مایعات می‌توانند تبخیر شوند و در اثر گرما سرعت تبخیر مایعات بیشتر می‌شود. پس می‌توان گفت که در بین واقعیت‌ها، ممکن است وجه اشتراك نیز وجود داشته باشد.

دانشمندان پس از انجام آزمایش، معمولاً به سوالات علمی مطرح شده نیز جواب می‌دهند. پرسشها با توجه به اطلاعات علمی می‌باشند. مثلاً در مورد این که چرا مایعات تبخیر می‌شوند؟ دانشمندان می‌گویند که مایعات از ذرات کوچکی تشکیل یافته‌اند که این ذرات دارای حرکت می‌باشند و بعضی از این ذرات انرژی بیشتری نسبت به سایر ذرات مایع دارند. از این رو در اثر این انرژی زیاد، از مایع جدا شده و به حالت گاز درمی‌آیند که گفته می‌شود مایع تبخیر می‌گردد.

این نوع توضیحات که برای جواب دادن به پرسشهای علمی مطرح شده پس از مشاهده است، بر اساس نتایج صحیح جمع‌آوری شده از آزمایشهای متعدد بوده و فرضیه نامیده می‌شوند.

۴- نظریه (Theory) نظریه، تئوری نیز نامیده می‌شود. چنانچه صحیح بودن يك فرضیه به وسیله آزمایش‌های متعدد تأیید شود آن فرضیه عمومیت پیدا کرده و نظریه نامیده می‌شود. به عنوان مثال در قسمت قبل توضیحی برای علت جوشیدن مایعات ذکر شد چنانچه آن توضیح در مورد تمام مایعات صادق باشد فرضیه یاد شده نظریه (تئوری) نامیده می‌شود. تئوری مولکولی در کتاب علوم تجربی سال اول دوره راهنمایی نوشته شده و جهت یادآوری ذکر می‌گردد. این تئوری یکی از مهمترین تئوری‌های موجود در شیمی است:

۱- ماده از ذرات کوچکی به نام مولکول تشکیل یافته است.

۲- بین مولکولها فضا وجود دارد.

۳- مولکولها پیوسته در حال حرکتند.

۴- مولکولها یکدیگر را می‌ربایند.

از این نظریه (تئوری) برای توضیح واقعیت‌های زیادی در علوم تجربی و به خصوص در شیمی استفاده می‌شود. يك نظریه تا زمانی که خلافتش ثابت نشده است صحیح است و در اثر پیشرفت علم ممکن است بعضی از قسمت‌های نظریه تکمیل و یا اصلاح شود.

تئوری مولکولی چه واقعیتهایی را توضیح می‌دهد؟

دانشمندان با استفاده از تئوری مولکولی می‌توانند خاصه‌های ماده را توضیح دهند.

تئوری مولکولی تفاوت بین حالات ماده را توضیح می‌دهد. مولکولهای جامد بسیار به هم نزدیکند و به شدت یکدیگر را می‌ربایند و نمی‌توانند آزادانه به هر طرف حرکت کنند، بلکه در جای خود می‌جنبند. بنابراین يك جامد، حجم معین و از خود شکل دارد. مولکولهای مایع معمولاً تا اندازه‌ای از هم دورند. به طوری که می‌توانند آزادانه در تمام جهات حرکت کنند. به همین دلیل مایع شکلی از خود ندارد. ولی در این حال مولکولها هنوز یکدیگر را می‌ربایند و ربایش آنها آنقدر هست که مایع بتواند حجم معینی داشته باشد. مولکولهای گاز آنقدر از هم دورند که تقریباً هیچ اثری برهم ندارند. بنابراین آزادانه حرکت می‌کنند به طوری که گاز نمی‌تواند حجم معین و از خود شکلی داشته باشد.

حل شدن مواد و به وجود آمدن محلولها نیز با تئوری مولکولی قابل توضیح است. هنگامی که ماده‌ای حل می‌شود مولکولهای آن از هم جدا می‌شوند. در ابتدا بسیار به هم نزدیک هستند زیرا یکدیگر را می‌ربایند. ولی مولکولهای حلال نیز آنها را می‌ربایند. بنابراین مولکولهای ماده حل شده از هم جدا می‌شوند و در فضای بین مولکولهای حلال پخش می‌شوند. پس از مدتی تمام مولکولها بطور یکنواخت مخلوط می‌شوند و به همان حال باقی می‌مانند. پس در محلول آب و قند، ذرات قند به صورت مولکولهای جدا از یکدیگرند. این محلول زلال و شفاف است، زیرا مولکولها بقدری کوچکند که دیده نمی‌شوند. آنقدر کوچکند که با مولکولهای آب از صافی می‌گذرند. به همین دلیل قند حل شده را با صاف کردن محلول نمی‌توان از آب جدا کرد.

تئوری مولکولی فرق يك محلول و مخلوط معلق را نیز توضیح می‌دهد. در مخلوط معلقی از نشاسته و آب، نشاسته به صورت مولکولهای جدا از یکدیگر در نمی‌آید. ذرات نشاسته هزاران بار از مولکولهای آب بزرگترند. بنابراین مولکولهای آب که بسیار کوچکترند می‌توانند از صافیهای بگذرند که ذرات نشاسته نمی‌توانند از آنها بگذرند. به همین دلیل ذرات نشاسته را با صاف کردن می‌توان جدا کرد.

تئوری اتمی و تئوری سینتیک گازها نیز از مهمترین تئوری‌های علوم تجربی به شمار می‌روند.

قانون و اصل:

در علوم تجربی دوره راهنمایی تحصیلی و نیز در شیمی دبیرستان کلمه قانون و اصل علمی وجود دارد. در اینجا نیز بد نیست بحثی در این مورد پیش آید.

قانون (law): منظور از کلمه قانون در این بحث، آن بخش از مفهوم آن است که در علوم تجربی به کار می‌رود. معمولاً جهت سهولت در مطالعه و واقعیت‌های علمی، نتایج حاصل از مشاهدات مختلف را ساده و خلاصه کرده و سپس آن‌ها را تعمیم (generalization) می‌دهند. به عنوان مثال پس از مشاهده چند آزمایش در مورد تبخیر مایعات، گفته می‌شود که تمام مایعات تبخیر می‌شوند. در اثر گرما، تبخیر مایعات سریع‌تر انجام می‌گیرد و حتی در اثر گرمای زیاد، تمام مایعات می‌جوشند. به این نوع بیان‌ها که بیان‌کننده رفتار پدیده‌ها می‌باشند در علوم تجربی، قانون گفته می‌شود. در علوم تجربی، قانون بیان‌کننده علت نیست بلکه بیان‌کننده رفتار پدیده است.

قوانین تجربی معمولاً به وسیله تئوری تفسیر می‌گردند. مثلاً قانون گازها به وسیله تئوری جنبشی گازها توجیه می‌گردند. بدین ترتیب قانون بویل Boyle's law قانون چارلز (Charles's law)، قانون دالتون (Dalton's law) و قانون گراهام (Graham law) به وسیله تئوری جنبشی گازها قابل توجیه هستند.

قانون بویل: حاصلضرب فشار در حجم جرم معینی از یک گاز در دمای ثابت، تقریباً مقداری ثابت است.

قانون چارلز: حجم مقدار معینی از گاز، مستقیماً با دمای مطلق آن تغییر می‌کند.

قانون دالتون: فشار مخلوط دو گاز برابر با مجموع فشارهای هر یک از آن‌ها به تنهایی است (به شرطی که دو گاز با یکدیگر ترکیب نشوند).

قانون گراهام: سرعت پخش شدن مولکول‌های گاز با جذر جرم مولکولی آن‌ها نسبت عکس دارد.

حال تئوری جنبشی گازها را نیز ذکر می‌کنیم تا معلوم شود که چگونه قوانین یاد شده به وسیله این تئوری توجیه می‌گردند.

تئوری جنبشی گازها Kinetic theory

به هنگام تابش نور خورشید از پنجره به درون یک اتاق، ستونی متشکل از ذرات معلق در هوا را مشاهده می‌کنیم. همچنین مشاهده می‌کنیم که این ذرات به کف اتاق نمی‌نشینند بلکه در حال تعلیق در فضا حرکت نامنظم دارند. ملاحظه می‌کنیم

که افزایش دمای اتاق سبب می‌شود که این حرکات نامنظم، سریعتر باشند. از این مشاهدات می‌توان حدس زد که ذرات معلق بن در پی در معرض بمباران مولکول‌های تشکیل‌دهنده هوا هستند و از این رو می‌توان گفت که مولکول‌های تشکیل‌دهنده هوا دائماً در حال حرکت و سرعت این مولکول‌ها به دما بستگی دارد.

بر اساس این رفتار و سایر رفتارهای گازی، (ماکسول فیزیکدان اسکاتلندی) و بولتزمن (فیزیکدان اتریشی) تئوری جنبشی گازها را در ۱۸۵۹ پیشنهاد کردند که به قرار زیر است:

۱- گازها از مولکول‌های بسیار کوچک و مجزا از هم تشکیل شده‌اند.

۲- فاصله متوسط بین مولکول‌های گاز در مقایسه با اندازه مولکول‌ها به قدری زیاد است که حجم کل مولکول‌ها را در مقابل حجم گاز می‌توان نادیده انگاشت.

محاسبه نشان می‌دهد که تقریباً ۹۹٪ حجم کل هوا، فضای خالی است. از این رو می‌توان هوا را به میزان بسیار زیاد (با وارد کردن فشار خیلی بالاتر از فشار جو) تراکم کرد.

۳- هیچ گونه نیروی جاذبه‌ای بین مولکول‌های یک گاز (ایده آل) وجود ندارد. از این رو این مولکول‌ها را می‌توان کاملاً مستقل از یکدیگر دانست. گازها وقتی در ظرفی وارد می‌شوند تمام فضای آن ظرف را اشغال می‌کنند و از این رو است که هیچ گونه نیروی پیوستگی نمی‌تواند بین مولکول‌های آنها وجود داشته باشد.

