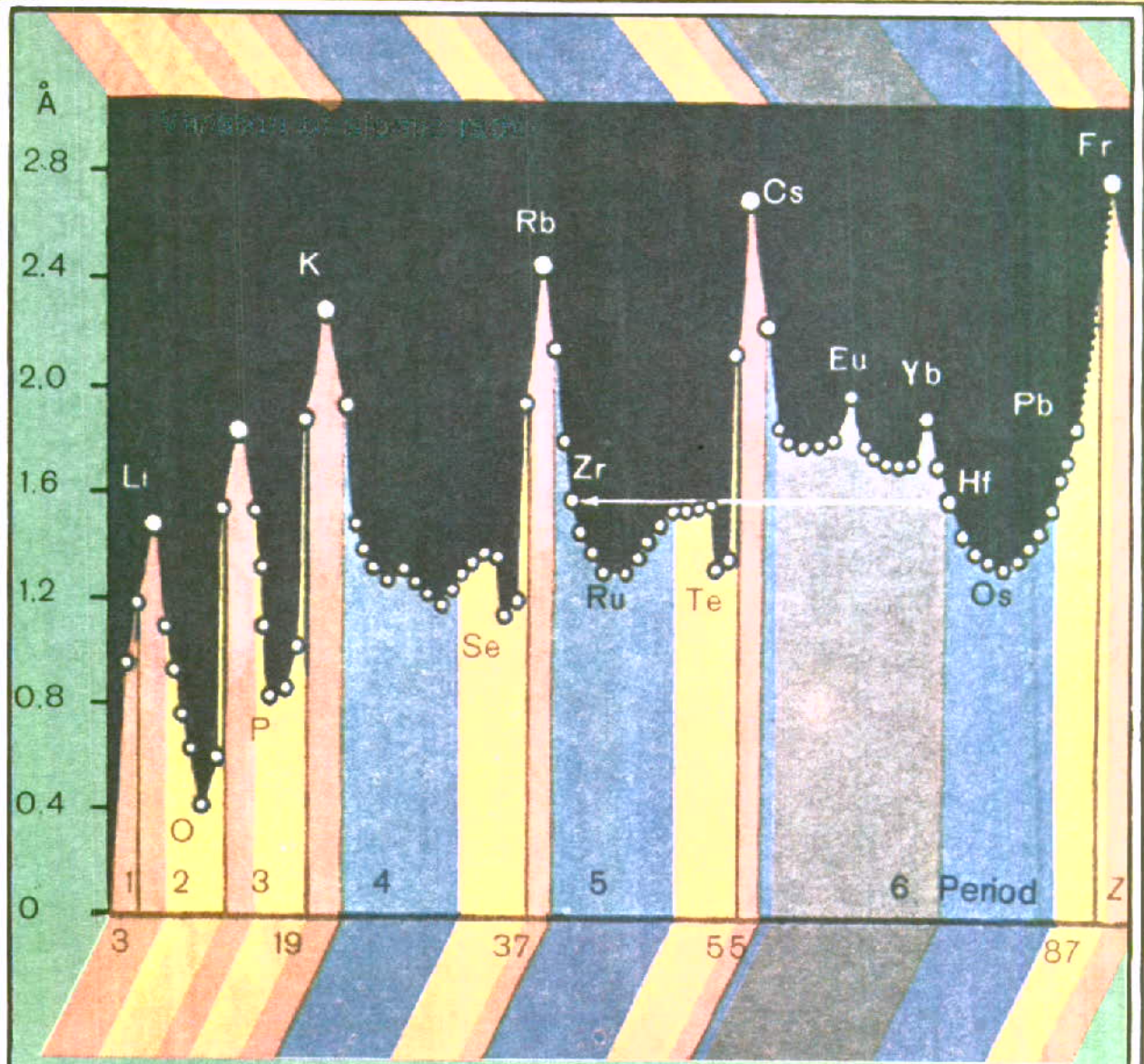


دهمین سالگرد پیروزی  
انقلاب اسلامی گرامی باد

# رشد آموزش شیمی

بها: ۱۰۰ ریال

سال چهارم تابستان ۱۳۶۷ شماره مسلسل ۱۶



تغییر شعاعهای اتمی

Thomsen's periodic system of elements (1885)

He 4.					CS 133
Li 7.03	· 23.05 Na	A 40			Ba 137.4
Be 9.1	· 24.36 Mg	K 39.15	85.4	Rb	La 138
B 11	· 27.1 Al	Ca 40	87.6	Sr	Ce 140
C 12.00	· 28.4 Si	Sc 44.1	89	Y	Nd 141
N 14.04	· 31.0 P	Ti 46.1	90.6	Zr	Pt 140?
O 16	· 32.06 S	V 51.2	94	Nb	
F 19	· 35.45 Cl	Cr 52.1	96	Mo	Sm 150
		Mn 55.8	—		
		Fe 56	101.7	Ru	Gd 156
		Co 58.99	103	Rh	Tb 160
		Ni 58.7	106	Pd	
		Cu 63.6	107.93	Ag	Er 168
		Zn 65.4	112	Cd	
		Ga 70	114	In	Tu 171
		Ge 72	118.5	Sn	Yb 173
		As 75	120	Sb	
		Se 79.1	127	Te	Ta 183
		Br 79.96	126.85	J	W 184
					Os 191
					Ir 193.0
					Pt 194.8
					Au 197.2
					Hg 200.3
					Tl 204.1
					Pb 206.9
					Bi 208.5
					Th 232
					U 239.5

سیستم تناوبی عنصرها که در سال ۱۸۵۹ توسط تامسن (Thomsen) تنظیم شده است.