۴- مولکول‌های گاز حرکت مستقیم الخط، سریع و مداومی دارند که با یکدیگر و همچنین با دیواره ظرف خود دائماً برخورد می‌کنند. این حرکت مستقیم الخط حفظ می‌شود تا اینکه برخورد دیگری پیش آید که در این صورت ذره منحرف شده و مسیر مستقیم دیگری را می‌پیماید. فشار گاز ناشی از این برخوردها با دیواره‌های ظرف است.

۵- برخورد بین مولکول‌های گازی و بین دیواره‌های ظرف آن، برخورداری الاستیک است. انرژی از یک مولکول به مولکول دیگر منتقل می‌شود ولی انرژی جنبشی کلی مولکول‌ها همواره ثابت می‌ماند.

۶- انرژی جنبشی متوسط مولکول‌های گازی با دمای مطلق تناسب مستقیم دارد. دما یا درجه معیار شدت گرما است و با افزایش گرما، زیاد می‌شود. گرما شکلی از انرژی است که سرعت و انرژی جنبشی مولکول‌های گاز را افزایش می‌دهد. در یک لحظه معینی مولکول‌های مختلف گاز، انرژی‌های جنبشی متفاوت دارند زیرا بر اثر برخورد، سرعت و انرژی جنبشی هر مولکول دائماً تغییر می‌کند.

توانایی تئوری جنبشی در توضیح رفتار گازها (قانون گازها) محک واقعی اعتبار آن است.

تحقیق درستی تئوری جنبشی گازها

اکنون تئوری جنبشی گازها را با توجه به قوانین گازها می‌آزماییم. اگر این نظریه از عهده توضیح آنها برآید، معتبر و قابل قبول است.

۱- قانون بویل

اگر حجم گاز نصف گردد، فشار آن دو برابر می‌شود. بر طبق نظریه (تئوری) جنبشی گازها، ذرات گاز به طریقی نامنظم درون ظرف در حرکت‌اند و دائماً با دیواره آن برخورد می‌کنند، و فشار گاز از این برخوردها ناشی می‌شود. این برخوردهای ذرات با دیواره ظرف، الاستیک است، یعنی سرعت آنها پس از برخورد تغییر نمی‌کند. حال اگر بدون تغییر تعداد ذرات گاز، حجم ظرف نصف شود، عده ذرات در واحد حجم، تعداد برخوردها با دیواره ظرف در واحد زمان، دو برابر می‌شود و دو برابر شدن برخوردها فشار را دو برابر می‌کند. بنا بر این نظریه (تئوری) جنبشی گازها به خوبی از عهده توضیح این قانون برمی‌آید.

۲- قانون چارلز

با افزایش دما، فشار گاز (در حجم ثابت) و حجم آن (در فشار ثابت) زیاد می‌شود (قانون چارلز). نظریه جنبشی گازها این واقعیت را چنین توجیه می‌کند: با افزایش دما مولکولها سریعتر حرکت می‌کنند، و چنانچه حجم ثابت بماند برخورد مولکولها با دیواره ظرف شدیدتر و بیشتر می‌شود. در نتیجه فشار گاز افزایش می‌یابد. چنانچه فشار ثابت بماند لازم است گاز منبسط گردد تا افزایش فشار ناشی از افزایش دما جبران شود.

۳- قانون فشارهای جزئی دالتون

(Dalton's Law of partial pressures)

این قانون را بدین گونه توجیه می‌کنیم که اگر نیروهای جاذبه بین مولکولها قابل اغماض باشد، چون فواصل بین مولکولها (در مقایسه با اندازه مولکولی) بسیار زیاد است تعداد برخوردهای مولکولهای هر یک از گازها با دیواره ظرف وقتی که آن گاز به تنهایی تمام ظرف را اشغال می‌کند برابر با تعداد برخوردهایی خواهد بود که وقتی آن گاز مخلوط با گازهای دیگر باشد. به عبارت دیگر، هر یک از گازها، مستقل از گازهای دیگر، فشار خود را بر دیواره ظرف اعمال می‌کند. فشار کل مخلوط گازی برابر با مجموع فشارهای جزئی هر یک از گازها خواهد بود.

۴- قانون گراهام

انرژی جنبشی متوسط برای مجموعه‌ای از مولکولها با رابطه زیر بیان می‌شود:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

که در آن m جرم، (مولکول) در v سرعت متوسط ذرات است. از این رابطه می‌توان v را محاسبه کرد.

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}$$

چون سرعت متوسط ذرات، عامل تعیین کننده سرعت پخش شدن آنهاست و چون بر طبق نظریه (تئوری) جنبشی گازها مقدار E_k در دمای معین مقدار ثابتی است، پس سرعت پخش شدن ذرات با جذر جرم آنها نسبت عکس دارد. بنابراین، تئوری جنبشی گازها، واقعیت مربوط به پخش شدن گازها را نیز توجیه می‌کند. به طوری که ملاحظه کردید، تئوری جنبشی گازها قادر است همه واقیتهایی را که در این قوانین با آنها آشنا شدید توجیه کند. سایر رفتارهای گازها، مانند توزیع انرژی مولکولی و غیره نیز توسط این تئوری قابل توجیه‌اند.

تئوری جنبشی مانند سایر تئوری‌های علمی رشد خود را در زمانی بسیار طولانی طی کرده و به تدریج، با توضیح واقیعات، تکامل یافته و خود موجب دسترسی به واقیعات تازه‌ای شده است.

تئوری اتمی The atomic theory

یکی دیگر از مهمترین تئوری‌های موجود در شیمی، تئوری اتمی است. در سال ۱۸۰۵ شیمیدان و فیزیکدان انگلیسی به نام دالتون، فرضیه‌ای را بیان کرد که همه مواد از ذرات کوچکی به نام اتم تشکیل شده و عناصر مختلف، ذرات متفاوت دارند. با توجه به آزمون‌های متعدد این فرضیه توسط شیمیدانان و فیزیکدانان آن زمان، این فرضیه به صورت تئوری ارائه شد. قانون نسبت‌های معین (law of definite Composition) و قانون نسبت‌های چندتایی (law of multiple proportions)، توسط تئوری اتمی دالتون قابل توجیه است.

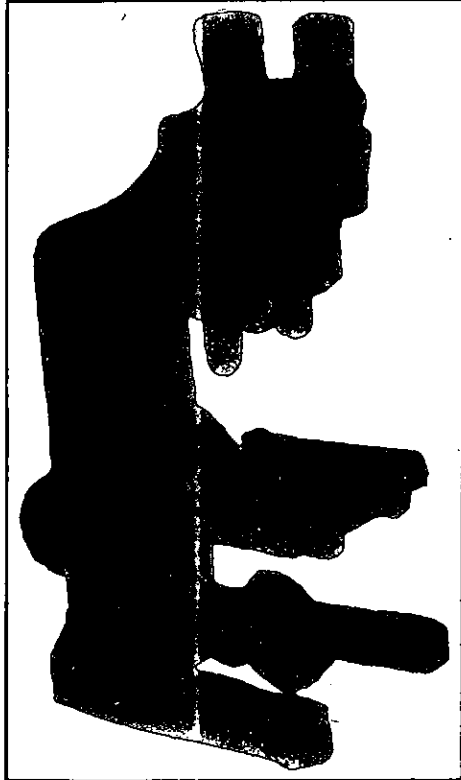
بقیه در شماره آینده

کار آزمایشگاهی

تهیه گازها در آزمایشگاه

منوچهر دانشمند

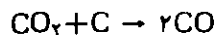
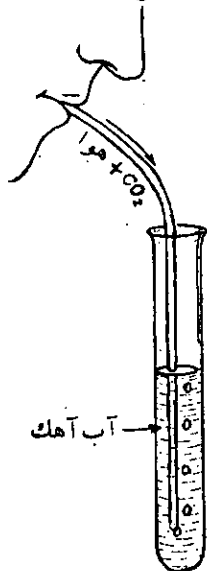
دبیر شیمی هنرستانهای تهران



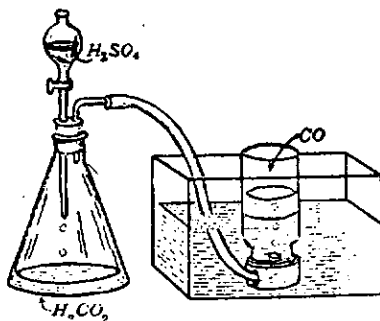
۱- مونو اکسید کربن (CO)
مونو اکسید کربن گازی است بی رنگ و بی بو که از هوا سبکتر بوده و در آب خیلی کم محلول است. این گاز که جزء احیا کننده های قوی به شمار می آید بسیار سمی بوده در صورتیکه مقدار آن از نیم درصد در هوا افزایش پیدا کند موجب سردرد می شود و مقدار بیشتر آن مرگ آور می باشد. یکی از راههای تهیه مونو اکسید کربن، عبور دادن دی اکسید کربن از روی زغال سرخ شده است. طبق این روش کربن، دی اکسید کربن را احیا نموده و به مونو اکسید کربن مبدل می کند.

۲- گاز دی اکسید کربن (CO₂)

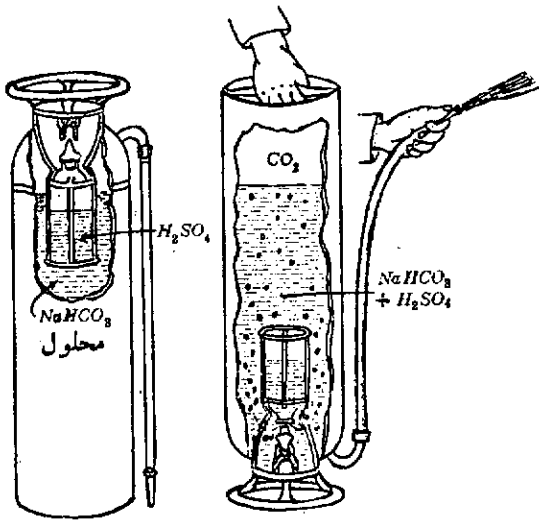
دی اکسید کربن، گاز بی رنگی است که تقریباً یک و نیم مرتبه سنگین تر از هواست. این گاز که از سوختن موادی مانند



طریقه ساده تر، تأثیر اسید سولفوریک گرم و غلیظ بر اسید فرمیک است. طبق این روش که در دستگاهی مطابق شکل انجام می شود،

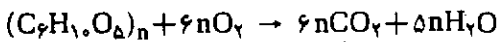


تیدروژن سدیم می باشد.
 هنگام استفاده، کپسول را به طور معکوس می گردانند
 در نتیجه اسید سولفوریک با محلول کربنات تماس حاصل نموده
 تولید دی اکسید کربن می کند و دی اکسید کربن حاصل از لوله
 خروجی به طرف آتش هدایت می شود.

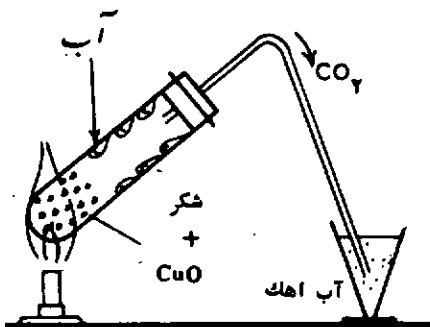


ب: تهیه CO₂ از ترکیبات کربن

مقداری از یک ماده آلی مانند نشاسته را با کمی اکسید
 سیاه مس (II) کاملاً مخلوط کرده، در یک لوله آزمایش پیرکس
 بریزید و گرما دهید. طبق معادله زیر، گاز دی اکسید کربن آزاد
 شده و قطرات آب در بالای لوله مشاهده می شود:



برای تشخیص CO₂ مطابق شکل ممکن است آنرا وارد ظرف
 آب آهک کرده و گذر شدن محلول را ملاحظه نمود. ضمناً اگر
 مقداری از قطره های مایع تولید شده را برسولفات مس (II)
 بی آب بریزید. سولفات مس (II) آبی رنگ می شود که نشان
 می دهد آن مایع آب بوده است.



زغال سنگ، نفت، بنزین، چوب و کلیه مواد کربن دار، در هوا
 تولید می شود، موارد استفاده متعددی دارد که از آن جمله می توان
 به کاربرد آن در نوشابه های مانند پپسی و غیره اشاره نمود.
 گیاهان سبز نیز به کمک انرژی نور خورشید، CO₂ موجود در
 هوا را به مواد قندی مبدل می کنند.

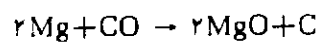
در بازم انسان و جانوران نیز مقداری گاز دی اکسید کربن
 وجود دارد که با دمیدن در ظرف محتوی آب آهک و تغییر رنگ
 آن، به آسانی قابل تشخیص است.

دی اکسید کربن را همانطور که در کوره های آهک پزی
 انجام می شود ممکن است از تجزیه کربنات کلسیم در دمای بالا
 تهیه کرد لیکن در آزمایشگاه راههای دیگری مورد استفاده قرار
 می گیرد.

الف: تأثیر اسید کلریدریک بر کربنات کلسیم

مقداری کربنات کلسیم خشک را در یک ارلن قرار داده و
 در آنرا به وسیله یک چوب پنبه که دارای دوسوراخ است بیندید.
 یک قیف و یک لوله رابط را در چوب پنبه قرار دهید و سردیگر
 لوله را در یک سربگذارید. با ریختن اسید کلریدریک در قیف و
 وارد شدن آن در ارلن واکنش شروع شده و به تدریج گاز
 دی اکسید کربن در بشر جمع می شود. این گاز به علت سنگینی
 جای هوا را در بشر اشغال می کند.

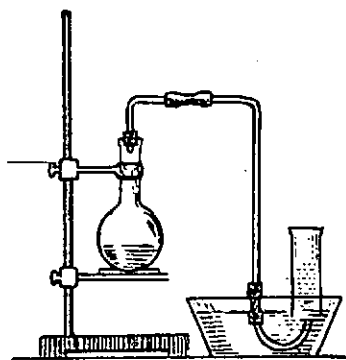
یک نوار منیزیم روشن را در ظرف دی اکسید کربن وارد
 کنید. منیزیم به سوختن ادامه می دهد علت آن است که منیزیم،
 دی اکسید کربن را طبق معادله زیر احیا نموده و اکسیژن آن
 را می گیرد.



علاوه بر این، گاز دی اکسید کربن آتش نشان بوده و موجب
 خاموش شدن آتش می شود. (با وارد کردن یک کبریت روشن
 در ظرف محتوی CO₂ و خاموش شدن کبریت، ضد حریق بودن
 دی اکسید کربن را به دانش آموزان نشان دهید.) از خاصیت
 ضد حریق گاز دی اکسید کربن در بعضی از کپسولهای آتش -
 نشانی استفاده می شود. در برخی از این کپسولها، دی اکسید کربن
 تحت فشار به حالت مایع وجود دارد که هنگام استفاده با آزاد
 کردن اهرم مخصوص، از فشار داخل کاسته شده و دی اکسید کربن
 مایع به سرعت به گاز تبدیل گردیده و با قرار گرفتن در اطراف
 شعله مانع رسیدن هوا به آن می شود.

در بعضی دیگر از این وسایل، کپسول شامل دو قسمت است.
 در قسمت بالایی کپسول ظرف کوچکی محتوی اسید سولفوریک
 قرار گرفته و قسمت پایین دارای محلول کربنات سدیم یا کربنات

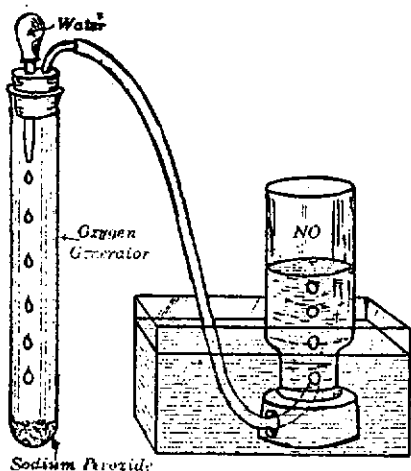
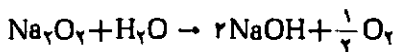
تهیه گاز نیتروژن (N₂)



دی اکسید نیتروژن (NO₂)

این گاز که در ۱۰۰ درجه سانتیگراد به مایع زرد رنگی مبدل می‌شود در آب محلول بوده و از اکسیدکننده‌های قوی به شمار می‌آید. رنگ آن قرمز متمایل به قهوه‌ای و تنفس آن به علت سمی بودن، خطرناک است. برای تهیه گاز دی اکسید نیتروژن ممکن است از اثر اسید نیتریک غلیظ بر مس استفاده نمود. دستگاه مورد نیاز شامل بالون، قیف، لوله رابط و یک بشر بلند خواهد بود. معادله واکنش مربوط را بنویسید.

اگر قبلاً گاز NO تهیه شده باشد و یا بخواهیم از این گاز برای تهیه NO₂ استفاده کنیم می‌توان ظرف محتوی NO (در سطح آب) را به وسیله یک لوله رابط به لوله آزمایشی که محتوی مقدار کمی پراکسید سدیم (Na₂O₂) باشد وصل نمود. در چوب پنبه سر این لوله یک قطره چکان پر از آب وجود دارد که در صورت فشار دادن لاستیک قطره چکان آب را روی پراکسید می‌ریزد و در نتیجه گاز اکسیژن متصاعد شده و از طریق لوله رابط به ظرف محتوی NO منتقل می‌شود و رنگ قرمز قهوه‌ای را تولید می‌کند. این رنگ دوام نمی‌یابد زیرا گاز NO₂ به دست آمده در آب حل می‌شود.



مونو اکسید نیتروژن (NO)

مونو اکسید نیتروژن گازی بی‌رنگ و کمی سنگین‌تر از هواست. در آب نامحلول بوده و با آن تولید اسید پایاز نمی‌کند لیکن در شرایط عادی با اکسیژن ترکیب شده و گاز خرمایی (قرمز - قهوه‌ای) دی اکسید نیتروژن (NO₂) می‌دهد.

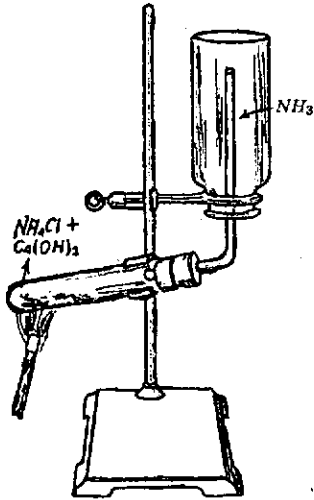


برای تهیه گاز NO مطابق شکل: مقداری براده مس یا سیم مسی را در بالون بریزید و به آن اسید نیتریک رقیق اضافه نمایید. با ادامه واکنش به تدریج گاز NO در لوله جمع شده و آب را خارج می‌کند. معادله واکنش را بنویسید.