نشریه گروه شیمی دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی و تأیید کتابهای درسی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی نشانی: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ وزارت آموزش و پرورش تلفن ۴ - ۸۳۹۲۶۱ داخلی (۴۲)

سردبیر: سیدرضا آقا پور مقدم

تولید: واحد مجلات رشد تخصصی

صفحه آرا: علی نجمی

مجله رشد آموزش شیمی هر سه ماه یک بار به منظور ارتقای دانش دبیران و دانشجویان دانشگاهها و مراکز تربیت معلم و آشنایی آنان با شیوه‌های صحیح تدریس شیمی منتشر می‌شود.

پیشگفتار

آیا طرح نکات فنی برنامه‌ریزی درسی در روزنامه همگانی گره‌گشای مسایل است؟ یک مثال موردی...

بازگشت به اظهار نظر همکار عزیز برادر مصطفی خوش ضمیر، دبیر دبیرستانهای تهران در شماره ۱۸۵۷۵ - ۶۷/۷/۷ روزنامه محترم اطلاعات تحت عنوان «نقائص برنامه درسی شیمی در رشته‌های علوم تجربی و ریاضی فیزیک»، نکات توضیحی زیر را که احتمالاً برای سایر همکاران گرامی و علاقه‌مندان به آموزش و پرورش نیز سودمند هست، ارائه می‌دهیم.

مقدمه - تجربه نشان داده است که پرداختن به نکات تخصصی و فنی برنامه‌ریزی درسی، مانند پیشنهاد جابه‌جایی مطالب در کتابهای درسی و یا حذف و اضافه آنها، در رسانه‌های گروهی و به صورت اشاره‌ای کوتاه و گذرا، نه هدف پیشنهادکننده را در تسهیل یادگیری و بهبود کتابهای درسی تأمین می‌کند و نه تحول مطلوب را در نظام برنامه‌ریزی آموزشی و پاسخگویی به هدفهای تربیتی فراهم می‌کند.

شیوه طراحی علمی برنامه‌ها و کتابهای درسی باید متأثر از دانش و مهارت خاص برنامه‌ریزی و کار گروهی وسیعی باشد که شامل قلمروهای تخصصی ظریفی مانند اصول برنامه‌ریزی درسی، تحلیل هدفهای آموزشی کشور، روانشناسی رشد و یادگیری، روشهای تدریس و یادگیری، اصول امتحان و ارزشیابی و دیگر مسایل تکنولوژی آموزشی است.

فهرست

- پیشگفتار از گروه برنامه‌ریزی آموزش شیمی ۳
- گوشه‌ای از زمینه‌های تاریخی علم شیمی
- دکتر محمد رضا ملاردی ۶
- خوردگی الکتروشیمیایی فلزات و راههای جلوگیری آن
- دکتر هوشنگ اسلامی ۲۰
- نقش ترکیبات آلی فلزی در صنایع شیمیایی
- دکتر منصور عابدینی ۲۶
- بررسی خواص اسیدی ترکیبهای استیلنی حقیقی
- رجب افشارچی ۳۵
- کاربرد لیزر در مسایل شیمی
- دکتر اسماعیل ساعی‌ور ۳۶
- شیمی در خدمت پزشکی
- آوات (آرمان) طاهرپور ۴۱
- نامگذاری ترکیبات آلی
- دکتر علی سیدی ۴۶
- بنزین (۴۰۱-دی‌هیدروبنزن)
- دکتر حسن لاریجانی ۴۸
- امتحان گزینش دانشجو برای دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی کشور
- ۵۶
- پاسخ پرسشهای شیمی رشته علوم تجربی آزمون سال تحصیلی
- ۵۹
- ۱۳۶۷-۶۸
- فهرست مقاله‌های سال چهارم
- ۶۵