تهیه گاز اکسید نیترو (N₂O)

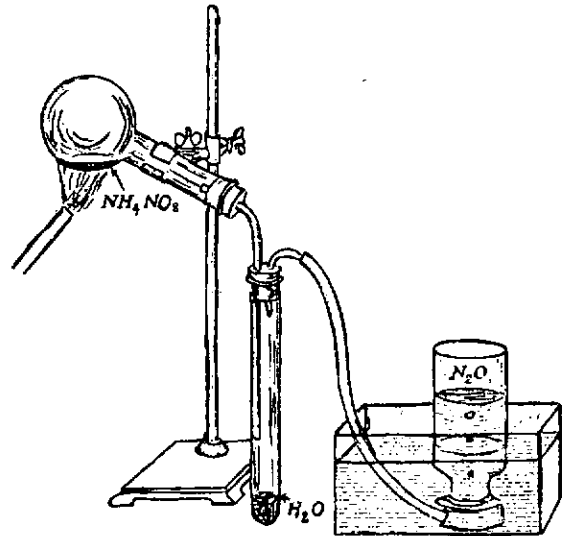
(N₂O) گازی است بی‌رنگ با مزه شیرین که تنفس آن در حالت عادی موجب نوعی یهوشی می‌گردد و به همین علت آنرا گاز خنده آور می‌نامند. از این خاصیت در اعمال جراحی و دندانپزشکی استفاده می‌شود.

برای تهیه گاز N₂O می‌توان از دستگاهی مطابق شکل زیر استفاده نمود: در یک بالون مقداری نیترات آمونیوم بریزید و با دقت آنرا گرم کنید. (عدم دقت ممکن است سبب منفجر شدن دستگاه شود). نیترات آمونیوم ابتدا ذوب شده و سپس به جوش می‌آید. در نتیجه به بخار آب و گاز N₂O تجزیه می‌گردد. بخار آب در لوله آزمایش به مایع تبدیل می‌شود و گاز اکسید نیترو که کمی نیز در آب محلول است در بالای ظرف در سطح آب جمع می‌شود. معادله واکنش را بنویسید.



گاز آمونیاک دارای بوی تندى است و به مقدار زیاد در آب حل می‌شود. حلالیت گاز آمونیاک را ممکن است به وسیله یک آزمایش ساده مشاهده نمود. این آزمایش معمولاً « فواره آمونیاکی » گفته می‌شود.

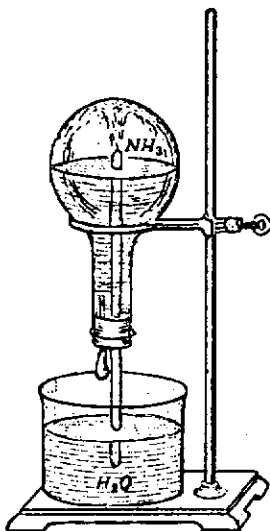
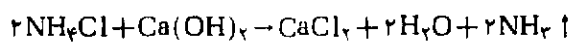
مطابق شکل یک چوب پنبه که دارای دو سوراخ است تهیه کنید. در یک سوراخ لوله شیشه‌ای بلند و در سوراخ دیگر یک قطره چکان که دارای آب باشد قرار دهید. در یک بالون بزرگ محتوی گاز آمونیاک را به وسیله چوب پنبه مزبور ببندید و سر لوله بلند را درون ظرف آب سرد قرار دهید. قبلاً چند قطره محلول فنل فتالین را به آب اضافه کنند. با فشار دادن لاستیک قطره چکان، مقداری آب وارد بالون کنید. این عمل سبب انحلال مقداری گاز آمونیاک در آب موجود در بالون و در نتیجه کم شدن فشار داخل آن می‌گردد. کم شدن فشار موجب می‌شود که بعد از چند لحظه آب ظرف پایین به صورت فواره رنگی وارد بالون گردد.



تهیه گاز آمونیاک (NH₃)

گاز آمونیاک را در آزمایشگاه می‌توان از گرم کردن محلول نیدروکسید آمونیوم (محلول آمونیاک) تهیه نمود. گاز تهیه شده با این وسیله، مخلوطی از NH₃ و بخار آب می‌باشد که ممکن است با عبور دادن آن از ظرف محتوی آهک سوخته، بخار آب را از مخلوط جدا کرد.

طریقه ساده دیگر گرم کردن مخلوطی از کلرید آمونیوم (نشادر) و نیدروکسید کلسیم است. برای انجام این آزمایش به یک لوله آزمایش بزرگ، لوله رابط، گیره و پایه، چراغ و یک ظرف جمع‌آوری نیاز داریم. دستگاه مطابق شکل تنظیم شده و گاز آمونیاک طبق رابطه زیر در ظرف جمع می‌شود:



کاربرد ریاضی در شیمی

مربوط به کتاب شیمی سال

چهارم دبیرستان

کوشی از یک دانش آموز چهارم تجربی دبیرستان

شریعتی قزوین

طرز محاسبه زاویه درون مولکولی

در مولکول متان

۱۵۹ ۲۸ ۱۶/۳۹

اینجناب فرزین حسینی

با کمال احترام مقاله زیر را که با کمک گرفتن از معاون دبیرستانی هندسه و ریاضی و جبر و شیمی به مجله رشد ارسال داشته‌ام و خواهش دارم که اگر مقاله مورد بحث درباره (طرز محاسبه زاویه درون مولکولی در متان) مناسب برای چاپ می‌دانند اقدام به چاپ این مقاله در یکی از مجله‌های رشد ریاضی یا شیمی و یا رشد جوانان بخش ویژه نامه درسی کنند.

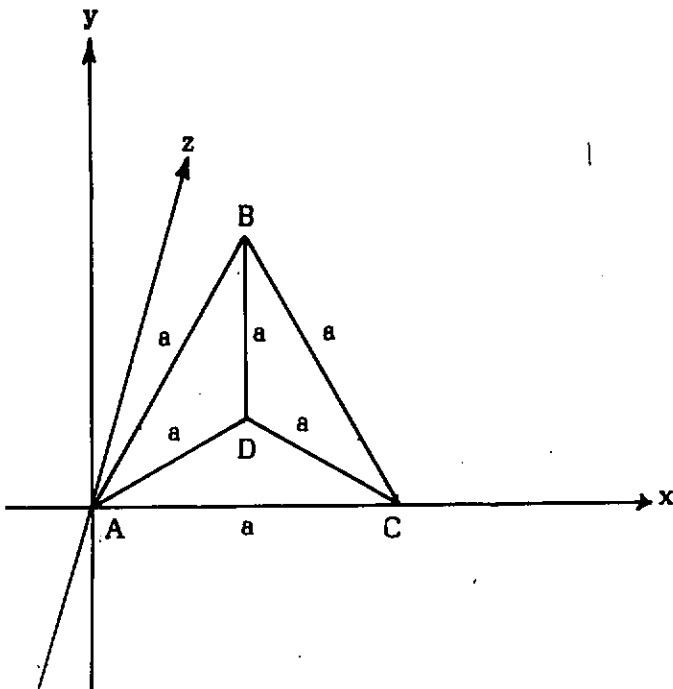
لازم به تذکر است که این متن حاصل کوشش خودم می‌باشد و از متن یا کتابی استفاده نکرده‌ام و صرفاً بدلیل کنجکاوی من بوده است. ضمناً از فرصت استفاده کرده از مسئولان چاپ این مجلات بسیار مفید که باعث رشد فکری و انبساط فکری دانش آموزان و کمک به دبیران می‌باشد تشکر کرده موفقیت بیشتر را از خداوند خواستار می‌باشم.

محاسبه و تدوین از فرزین حسینی محصل ۴

تجربی دبیرستان شریعتی قزوین

تقدیم به مجله رشد

با تشکر از ملاحظه شما
فرزین حسینی



می‌دانیم که مولکول متان به صورت هرمی منظم است که در چهار رأس آن هیدروژن قرار گرفته‌اند و در نقطه‌ای داخل هرم اتم کربن با فاصله‌های مساوی از هیدروژن‌ها قرار گرفته‌اند. ما مولکول متان را در دستگاه ۳ بعدی دکارتی رسم می‌کنیم و به جای اتم‌های هیدروژن از حروف A, B, C, D استفاده می‌کنیم. ومختصات این نقاط را به دست می‌آوریم.

مختصات رأس A طبق قرارداد

مختصات رأس B طبق قرارداد $x = \frac{a}{\sqrt{3}} Z$

عرض B مساوی $y = BH \Rightarrow \sin 60^\circ = \frac{BH}{AB = a} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

ارتفاع ΔABC $BH = \frac{\sqrt{3}a}{2}$

$$D \begin{vmatrix} \frac{a}{r} \\ \frac{a}{r\sqrt{r}} \\ \frac{\sqrt{ra}}{\sqrt{r}} \\ \frac{a}{\sqrt{r}} \end{vmatrix}$$

نقطه N را درست در وسط هرم درجائیکه اتم کربن وجود دارد طوری فرض می‌کنیم که فاصله آن تا ۴ نقطه بالا یکسان باشد.