حال اگر برخی نکات تخصصی و فنی مانند پیشنهاد حذف و اضافه مفاهیم کتابهای درسی و یا جابه‌جایی آنها در سالهای متوالی تحصیل مدرسه‌ای در رسانه‌های گروهی مطرح شوند، در تحلیل اظهار نظر و تنظیم پاسخ نامه، کارشناسان برنامه‌ریزی باید دلایل نظری و علمی، همچنین مسایل اجرایی مربوط به هریک از قلمروهای برنامه‌ریزی نامبرده را عنوان کنند و احتمالاً به نظریه‌های بنیادی تعلیم و تربیت متکی شوند. بدیهی است که نمی‌توان چنین مسایل تخصصی را به تفصیل در روزنامه همگانی و غیر حرفه‌ای مطرح کرد. زیرا که این رسانه گروهی مهم برای طیف وسیعی از خوانندگان گوناگون تدارک می‌شود و بیشتر ناظر بر بررسی مسائل کلی نظام و ارائه راهبردهای اساسی و جامع است. به همین دلیل کارشناسان و برنامه‌ریزان هنگام مطرح شدن چنین اظهار نظرها و پیشنهادهایی در روزنامه یومیه دچار محذور می‌شوند. زیرا نوشتن تحلیل‌های توضیحی و مبادله آراء، همچنین دادن پاسخهای فنی مستلزم اشاره به جزء-جزء نظریه‌ها و عوامل مؤثر بر سیستم برنامه‌ریزی است. این مسئله باعث اطاله کلام در مسایل فنی و خروج رسانه از چارچوب روال خود می‌شود. نتیجه آنکه این نگرانی وجود دارد که شورای نویسندگان روزنامه پاسخ یا تحلیل فنی را احتمالاً تا اندازه‌ای خلاصه کند که پیام به درستی منتقل نشود، و یا ابهامهای جدیدی را به وجود آورد.

در هر صورت چون روزنامه محترم اطلاعات نقطه نظرهای مربوط به مسائل فنی همکار عزیزمان را که بدون توجه به بسیاری نکات ظریف برنامه‌ریزی آموزش علوم و

روشهای برنامه شیمی متوسطه بوده است منتشر کرده، از این رو ناگزیر هستیم که دست کم یکی دو مورد آنها را به عنوان نمونه، تحلیل کنیم. امیدواریم امکان نشر کامل آنها در روزنامه محترم اطلاعات فراهم شود.

مورد اول - در برنامه شیمی سال اول، همکار عزیز ما خواهان حذف کامل فصل اول شده است! فصل اول کتاب شیمی سال اول که نوعی مدخل و جهت دهنده برای کل برنامه آموزش شیمی متوسطه ایران هست، شامل بنیادی‌ترین مسائل مربوط به کیفیت آموزش شیمی، توجه به هدفهای آموزشی، ایجاد نگرش مطلوب و علاقه به این رشته از دانش، پرورش برخی مهارتهای روش علمی و بالاخره ربط دادن علم شیمی به مسائل روزانه زندگی از قبیل بحران انرژی، آلودگی محیط زیست و غیره است.

همکار عزیز ما باید توجه داشته باشد که محتوای اطلاعاتی علم و آشنایی با فرمولهای شیمیایی یک بخش محدود از هدفهای آموزش علوم است. در صورتیکه هدفهای آموزشی بسیار والای دیگری وجود دارند که همه قلمروهای شناختی، ارزشی و مهارتهای عملی را می‌پوشانند و آنها نیز باید مورد توجه فراوان معلمان عزیز قرار بگیرند.

پیشنهاد واگذاری این فصل به دوره راهنمایی تحصیلی نیز از این نظر نمی‌تواند مورد توجه واقع شود که اولاً کودکان ۱۱ ساله در آغاز این دوره، در مرحله‌ای از رشد ذهنی و عقلانی هستند که تنها آمادگی آموزش مفاهیم و روشهای عینی‌تر را دارند و بیشتر باید به علم تجربی به عنوان یک کل نظر بیفکنند و نه به رشته‌های اختصاصی آن. در صورتیکه در آغاز

دوره متوسطه و در درس شیمی که کودکان به سن ۱۴ سالگی می‌رسند، می‌توانند تخصصی‌تر بیاندیشند و با اصول، روشها و اهمیت علم شیمی آشنا شوند.

در تدوین فصل اول سعی شده که از ساده‌ترین آزمایشهای قابل اجرا در شرایط و محدودیتهای ایران و حتی در منزل، استفاده شود. در بسیاری موارد نیز مشاهده‌های روزانه زندگی و داده‌های آشنا نیز به کار رفته تا دانش‌آموزان به یاری آنها نه فقط با چگونگی انجام مشاهده دقیق و برخورد با داده‌ها آشنا شوند بلکه در این راه مهارت کسب کنند زیرا مشاهده دقیق و جمع‌آوری داده‌های معتبر نخستین سنگ بنا در آموزش علوم است. بالاخره این فصل بیشتر به آموختن روش یادگیری و نه ارائه معلومات آماده شده یا حفظ کردنی تأکید می‌کنند. بنابراین باید نهایت توجه را به تدریس صحیح این فصل و ارج گذاری بر هدفهای مهم آن داشته باشیم.

همکار عزیز ما همچنین پیشنهاد حذف فصل دوم را در کتاب شیمی سال اول داده است که باز هم باید تحلیل همه جانبه‌ای برای رد این پیشنهاد ارائه داد که خارج از حوصله درج در این روزنامه است.

مورد دوم - یک پیشنهاد دیگر همکار عزیز ما آن بوده است که ساختمان الکترونی اتم به گفته خودشان به طور مختصر در آغاز سال اول متوسطه مطرح شود تا بتوان روی فرمول نویسی تأکید بیشتری کرد.