مختصات را N می‌گیریم و طول پاره خطهای مساوی را

$$\begin{vmatrix} x_N \\ y_N \\ z_N \end{vmatrix}$$

با استفاده از فرمول صفحه قبل به دست می‌آوریم:

$$AN=CN=BN=DN$$

$$AN=\sqrt{x_N^2+y_N^2+z_N^2}$$

$$CN=\sqrt{(x_N-a)^2+y_N^2+z_N^2}$$

$$BN=\sqrt{\left(x_N-\frac{a}{r}\right)^2+\left(y_N-\frac{\sqrt{ra}}{r}\right)^2+z_N^2}$$

$$DN=\sqrt{\left(x_N-\frac{a}{r}\right)^2+\left(y_N-\frac{a}{r\sqrt{r}}\right)^2+\left(z_N-\frac{\sqrt{ra}}{\sqrt{r}}\right)^2}$$

مقادیر مساوی بالا را با هم گرفته مجهولها را به دست می‌آوریم:

$$AN=NC \Rightarrow x^2=(x-a)^2 \Rightarrow x=a-x \Rightarrow x=\frac{a}{r}$$

$$AN=NB \Rightarrow \frac{a^2}{r^2}+y^2=\left(y-\frac{\sqrt{ra}}{r}\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{a^2}{r^2}-\sqrt{ra}y=0 \Rightarrow y=\frac{a}{r\sqrt{r}}$$

$$AN=ND \Rightarrow \frac{a^2}{r^2}+\frac{a^2}{1r^2}+z^2=\left(z-\frac{\sqrt{ra}}{\sqrt{r}}\right)^2$$

$$\Rightarrow \frac{a^2}{r^2}-\frac{r\sqrt{ra}z}{\sqrt{r}}=0$$

و مختصات N را به دست می‌آوریم

$$z=\frac{a}{r\sqrt{r}} \quad N \begin{vmatrix} \frac{a}{r} \\ \frac{a}{r\sqrt{r}} \\ \frac{a}{r\sqrt{r}} \\ \frac{a}{r\sqrt{r}} \end{vmatrix}$$

$$B \begin{vmatrix} \frac{a}{r} \\ \sqrt{ra} \\ r \\ 0 \end{vmatrix}$$

مختصات رأس C

$$C \begin{vmatrix} a \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix}$$

رأس مجهول D را $D \begin{vmatrix} x \\ y \\ z \end{vmatrix}$ انتخاب می‌کنیم $AD-BD=CD=a$

$$AB=\sqrt{(x_B-x_A)^2+(y_B-y_A)^2+(z_B-z_A)^2}$$

فرمول کلی فاصله دو نقطه در فضای ۳ بعدی سه خط مساوی را با فرمول فوق حساب می‌کنیم:

$$AD=a=\sqrt{(x_D-x_A)^2+(y_D-y_A)^2+(z_D-z_A)^2} \\ =\sqrt{x_D^2+y_D^2+z_D^2}$$

$$BD=a=\sqrt{(x_D-x_B)^2+(y_D-y_B)^2+(z_D-z_B)^2} \\ =\sqrt{\left(x_D-\frac{a}{r}\right)^2+\left(y_D-\frac{\sqrt{ra}}{r}\right)^2+z_D^2}$$

$$CD=a=\sqrt{(x_D-x_C)^2+(y_D-y_C)^2+(z_D-z_C)^2} \\ =\sqrt{x_D^2+y_D^2+z_D^2}$$

با استفاده از مقادیر مساوی بالا مجهولهای x_D و y_D و z_D را به دست می‌آوریم.

$$a=AD=DC \Rightarrow x_D^2=(x_D-a)^2 \Rightarrow x_D=a-x_D \\ \Rightarrow x_D=\frac{a}{r}$$

$$a=AD=BD \Rightarrow \frac{a^2}{r^2}+y_D^2=\left(y_D-\frac{\sqrt{ra}}{r}\right)^2 \\ \Rightarrow \frac{a^2}{r^2}-\sqrt{ra}y_D=0 \Rightarrow y_D=\frac{a}{r\sqrt{r}}$$

$$a=AD=AD \Rightarrow \frac{a^2}{r^2}+\frac{a^2}{1r^2}+z_D^2=a^2 \\ \Rightarrow z_D^2=\frac{ra^2}{r} \Rightarrow z_D=\frac{\sqrt{ra}}{\sqrt{r}}$$

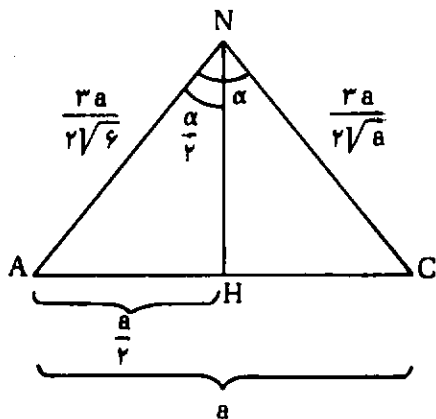
مختصات نقطه چهارم نیز محاسبه شد حال مختصات هر چهار نقطه رئوس هرم را داریم:

حالا فاصله AN و NC را که با هم مساوی هستند راییدا کرده
تشکیل يك مثلث می‌دهیم:

$$CN = AN = \sqrt{\frac{a^2}{4} + \frac{a^2}{12} + \frac{a^2}{24}} = \sqrt{\frac{9a^2}{24}}$$

$$= \frac{3a}{2\sqrt{6}}$$

مثلث متساوی‌الساقین ANC را رسم می‌کنیم زاویه درونی‌تان
برابر با زاویه در شکل می‌باشد.



از N به AC عمودی رسم می‌کنیم $\sin \frac{\alpha}{2}$ را به دست می‌آوریم:

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{AH}{AN} = \frac{\frac{a}{2}}{\frac{3a}{2\sqrt{6}}} = \frac{2\sqrt{6}a}{6a} = \frac{2}{\sqrt{6}}$$

از دو راه α به دست می‌آید:

فرمولی	عددی
$\alpha = 2 \arcsin \frac{2}{\sqrt{6}}$	$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{2}{\sqrt{6}} = 0.816496581$
$90^\circ 28' 16.39''$	$\frac{\alpha}{2} = 54.73561032$
	$\alpha = 109.4712206$
	$\alpha = 109^\circ 28' 16.39''$

از برادر فرزین حسینی بسیار تشکر می‌شود و از پروردگار
مهربان می‌خواهیم که به همه دانش‌آموزان عزیز سراسر کشور
جهت کسب فضایل اخلاقی و افزایش معلومات علمی تسوفیق
عنایت فرماید.

سئوالات امتحانات نهائی درس شیمه

دانش‌آموزان و داوطلبان آزاد کلاسهای چهارم متوسطه
رشته‌های علوم تجربی و ریاضی فیزیک سراسر کشور
در اسفندماه ۱۳۶۴

۱- گرمای تبخیر مولی و گرمای تفکیک مولی را تعریف
کنید. مقدار کدامیک در مورد برم بیشتر است؟ چرا؟

۲- عنصر قلع (Sn) در دوره پنجم و گروه چهارم
جدول تناوبی جای دارد. آرایش الکترونی لایه ظرفیت آن
را به هنگام تشکیل مولکول $SnCl_4$ بنویسید. هیبریداسیون
اربیتالهای قلع در این مورد از کدام نوع است؟ مدل نقطه‌یی
 $SnCl_4$ را رسم کنید.

۳- يك سیم آهنی را روی شعله، گذاخته کرده، در لوله
محتوی گاز کلر وارد می‌کنیم فرمول واکنشی را که انجام
می‌گیرد بنویسید. چگونه می‌توان دانست این واکنش گرمازا
و یا گرماگیر است؟ در این لوله اندکی آب ریخته، تکان می‌دهیم،
محلول حاصل چه رنگی دارد؟ بر آن محلول آمونیاک می‌افزاییم
فرمول واکنش انجام شده را بنویسید.

۴- چرا اسید سولفوریک برای تهیه بسیاری از اسیدها
به کار می‌رود؟ فرمولهای تهیه اسید نیتریک و اسید فسفریک را
با استفاده از اثر اسید سولفوریک بر نمکهای آنها بنویسید و
علت پیشرفت واکنش را در هر مورد توضیح دهید؟

۵- چرا زغال چوب برای ساختن ماسکهای ضد گاز
به کار می‌رود؟

۶- برای برشته کردن يك کیلوگرم FeS_2 ، که ۸۴ درصد
خالص است، چند متر مکعب هوا (که در شرایط متعارفی منظور
شده است) لازم است؟ ($\frac{1}{5}$ حجم هوا اکسیژن است).

۷- در صورتیکه به جای یکی از ژئیدروژنهای ایزوبوتان،
بنیان اتیل، قرار گیرد امکان تشکیل چند ایزومر وجود دارد؟
فرمول ساختمانی و نام آنها را (بر اساس قاعده نامگذاری
ایوپاک) بنویسید.

۸- معادله‌های شیمیایی تهیه اتیلن گلیکول را از اتیلن
بنویسید.

۹- فرمول ساختمانی ترکیبات زیر را رسم کنید.
الف- پاراکلروتولونین ب- کلرید بنزین
۱۰- معادله شیمیایی واکنش برمید تیدروژن را با پروپن بنویسید. این واکنش از نوع الکتروفیلی است یا نوکلئوفیلی؟ چرا؟

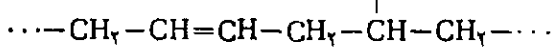
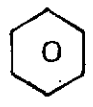
۱۱- معادله شیمیایی تهیه هریک از مواد زیر را بنویسید.
الف- آلدئید استیک (از استیلن) ب- کلرال (از استالوئید)
ج- کلروفورم (از تری کلرواستن) د- استامید (از استات آمونیم)
۱۲- فرمولهای ساختمانی ایزومرهای C_4H_8O را بنویسید، کدام ایزومر با سدیم، تیدروژن می دهد؟ علت را توضیح دهید. (فرمول واکنش مورد نظر نیست).

۱۳- در مورد اسید فرمیک و اسید استیک به دو پرسش زیر با توضیح علت پاسخ دهید.
الف- کدامیک قدرت اسیدی بیشتری دارد.

ب- کدامیک با محلول آمونیاکی اکسید نقره، نقره آزاد می کند؟ (فرمول لازم نیست)
۱۴- چرا پاک کننده های غیر صابونی بدون شاخه فرعی، بر آنها که دارای شاخه فرعی هستند مزیت دارند؟

۱۵- ۵/۱ گرم پروپین با چند گرم برم، سیر می شود؟
۱۶- از نیترواسیون ۱/۵۶ گرم بنزن، با راندمان ۶۰ درصد، چند گرم مونونیترو بنزن حاصل می شود؟
۱۷- از سوختن کامل ۵/۱۸ گرم ماده آلی به فرمول C_xH_yO ، ۵/۱۸ گرم H_2O و مقداری گاز CO_2 که در شرایط متعارفی ۲۲۴ میلی لیتر حجم دارد. حاصل شده است فرمول مولکولی آن را معین کنید.