گرچه آموزش عمیق دانش شیمی برمبنای درک ساختمان الکترونی اتم و چگونگی پیوند میان عناصر ضرورت دارد، اما پژوهشهای علوم تربیتی و تجارب برنامه‌ریزی نشان



می‌دهد که آموزش سازنده و معنی‌دار (و نه یادگیری مبتنی بر انتقال واقعیت‌های علمی و به خاطر سپردن آنها)، برای این نوع مفاهیم انتزاعی نباید خیلی زودرس باشد و این کار مهم در آغاز سن ۱۴ سالگی، و به طور مختصر به نحو مطلوبی انجام نمی‌گیرد.

همکاران عزیز توجه کنند که مطرح کردن هر مفهوم علمی «به طور مختصر» به ویژه اگر انتزاعی باشد، از نظر آموزشی کار درستی نیست. آموزش این گونه مفاهیم به معنی صحیح آن «که یادگیری مؤثر را که قابلیت تعمیم و استقرار را نیز داشته باشد» باید به تدریج و با ذکر مقدمات و مثال‌های عینی فسران و بر اساس درک عمیق و گام به گام مفاهیم قبلی و روش‌های پیش‌نیازی باشد. این شیوه از طراحی آموزشی در تدوین مباحث ساختمان الکترونی اتم و به ویژه پیوندهای شیمیایی که همکار عزیز خواستار به اختصار در آوردن آن شده، در فصول میانی کتاب شیمی سال دوم به خوبی مشهود است. با به کار بستن شیوه درست طراحی آموزشی می‌توان بسیاری مفاهیم را بدون نیاز به درک فرمول‌های شیمیایی در سنین پایین آموخت. برای مثال دانش‌آموز خردسال با بررسی برخی اسیدها و بازهای خانگی همچنین استفاده از شناساگرهای متعارف مانند گلبرگ‌های قرمز و بنفش، می‌تواند به برخی مفاهیم اساسی اسیدها، بازها و حتی تمادهای شیمیایی پی ببرد. این آموختن اولیه بدون نیاز به درک فرمول اسید و باز و یا شناساگرهای رنگین انجام‌پذیر است. بنابراین لزومی به دلواپسی زیاد درباره کم توجهی به فرمول‌ها در آموزش مقدمات شیمی نیست. در عین حال، همان‌طور

که در کتاب سال اول آمده است می‌توان فرمول‌نویسی ساده را به درستی بدون نیاز به طرح کردن مفهوم مشکل عدد اکسیداسیون آغاز کرد. ولی نباید در این راه چنین پیش رفت چون مفهوم ظرفیت ابهام‌های زیادی را پیش می‌آورد.

تأکید بیشتر آموزش باید بر سروراندن مفاهیم بنیادی و معلومات ساز، همچنین پرورش مهارت‌های ذهنی و روش‌های یادگیری، و در صورت امکان کسب مهارت‌های عملی باشد.

بسیاری پیشنهاد‌های دیگر همکار عزیزان یا مشمول نکات برنامه‌ریزی و تحلیل‌های فوق می‌شود و یا اینکه توجه به آنها، اغلب در ارتباط با رعایت بسیاری مسایل اجرایی و ایجاد تحول در آموزش مدرسه‌ای و سیستم امتحان و گزینش علمی است.

نکته قابل بیان دیگر این همکار گرامی ما که لیسانسیه در رشته زیست‌شناسی هستند به خود اجازه داده‌اند تا به گفته خودشان بیشتر از زیست‌شناسی به تدریس شیمی بپردازند. اکنون این پرسش پیش می‌آید که ایشان صلاحیت تدریس شیمی را کسب کرده‌اند؟ وقتی در نوشته ایشان دقت می‌کنیم که متأسفانه پاسخ منفی است عنوان مثال مطلب زیر را از نوشته ایشان نقل می‌کنیم: «هم اینکه هنگام فرمول‌نویسی دبیر موظف باشد که در کنار فرمول‌ها، نمایش ساختمانی (خطی) پیوندها را نشان دهد و به دانش‌آموزان بگوید که هر خط علامت تبادل الکترون است یعنی یک اتم الکترون گرفته و اتم دیگر الکترون داده است...»

هر کس به اصول اولیه شیمی آشنایی داشته

باشد می‌داند که هیچگاه «خط» علامت تبادل الکترون نیست یعنی این مفهوم را ندارد که یک اتم الکترون گرفته و اتم دیگر الکترون داده است بلکه خط نشانه پیوند کووالانسی است که در آن اتم‌ها الکترون به اشتراک می‌نهند و همچنین نمایش خطی در همه موارد مفهوم نمایش ساختمانی را ندارد. بیا این که ایشان از بیان بوهر به عنوان فرضیه یاد کرده است.

در حالی که این بیان در مرحله نظریه (تئوری) قرار دارد. جالب این که تفاوت بین نظریه و فرضیه در همان بخشی از کتاب سال اول عنوان شده است که ایشان پیشنهاد حذف آن را داده‌اند.

چه خوب بود که ایشان درباره مفاهیم هم با همان «اساتید فن» مشورت می‌کردند و بعد به تدریس شیمی می‌پرداختند.

در اینجا فرصت را غنیمت شمرده و از همکار گرامی خود خواهش می‌کنیم که همچنان به تدریس زیست‌شناسی اکتفا کنند، تدریس شیمی را به اهل آن واگذارند.

در پایان به این نکته مهم اشاره می‌کنیم که متأسفانه به علت کمبود شدید متخصصان و استادان روش‌های تدریس و برنامه‌ریزی دروس اختصاصی در دانشگاه‌های تربیت دبیر و معلم، دیده می‌شود که این قلمرو مهم از دانش و مهارت طراحی آموزشی دروس اختصاصی مورد بی‌مهری قرار گرفته و کمتر به دانشجویان فعلی و معلمان فردا منتقل می‌شود. به همین دلیل به جاست که معلمان عزیز و علاقه‌مند به اصلاح برنامه‌های درس، قبل از اظهار نظر سریع درباره حذف و اضافه برخی

بقیه در صفحه ۶۶

# گوشه‌ای از زمین‌های تاریخی علم شیمی

دکتر محمدرضا ملاردی دانشیار دانشگاه تربیت معلم

قابل توجه است که ارائه جدول تناوبی، با بها دادن به تشابه خواص به منزله يك اصل، خالی گذاشتن برخی از خانه‌های جدول، پیشگویی عناصر ناشناخته بر اساس این اصل و پیشگویی خواص آنها، انگیزه بسیار مؤثری برای تشویق پژوهشگران به انجام فعالیت‌های هر چه بیشتر در زمینه تحقیقاتی به منظور کشف عناصر ناشناخته مورد ادعای مندلیف و احیاناً کشف عناصر جدید دیگر بود. بر این اساس که در فاصله ۲۵ سال یعنی از سال ۱۸۷۵ (۴ سال پس از ارائه جدول تناوبی) تا سال ۱۹۰۰، تعداد ۲۱ عنصر دیگر بر تعداد عناصر شناخته شده قبلی (۶۲ عنصر) افزوده شد و در پایان قرن نوزدهم تعداد عناصر شناخته شده به ۸۳ رسید.

عناصری که در ۲۵ سال

پایانی قرن نوزدهم

کشف شده‌اند

به طور همزمان با کلو به وجود خط طیفی مشخص کننده هولمیم پی برد. از این نظر برخی او را شریک کلو در کشف هولمیم می‌دانند.

ایتریم (Yb)

در سال ۱۸۷۸ توسط مارینیاک (G. Marignac، سوئیس)، ضمن بررسی سنگ معدنی که حاوی فلز هولمیم بود، از طریق طیف‌نمایی به وجود عنصر جدیدی در آن پی برد و نام ایتریم (از نام دهکده ایتری سوئد) را برای آن انتخاب کرد. در برخی از منابع اوربن (Urbain) کاشف این عنصر در سال ۱۹۰۷ معرفی شده است.

ساماریم (Sm)

در سال ۱۸۷۹ توسط بوآبودران کشف شد. وی ضمن مطالعه بر روی يك سنگ معدنی از خاکهای کمیاب که از ناحیه سامارسکیت (Samarskite) در روسیه، به دست آمده بود، متوجه وجود خطوط طیفی کاملاً تازه‌ای در طیف‌نما شد که

گالیم (Ga)

در سال ۱۸۷۵ (یعنی ۴ سال بعد از ارائه جدول تناوبی) توسط بوآبودران (P.E.L. de Boibaudran، فرانسوی) کشف شد. وی با مطالعه بر روی يك کانی و بررسی آن به روش طیف‌نمایی، به وجود عنصری جدید دست یافت و آنرا گالیم (از واژه Gaul نام قدیمی سرزمین فرانسه) نامید. بررسی خواص آن نشان داد که باید همان عنصر اکا آلومینیم باشد که مندلیف وجود و خواص آنرا پیشگویی کرده بود و می‌بایست در خانه شماره ۳۱، در زیر عنصر آلومینیم در جدول تناوبی جای داده شود.

هولمیم (Ho)

در سال ۱۸۷۹ توسط کلو (P. Teodor Cleve، سوئدی) کشف شد. وی از طریق طیف‌نمایی، ضمن بررسی برخی از خاکهای کمیاب، به وجود این عنصر خاکهای کمیاب پی برد و آنرا هولمیم (از نام استکهلم، پایتخت سوئد) نامید. باید توجه داشت که سوره (L. Soret) فیزیکدان فرانسوی

آنها به فلز جدیدی نسبت داد و نام ساماریوم (از سامارسکیت) را بر آن گذاشت.

### اسکاندیم (Sc)

در سال ۱۸۷۹ توسط نیلسون (F. Nilson؛ سوئدی) کشف شد. وی ضمن مطالعه بر روی یکی از سنگ معدنهایی که از ناحیه اسکاندیناوی به دست آمده بود، وجود اکسید جدیدی را در آن کشف کرد و آنها را به عنصر جدیدی نسبت داد و نام اسکاندیم (از واژه لاتینی Scandia و یا از واژه Scandinavia) را بر آن گذاشت. کلو با مطالعه خواص این عنصر جدید و مقایسه آنها با خواصی که مندلیف برای عنصر ناشناخته اکابور پیشگویی کرده بود، پی برد که این همان اکابور. یعنی عنصر خانه ۲۱ جدول تناوبی است که خالی مانده بود.