۱۸- (پرسش مخصوص رشته علوم تجربی)
واحد ساختمانی پولیمر بوتنا- اس به صورت



می باشد. فرمول ساختمانی و نام هریک از مونومرهای آن را بنویسید.

۱۸- (پرسش مخصوص رشته ریاضی فیزیک)
فرمول تیدروژناسیون کامل اولئین را بنویسید. چرا اولئین در هوا خیلی زود فاسد می شود؟
اینک به بیان چند توضیح در مورد برخی پرسشهای زیر می پردازیم.

پرسش ۱

الف- گرمای تبخیر مولی یک مایع، مقدار حرارتی است که (در دمای ثابت) صرف تبخیر یک مول از مایع می شود.

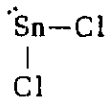
ب- گرمای تفکیک مولی، مقدار گرمایی است که صرف گسستن پیوند بین دو اتم در یک مول از ماده می شود. به طوریکه هریک از دو الکترون پیوندی به روی یکی از آنها منتقل شود.
ج- در مورد برم، گرمای تبخیر مولی صرف غلبه بر نیروهای واندروالی و گرمای تفکیک مولی صرف گسستن پیوند کووالانسی می شود و چون پیوند کووالانسی به مراتب از نیروی واندروالی قوی تر است بنابراین گرمای تفکیک مولی برم از گرمای تبخیر مولی آن بیشتر است.

پرسش ۲

چون قلع Sn ۵ دوره پنجم و گروه چهارم قرار دارد آرایش

الکترونی آن به صورت $5s^2 5p^1 x 5d^1 x$ ، چون دارای دو اربیتال تک الکترونی است با کلر مولکول $SnCl_2$ را تشکیل می دهد. هیبریداسیون اربیتالهای قلع در این مولکول از نوع sp^2 است (دو اربیتال هیبریدی پیوندی و یک اربیتال الکترون غیر پیوندی)

مدل نقطه ای آن $\overset{\cdot\cdot}{Sn} : \underset{\cdot\cdot}{Cl}$ و فرمول ساختمانی آن



پرسش ۳

از آنجا که نقطه جوش اسید سولفوریک بالا است. از حرارت دادن نمکهای اسیدها با اسید سولفوریک، اسید مربوطه به نمک آزاد می شود. مانند تهیه اسید نیتریک از حرارت دادن اسید سولفوریک با نیترات سدیم یا پتاسیم.
ولی در صورتی که یکی از محصولات واکنش، در محیط عمل نامحلول باشد. موجب پیشرفت واکنش خواهد شد. مانند تهیه اسید فسفریک از اثر اسید سولفوریک بر فسفات کلسیم.

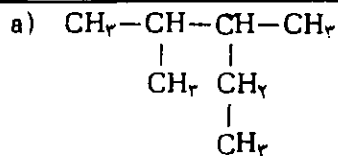


بخش ویژه دانش آموزان دبیرستانها

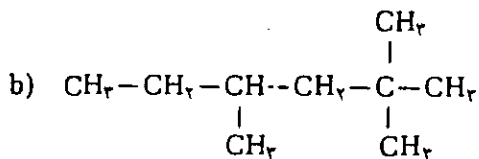
پاسخ تمرینهای شیمی آلی

مندرج در شماره ۵

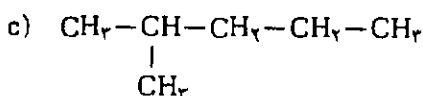
جسام آمینی



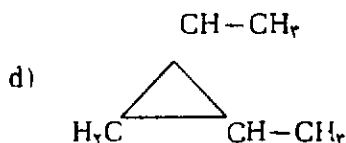
۲، ۲، ۴ - تری متیل هگزان



۲ - متیل پنتان



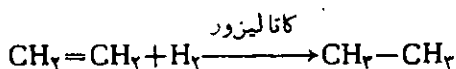
دی متیل سیکلو پروپان



۲۷ - آلکانها را می توان به روشهای زیر تهیه کرد.

a - تقطیر جزء به جزء (Fractional distillation) نفت خام

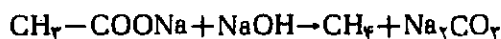
b - نیدروژناسیون آلکنها در مجاورت کاتالیزور Ni
با Pt
مثال:



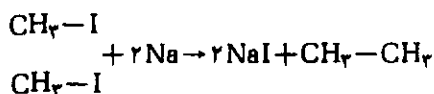
c - حرارت دادن نمک اسیدهای کربو کسلیک یک ظرفیتی (monobasic carboxylic salts) با سود.



مثال:

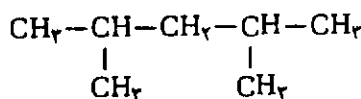


d - روش وورتز (Wurtz) (۱۸۵۵) در این روش از اثر سدیم بر هالید آلکیل ها الکان به دست می آید. به این ترتیب که هالوژن دو آلکیل با سدیم به هالید سدیم تبدیل می شود و با به هم پیوستن رادیکالها، آلکان حاصل می شود.
مثال:

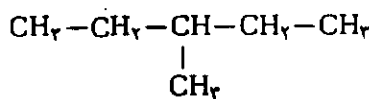


به طوریکه ملاحظه می شود آلکان حاصل از رادیکال اولیه تعداد کربن بیشتری دارد. در صورتیکه مخلوطی از دو نوع هالید آلکیل به کار رود بر حسب احتمال برخورد رادیکالها امکان تشکیل سه نوع آلکان وجود دارد مثال:

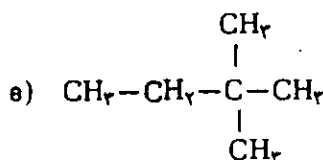
۲۵ - ترکیبهایی که دو فرمول a و c نشان می دهند:
۲، ۴ - دی متیل پنتان



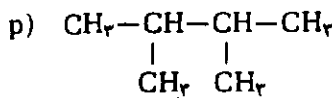
ترکیبهایی که دو فرمول b و d نشان می دهند:
۳ - متیل پنتان



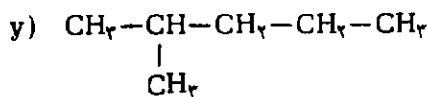
ترکیبهایی که سایر فرمولها نشان دهنده آن هستند:
۲، ۲ - دی متیل بوتان



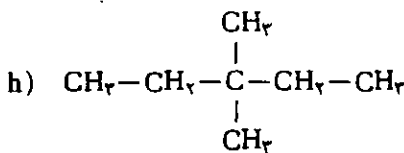
۲، ۳ - دی متیل بوتان



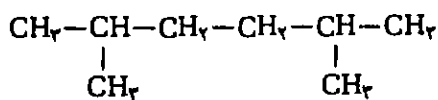
۲ - متیل پنتان



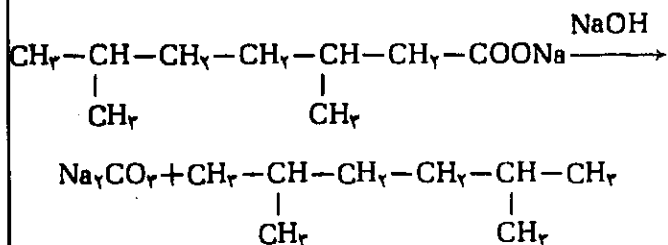
۳، ۳ - دی متیل پنتان



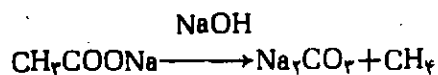
۲۶ - نام درست این ترکیبات چنین است.
۲، ۳ - دی متیل پنتان



برای بخش b می توان با توجه به پاسخ ۳۰ فرمول واکنش را چنین نوشت:



۳۲- روش تهیه آزمایشگاهی متان، همانطور که ضمن پرسش ۲۷ بند، C گفته شد، حرارت دادن اسنات سدیم با تیدروکسید سدیم است.

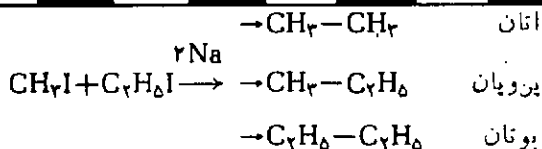


۳۳- مقایسه طول و انرژی پیوندهای C-C و C-H به صورت زیر است:

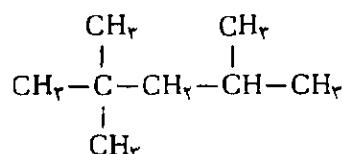
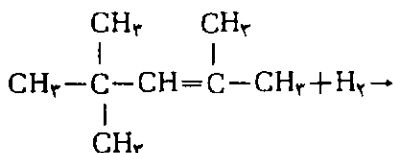
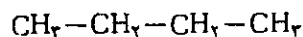
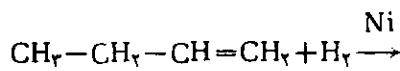
نوع پیوند	طول (Å)	انرژی (kcal/mol)
C-C	۱/۵۴	۸۳
C-H	۱/۱	۹۸

رفتار شیمیایی آلکانها به طبیعت و قدرت پیوندهای مولکول آنها بستگی دارد به علت کوچک بودن شعاع اتمی کربن، پیوند C-C از استحکام قابل توجهی برخوردار است به همین ترتیب قدرت پیوند C-H نیز زیاد است و نیز ناحیه قطبی است زیرا بین الکترونگاتیوی C و H تفاوت اندکی وجود دارد. (۲/۵ برای کربن و ۲/۱ برای تیدروژن) در نتیجه مولکول آلکانها قطبی ضعیف بوده و یا در بسیاری از موارد غیرقطبی است و خصلت قطبیت پذیری آنها نیز کم است، پیوندهای C-C و C-H به صورت یونی (هنرولیتیکی) شکسته نمی شوند. بنابراین معرفهای الکتروفل و نوکلئوفیل بر آلکانها بی اثرند اکسیدکننده های معمولی مانند مخلوط پرمنگنات پتاسیم و اسید سولفوریک (سولفونیک) مخلوط دی کرومات پتاسیم و اسید سولفوریک (سولفوکرومیک) بر آنها اثری ندارند. فلزات قلیایی نمی توانند، تیدروژن را از مولکول آلکانها خارج کنند. از این نظر، در آزمایشگاه، فلزات قلیایی را در نفت نگهداری می کنند.