### گادولینیم (Gd)

در سال ۱۸۸۵ توسط مارینیاک کشف شد. وی ضمن بررسی سنگ معدنی از خاکهای نادر که حاوی فلز هولیم بود، به وجود فلز جدیدی در آن پی برد و آنها را گادولینیم (به نام جان گادولین، اولین کاشف عناصر خاکهای کمیاب) نامید.

### پرازئودیمیم (Pr) و نئودیمیم (Nd)

این دو فلز از گروه فلزات خاکهای کمیاب در سال ۱۸۸۵ توسط ولسباخ (K. A. F. Velsbach؛ اتریشی) کشف شدند.

قابل توجه است که موزاندر در سال ۱۸۴۱، در تلاش برای کشف عناصر جدید، ضمن بررسی نمونه‌ای از خاکهای کمیاب، به وجود اکسید فلزی تازه پی برده بود. پس از احیای آن، فلز تازه‌ای به دست آورد که شباهت زیادی به لاتان داشت و بر همین اساس آنها دیدیمیم (Didymium) به معنی دوقلو (یعنی دوقلو بالاتان) نامیده بود. ولی ۴۴ سال بعد از آن، یعنی در سال ۱۸۸۵ ولسباخ با بررسیهای دقیقی که انجام داده بود دریافت که دیدیمیم یک عنصر نیست. بلکه آلیاژی از دو فلز جدید است. که یکی از آنها ترکیبات سبز رنگی به وجود می‌آورد، از اینرو آنها را پرازئودیمیم (از واژه‌های یونانی

Prasios، یعنی سبز و Didymium یعنی دوقلو) و دیگری را نشودیمیم (به معنی دوقلوی جدید) نامید.

### ژرمانیم (Ge)

در سال ۱۸۸۶ توسط وینکلر (C. A. Winkler، آلمانی) کشف شد. وی ضمن مطالعه بر روی یک نمونه از سنگ معدن نقره و تجزیه آن، وجود مقداری ناخالصی را در آن تشخیص داد و حدس زد که باید عنصر جدیدی را در بر داشته باشد. پس از انجام آزمایشهای زیاد سرانجام موفق شد که عنصر تازه دیگری را به حالت خالص به دست آورد که نام ژرمانیم (از واژه‌های لاتینی Germania و یا یونانی Grmany، نام کشور آلمان) را برای آن انتخاب کرد. با بررسی خواص آن و مقایسه آنها با خواصی که مندلیف برای عنصر ناشناخته اکاسیلیسیم پیشگویی کرده بود، معلوم داشت که این عنصر جدید همان اکاسیلیسیم است و باید زیر سیلیسیم در خانه شماره ۳۲ جدول تناوبی که خالی مانده بود جای داده شود.

### دیسپروزیم (Dy)

در سال ۱۸۸۶ توسط بوآبودران کشف شد. وی ضمن بررسی یک نمونه از سنگ معدن خاکهای نادر که حاوی فلز هولیم بود، وجود فلز کمیاب دیگری را در آن حدس زد و با تلاش فراوان توانست آنها را به دست آورد. بر همین اساس نام دیسپروزیم (از واژه یونانی Dysprositos، به مفهوم این که «با زحمت به دست می‌آید») را برای آن انتخاب کرد.

### فلوئور (F)

در سال ۱۸۸۶ توسط موآسان (H. Moissan، فرانسوی) کشف شد ولی از طریق الکترولیز محلول فلوئورید تیدروژن در فلوئورید پتاسیم مذاب، در دمایی نسبتاً کم (بین ۱۰۰-۷۰°C) در سلول الکترولیزی (از جنس آلیاژ پلاتین - ایریدیم که فلوئور اثر محسوسی بر آن ندارد)، توانست عنصر جدید دیگری را به حالت خالص به دست بیاورد که فلوئور نامیده شد (از واژه‌های لاتینی Fluor و یا Fluor Spar که

همان Fluorite یعنی فلوئورید کلسیم طبیعی است که ماده‌ای شفاف است و به عنوان Flux در صنعت شیشه‌سازی کاربرد دارد.

### داستان کشف گازهای بی‌اثر

در سال ۱۷۸۴ میلادی، کوندیش شیمیدان انگلیسی، به منظور بررسی اجزای تشکیل دهنده هوا، خواص و نسبت درصد آنها، در مخلوطی از هوا و اکسیژن زیاد، جرقه الکتریکی ایجاد کرده، دی‌اکسید نیتروژن حاصل را با عبور مخلوط گازی شکل از یک محلول قلیایی از آن جدا کرد. سپس با وارد کردن بخار گوگرد، اکسیژن باقیمانده را به دی‌اکسید گوگرد تبدیل و توسط محلول قلیایی جدا کرد. ولی مشاهده کرده بود که مقدار جزیبی از (حدود  $\frac{1}{100}$  حجم هوای اولیه) از یک ماده گازی شکل باقی می‌ماند که خواص نیتروژن و یا اکسیژن و اصولاً هیچ نوع فعالیت شیمیایی ندارد. از این رو، حدس زد که باید گاز جدیدی باشد. چون وسیله برای تشخیص آن در دست نداشت، این ادعای او مورد توجه قرار نگرفت. ولی در هر صورت، وی بود که برای اولین بار به وجود گازهای بی‌اثر هوا پی برد.