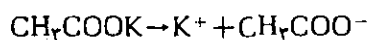
۳۴- در یک مولکول زنجیری دو قسمت از یک مولکول می تواند دور یک پیوند کووالانسی ه چرخش آزاد داشته باشند، تعداد ساختمانهایی که در نتیجه چرخش به دور پیوندهای ساده به وجود می آید یک کنفورماسیون یا ایزومر کنفورماسیونی یا



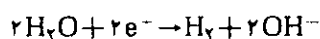
e- در صورتیکه تیدروژن از قوس الکتریکی با الکترودهای کربن عبور داده شود متان به دست می آید:



۲۹- اسنات پتاسیم در آب به صورت زیر یونیزه می شود:



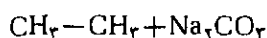
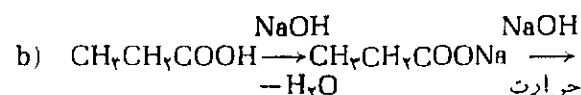
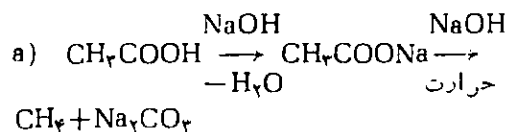
چون طبق جدول E°، قدرت اکسیدکنندگی آب (که حلال اسنات پتاسیم است) بیشتر از K+ است نیم واکنش احیای کاتدی چنین است.



نیم واکنش اکسیداسیون آندی عبارتست از:

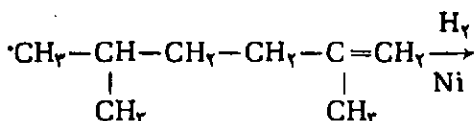


-۳۰



۳۱- برای بخش a می توان فرمولی به صورت زیر

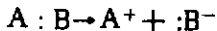
نوشت:



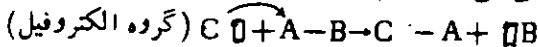
تمایل زیادی نشان می دهند.

چون انرژی گرمایی موجب گسستن پیوند به صورت رادیکالی می شود، واکنشهای رادیکالی معمولاً در فاز گازی انجام می گیرند. رادیکالهای دارای بار الکتریکی نیستند بنابراین در حلالهای غیر قطبی نیز ممکن است صورت گیرند. نقش حلالهای غیر قطبی فراهم آوردن محیط مناسب برای حرکت مولکولها است.

واکنشهای یونی، آنهایی هستند که در جریان انجام آنها پیوندها به صورت یونی شکسته می شوند، یعنی هر دو الکترون تشکیل دهنده پیوند، بر روی یکی از دو اتم (اتم الکترونگاتر) منتقل می شود مثال:

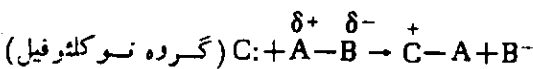


به طوریکه ملاحظه می شود اجزاء حاصل به صورت یون می باشند و بار الکتریکی دارند (یکی از اجزاء، کاتیون و دیگری آنیون است) واکنشهای یونی معمولاً در حلالهای قطبی صورت می گیرند زیرا شکستن پیوند یونی تحت اثر قطبیت حلال عملی می شود. واکنشهای یونی را به دو دسته واکنشهای الکتروفیلی و نوکلئوفیلی تقسیم می کنند در صورتیکه گستگی پیوند توسط گروه الکتروفیل (گروهی که دارای اربیتال خالی بوده و گیرنده الکترون در پیوند داتیو است) صورت گیرد آنرا واکنش الکتروفیلی می نامند. مثال



(علامت \square نشان دهنده اربیتال خالی است)

در صورتیکه گسستن پیوند تحت اثر گروههای نوکلئوفیل (گروههایی که دارای اربیتال دو الکترونی غیر پیوندی بوده و در پیوند داتیو واگذار کننده الکترون هستند) صورت گیرد آنرا از نوع نوکلئوفیلی می نامند. مثال:

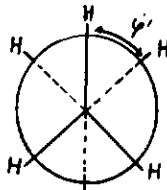


واکنشهای نوکلئوفیلی را با علامت SN (برای جانشینی از کلمه Substitution و N برای نوکلئوفیلی) و واکنشهای الکتروفیلی را با علامت SE (برای جانشینی و E برای الکتروفیلی) نشان می دهند.

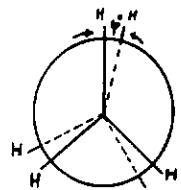
۳۷- همانطور که ضمن پاسخ پرسشهای ۳۳ و ۳۶ گفته شد در آلکانها پیوندها غیر قطبی بوده، یا قطبیت بسیار کمی دارند بنابراین تحت تأثیر معرفهای الکتروفیل و نوکلئوفیل قرار نمی گیرند و واکنشهای جانشینی آنها نمی تواند از نوع یونی باشد. و فقط در اثر حرارت و حمله رادیکالهای آزاد، می توانند در واکنشهای جانشینی رادیکالی شرکت کنند. گرچه پیوند C-H از پیوند C-C استحکام بیشتری دارد، عمل جانشینی معمولاً روی اتمهای تیدروژن صورت می گیرد زیرا پیوندهای C-H در سطح مولکول گسترش دارند و امکان برخورد عوامل استخلافی با اتمهای تیدروژن بیشتر از اتمهای

یک کنفورم (Conformer) نامیده می شود. مسلم است که برای یک ترکیب تعداد ایزومرهای کنفورماسیونی بی شمار است زیرا تیدروژنهای موجود بر روی هر اتم کربن، در فضا موقعیتهای بسیار متفاوتی را نسبت به تیدروژنهای موجود بر روی اتم کربن مجاور می توانند اشغال کنند. این ایزومرها را از یکدیگر نمی توان جدا کرد زیرا به آسانی به یکدیگر مبدل می شوند.

در مورد مولکول اتان از بین ایزومرهای کنفورماسیونی متعدد، دو حالت حد می توان در نظر گرفت که بنا به پیشنهاد نیومن (Newman) به صورتهای زیر نشان داده می شوند،



ایزومر متباعد



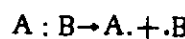
ایزومر متقابل

طبق فرمولهای بالا بایک چرخش ۶۰ درجه ای به دور پیوند C-C ایزومر متباعد به ایزومر متقابل مبدل می شود.

تعداد ایزومرهای متباعد و متقابل از ایزومر متقابل بستگی به تعداد اتمهای تیدروژن متصل به اتم کربن دیگر، دارد. در پیوندهای داتیو و نیروی دافعه و ممانعت فضایی آنها بر یکدیگر کمتر است.

۳۵- این سه تیدروکربن ایزومرند بنابراین از نظر جرم مولکولی برابرند، از نظر میزان قطبیت تفاوت زیادی ندارند و هر سه ترکیب را می توان تقریباً غیر قطبی دانست و تفاوت نقطه جوش آنها منحصراً به تفاوت شکل فضایی آنها مربوط است، در پنتان نرمال (که دارای شاخه جانبی نمی باشد) سطح تماس بین مولکولهای آن بیشتر است و این امر باعث افزایش مقدار نیروهای واندروالسی (از نوع لاندن) و در نتیجه افزایش نقطه جوش نسبت به سایر ایزومرها می باشد. در مورد ایزومرهای شاخه دار هر چه شاخه بیشتر باشد امکان تماس بین مولکولها در سطح کوچکتری وجود دارد و در نتیجه نیروی لاندن بین آنها کمتر بوده و نقطه جوش پایین تر است.

۳۶- واکنشهای رادیکالی آنهایی هستند که در جریان انجام آنها پیوندها به صورت رادیکالی شکسته می شوند یعنی هر پیوندی طوری گسته می شود که هر یک از دو الکترون پیوندی به روی یکی از اتمها منتقل می شوند. مثال



به طوری که ملاحظه می شود هر یک از اجزاء حاصل خنثی بوده و دارای اربیتال تک الکترونی (الکترون منفرد) می باشند این نوع اجزاء را رادیکال می نامند، رادیکالها بسیار فعالند و برای شرکت در واکنش و رسیدن به آرایش الکترونی گاز بی اثر

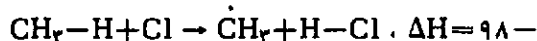
کربن است.

این نکته نیز لازم به یاد آوری است که چون رادیکالهای نوع سوم پایدارتر از انواع دیگر رادیکالها هستند. سرعت تشکیل آنها از انواع دیگر بیشتر است و به همین ترتیب، سرعت تشکیل رادیکالهای نوع دوم نیز از نوع اول بیشتر خواهد بود: به طوریکه جدول زیر نشان می‌دهد انرژی پیوندی C-H در مورد انواع کربنها متفاوت است.

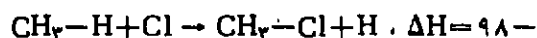
نوع کربن	اول	دوم	سوم
انرژی (kcal/mol)	۹۹/۳	۹۳/۳	۸۹/۹

و هرچه انرژی پیوندی کمتر باشد. امکان گسیخته شدن تحت اثر گروههای استخلافی بیشتر خواهد بود.

۳۸- با استفاده از ΔH واکنش می‌توان پیش‌بینی کرد که از دو واکنش a و b، امکان انجام کدامیک بیشتر است. ΔH هر کدام از دو واکنش به صورت زیر محاسبه می‌کنیم.