در سال ۱۸۹۲، استروت (R. J. Strutt)، فیزیکدان انگلیسی که معمولاً به رایله (L. Rayleigh) شهرت دارد، ضمن مطالعات خود متوجه شده بود که نیتروژن حاصل از تجزیه آمونیاک یا مواد نیتروژن دار، از نیتروژنی که از تقطیر هوای مایع به دست می‌آید، کمی (حدود ۵ درصد) سبکتر است. وی سپس دستیار خود، رامسی (W. Ramsay)، اسکاتلندی را به بررسی این موضوع و پیدا کردن علت آن را داشت. رامسی، آزمایشهای کوندیش را تکرار کرد و به همان نتایج وی دست یافت و گاز بی‌اثر باقیمانده را از طریق طیف‌نمایی مورد بررسی قرار داد و خط طیفی جدیدی را در طیف‌نما مشاهده کرد که مشخص کننده عنصر نویی بود. وی این عنصر گازی جدید را که در سال ۱۸۹۴ کشف کرد، آرگون (از واژه Argon به معنی بی‌اثر، غیر فعال) نامید. رامسی با ترکیب بر حدس خودش که در هوا علاوه بر آرگون، گازهای

بی‌اثر دیگری باید وجود داشته باشند، با همکاری تراورس (M. W. Travers) به تقطیر جزء به جزء هوای مایع، با دقت هرچه بیشتر پرداخت و با بررسی محصولات تقطیر در هونوبت به روش طیف‌نمایی توانست در سال ۱۸۹۸ سه گاز بی‌اثر دیگر را نیز کشف کند و آنها را نئون (از واژه یونانی Neos، به معنی نو)، کریپتون (از واژه یونانی Kryptos، یعنی مخفی) و زنون (از واژه یونانی Xenos، یعنی عجیب) نامید.

در سال ۱۸۹۵ هیلبراند (W. F. Hilbrand)، آمریکایی، ضمن بررسیهایی که بر روی یک سنگ معدن اورانیم انجام می‌داد، به وجود گاز بی‌اثری پی برده بود که فکر می‌کرد گاز نیتروژن است. رامسی که در جستجوی یافتن گازهای بی‌اثر بود آنرا از طریق طیف‌نمایی مورد مطالعه قرار داد و خطوط جدیدی را مشاهده کرد که به نیتروژن و یا عناصر شناخته تا آن زمان مربوط نبود. بلکه مشابه همان خطوطی بود که حدود ۳۰ سال جلوتر از آن، توسط فراون هوفر (J. V. Fraunhofer)، فیزیکدان آلمانی، در طیف خورشید کشف شده بود (خطوط طیفی فراون هوفر، به ج. ب. برخی از خطوط طیف نثری خورشید توسط لایه خارجی گازی شکل و نسبتاً سرد آن، مربوط است).

قابل توجه است که در سال ۱۸۶۸ جانسن (J. C. Janssen)، ستاره‌شناس فرانسوی متوجه خط زرد تازه‌ای در طیف خورشید شده بود و لاکیه (N. L. Lockyer)، ستاره‌شناس انگلیسی این خط زرد را به وجود عنصر جدیدی که آنرا هلیم (از واژه یونانی Helios به معنی خورشید) نامید، نسبت داد. ولی رامسی دریافت که هلیم یک فلز نیست، بلکه همان گاز بی‌اثری است که هیلبراند به وجود آن پی برده و خود وی نیز خطوط طیفی مشخص کننده آنرا در طیف‌نما مشاهده کرد.

### پولونیم (Po) و رادیم (Ra)

این دو فلز در سال ۱۸۹۸ توسط ماری کوری (M. Curie)، زاده لهستان که نام اصلی وی ماریا اسکلودووسکا: (M. Sklodowska است) و پیر کوری (P. Curie)، فرانسوی کشف شدند. آنها از سنگ معدن اورانیم مقداری ماده سیاه‌رنگی به دست آورده بودند که فعالیت رادیواکتیوی



## عناصری که در قرن بیستم کشف شدند

### اروپیم (Eu)

در سال ۱۹۰۱ توسط دمـارسای (E. Demarsay، فرانسوی) کشف شد. وی که در زمینه بررسیهای طیف‌نمایی با کوری‌ها همکاری داشت، به وجود عنصر فلزی جدیدی پی برد و آنرا تهیه کرد و نام اروپیم (از واژه Europe، به معنی اروپا) بر آن نهاد.

### لوتسیم (Lu)

در سال ۱۹۰۷ توسط اوربن (G. Urbain، فرانسوی) کشف شد. وی ضمن بررسی بروی نمونه‌ای از خاکهای کمیاب، به وجود فلزی جدید پی برد که سنگین‌ترین عناصر خاکسی کمیاب شناخته شده تا آن زمان بود. چون بیشتر ترکیبات این عنصر زرد رنگند، از ایزو نام لوتسیم (از واژه لاتینی Luteus، به معنی زرد طلایی) را بر آن گذاشت.