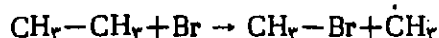


$$103 = -5 \text{ kcal}$$



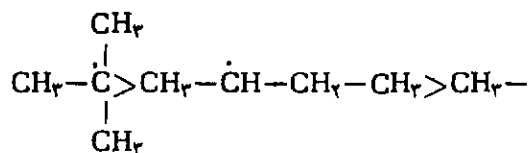
$$81 = +17 \text{ kcal}$$

به طوریکه ملاحظه می‌شود واکنش a گرمازا و واکنش b گرماگیر است بنابراین واکنش در جهت a که گرمازا است پیش می‌رود. ۳۹- این واکنش نیز از آنجا که به شدت گرماگیر است انجام نمی‌پذیرد.



$$\Delta H + 83 - 68 = 15 \text{ kcal}$$

۴۰- مقایسه پایداری این رادیکالها به صورت زیر است



نوع سوم نوع دوم



نوع اول

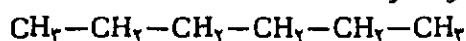
۴۱- محاسبه ΔH واکنشهای هالوژناسیون متان نشان می‌دهد که واکنش فلوئورامتان به شدت گرمازا است بنابراین پس از شروع با سرعت زیاد پیش می‌رود ΔH واکنش کلر با متان نیز گرمازا است و لسی چون ΔH آن بیشتر است سرعت واکنش در مقایسه با فلوئور کمتر است. سرعت واکنش برم با متان نسبت به کلر کمتر است زیرا گرچه ΔH آن منفی و واکنش گرمازا است و لسی ΔH آن بیشتر بوده، به عبارت

دیگر میزان گرمای آن کمتر است ΔH واکنش اثر ید بر متان مثبت است و واکنش خود بخود نیست بنابراین عملاً ید بر متان بی‌اثر است.

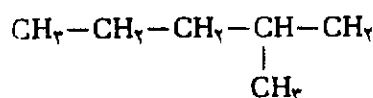
شدت واکنش هالوژن‌ها بر متان به‌موارد متعددی بستگی دارد. هرچه انرژی پیوندی هالوژن کمتر و الکترونگاتیوی آن بیشتر و انرژی پیوندی C-X بیشتر باشد میزان گرمایی واکنش و در نتیجه شدت انجام آن بیشتر است بنابراین کم بودن انرژی پیوندی F-F و زیاد بودن انرژی پیوندی C-F از عوامل مهم شدت واکنش فلوئوراسیون است.

۴۲- هگزان دارای چند ایزومر به صورت زیر است:

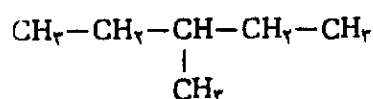
هگزان نرمال



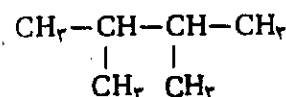
۲- متیل پنتان



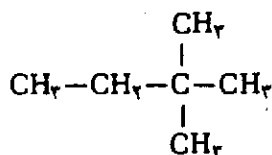
۳- متیل پنتان



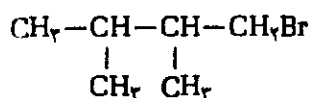
۲، ۳- دی‌متیل بوتان



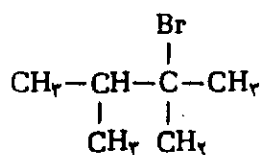
۲، ۲- دی‌متیل بوتان



ایزومری که در واکنش جانشینی با برم، دومتق جانشینی تولید می‌کند ۲، ۳- دی‌متیل بوتان است فرمول‌های ساختمانی ایزومرهای حاصل به صورت زیر است:



۱- برم - ۲، ۳- دی‌متیل بوتان



۲- برم - ۲، ۳- دی‌متیل بوتان

روشن است که با انتقال اتم برم به روی سایر کربنها ایزومر جدیدی حاصل نخواهد شد.

اطلاعیه

درباره نشریات رشد آموزش تخصصی

مجلات رشد آموزش مواد درسی مدارس کشور نشریاتی است که از سوی گروه‌های درسی دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی و تألیف سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش با همکاری دفتر امور کمک آموزشی هر سه ماه یکبار - چهار شماره در سال - منتشر می‌شود.

این نشریات در حال حاضر عبارتند از:

- | | |
|---------------------|--------------------------|
| ۱ - رشد آموزش ریاضی | ۵ - رشد آموزش زمین‌شناسی |
| ۲ - رشد آموزش زبان | ۶ - رشد آموزش ادب فارسی |
| ۳ - رشد آموزش شیمی | ۷ - رشد آموزش جغرافیا |
| ۴ - رشد آموزش فیزیک | ۸ - رشد آموزش زیست‌شناسی |

هدف از انتشار این نشریات در وهله اول ارتقاء سطح معلومات معلمان و در مرحله بعد ایجاد ارتباط متقابل میان معلمان هر رشته و دفتر تحقیقات به منظور تبادل تجارب و مطالب جنبی و مفید درسی است.

دبیران، دانشجویان دانشگاهها و مراکز تربیت معلم و سایر علاقه‌مندان به اشتراک این مجلات می‌توانند جهت اشتراک هر چهار شماره از یک مجله در سال مبلغ ۴۰۰ ریال به حساب ۹۲۹ خزانه بانک مرکزی - قابل پرداخت در کلیه شعب بانک ملی - واریز و فیش آن را همراه با فرم تکمیل شده زیر به نشانی تهران، صندوق پستی شماره ۱۵۸۷۵/۳۳۳۱ دفتر امور کمک آموزشی - مرکز توزیع ارسال دارند. شماره تلفن مرکز توزیع: ۸۳۱۴۸۱

محل فروش آزاد

الف - تهران:

- | | |
|---|--|
| ۱ - کتابفروشی شهید سید کاظم موسوی - اول خیابان ابرانشهر شمالی | ۳ - آذربایجان غربی (ارومیه) - مطبوعاتی زینالپور. |
| ۲ - فروشگاه انتشارات رشد - خیابان انقلاب بین ولی عصر و کالج. | ۴ - اصفهان - کتابفروشی مهرگان و کتابفروشی جنگل. |
| ۳ - مرکز نشر دانشگاهی - نمایشگاه دائمی کتاب. | ۵ - مازندران (ساری) هماهنگی گروه‌های آموزشی استان. |
| ۴ - نمایشگاه دائمی کتاب کودک - روبروی دانشگاه تهران. | ۶ - کرمان - بیارک مطهری - فرهنگسرای زمین. |
| ۵ - کتابفروشی صفا - روبروی دانشگاه تهران. | ۷ - خرم‌آباد - خیابان شهدای شرقی، کتابفروشی آسیا |
| ۶ - کیوسکهای معتبر مطبوعات | ۸ - مشهد - فروشگاه شماره یک انتشارات آستان قدس |
| ۷ - شرکت کتاب طب و فن روبروی دانشگاه | ۹ - تبریز - کتابفروشی علامه دهخدا |
| ۸ - کتابفروشی انجمن اسلامی دانشگاه تربیت معلم | ۱۰ - اصفهان - کتابفروشی رودکی |

ب - شهرستانها:

- | | |
|--|-----------------------------------|
| ۱ - باختران - کتابفروشی دانشمند - خیابان مدرس پاساژ ارم. | ۱۱ - رشت - کتابفروشی فرهنگستان |
| ۲ - آذربایجان شرقی (تبریز) - مطبوعاتی ملازاده. | ۱۲ - گرگان - کتابفروشی جنگل |
| | ۱۳ - قم - کتابفروشی طوس |
| | ۱۴ - آستارا - کتابفروشی نیما |
| | ۱۵ - سقز - نمایندگی روزنامه کیهان |

توجه، دانشجویان مراکز تربیت معلم می‌توانند با ارسال فتوکپی کارت تحصیلی از ۵۰٪ تخفیف برخوردار شوند.



فرم اشتراک مجلات رشد تخصصی

اینجانب _____ با ارسال فیش واریز مبلغ ۴۰۰ ریال، متقاضی اشتراک یکساله مجله رشد آموزش _____ هستم.

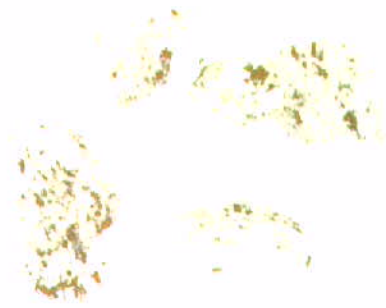
نشانی دقیق متقاضی: _____ شهرستان _____ خیابان _____ کویچه _____

پلاک _____ تلفن _____

کانیها



همازیت (Hematite) اکسید آهن طبیعی



پلاتین (Platinum) پلاتین ناخالص طبیعی



مگنتیت (Magnetite) اکسید آهن مغناطیسی



نقره (Silver) : نقره ناخالص طبیعی
همراه است که با کوارتز شهری رنگت

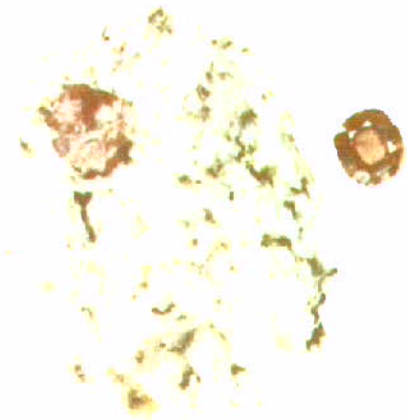


یاقوت کبود (Sapphir)



کاستیریت (Cassiterite) اکسید قلع طبیعی

یاقوت سرخ، لعل (Ruby)



کورندوم (Corundum) - α آلومین



= Na⁺



= Cl⁻