یادآوری می‌شود که از سال ۱۹۰۷ تا سال ۱۹۱۷ یعنی در طول يك دوره ده ساله عنصر جدیدی کشف نشده بود. وقتی که مزلی (H. J. Moseley، فیزیکدان انگلیسی) در سال ۱۹۱۴ عدد اتمی را کشف و جدول تناوبی را بر اساس عدد اتمی با ۹۲ خانه (یعنی عنصر اورانیم) ارائه داده بود، هنوز تا آن زمان بیش از ۸۵ عنصر شناخته نشده بود و خانه‌های ۴۳، ۷۴، ۷۵، ۶۱، ۸۷ و ۹۱ خالی مانده بودند. از این رو، وی نیز مانند مندلیف، انگیزه در پژوهشگران جهت تلاش پیگیر در راه کشف این عناصر ناشناخته، ایجاد کرد. به طوری که این عناصر و عناصر جدید دیگری به تدریج کشف و تمام خانه‌های خالی جدول تناوبی پر و دنباله آن توسعه داده شد.

### پروتاکتینیم (Pa)

در سال ۱۹۱۷ توسط دو شیمیدان آلمانی به نامهای هان (O. Hahn) و مایتنر (L. Meitner) کشف شد. آنها، ضمن بررسی سنگ معدن اورانیم، آنرا تحت تأثیر اسید معدنی غلیظ و گرم قرار دادند و پس از جدا کردن عناصر رادیواکتیوی

آن حدود ۴۰۰ بار بیشتر از اورانیم بود. از این رو به بررسی بیشتری بر روی آن پرداختند و سر انجام به کشف عنصر جدیدی در آن دست یافتند که شباهت زیادی به اورانیم داشت و آنرا پولونیم (از واژه لاتینی Polonia نام کشور زادگاه ماری کوری، یعنی لهستان) نامید.

پیر کوری و ماری کوری کمی بعد متوجه شده بودند که آن پودر سیاه تنها شامل پولونیم نیست بلکه ماده رادیواکتیو دیگری که فعالیت شدیدتری دارد را نیز دربر دارد. با تلاش پیگیر، شش ماه پس از کشف پولونیم، توانستند فلز جدیدی را در آن ماده سیاهرنگ کشف کنند که نام آنرا رادیم (به لحاظ فعالیت رادیواکتیوی شدید که داشت) گذاشتند.

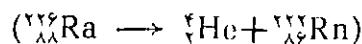
یادآوری می‌شود که ماری کوری از نادر اندیشمندانی بود که دو بار به اخذ جایزه نوبل توفیق یافت (یکبار در فیزیک با مشارکت همسرش پیر کوری و بکرل، در سال ۱۹۰۳ به خاطر پژوهش در زمینه رادیواکتیوی، بار دیگر در شیمی به خاطر کشف پولونیم و رادیم، در سال ۱۹۱۱).

### آکتینیم (Ac)

در سال ۱۸۹۹ توسط دبیرن (A. L. Debierne، فرانسوی) کشف شد که شباهت زیادی به لانتان داشت ولی برخلاف لانتان، عنصری رادیواکتیو با فعالیت پرتوزایی شدیدی بود و بر همین اساس آکتینیم (از واژه لاتینی Aktis و یا Aktinos به معنی پرتو) برای آن انتخاب شد.

### رادن (Rn)

در سال ۱۹۰۰ توسط دورن (F. E. Dorn، فیزیکدان آلمانی) کشف شد. وی آنرا ضمن بررسی و آبشوی رادیواکتیوی فلز رادیم به دست آورد که عنصری گازی شکل و بسیار رادیواکتیو است و معلوم شد که عنصر از گروه گازهای بی اثر است و رادن (از نام رادیم) نام گرفت



یادآوری می‌شود که از ۸۳ عنصر شناخته شده تا پایان قرن ۱۹، تعداد ۵۱ عنصر در طول این قرن کشف شدند (یعنی با میانگین هر دو سال یک عنصر).

دارد و باید در خانه خالصی شماره ۷۵ جدول تناوبی جای داده شود.

یادآوری می‌شود که این عنصر، آخرین عنصر رادیواکتیو طبیعی بوده که کشف شد. به بیانی دیگر، آخرین کشف عناصر در طبیعت به سال ۱۹۲۵ خاتمه می‌پذیرد. عناصری که از این تاریخ به بعد به وجود آنها پی برده شد، یا در طبیعت به میزان بسیار ناچیز وجود دارند که تهیه و تشخیص آنها در عمل امکان‌پذیر نبوده است و یا اصولاً به هیچ وجه در طبیعت وجود ندارند (به علت رادیواکتیو بودن و نداشتن ایزوتوپهای پایدار). از این رو، کلیه عناصری که از سال ۱۹۲۵ به بعد به جمع عناصر شیمیایی افزوده شدند و جدول تناوبی را تکامل و توسعه بخشیدند، از طریق سنتز به دست آمدند.

### عناصر سنتزی قابل ایزوتوپ

قابل توجه است که سنتز این عناصر که بر اساس واکنشهای هسته‌ای استوار است، ۱۲ سال پس از کشف آخرین عنصر غیر رادیواکتیو آغاز شد. به بیانی دیگر اولین عنصر سنتزی ۶ سال پس از اختراع اولین انیم شکن (سیکلوترون) توسط لورنس (E. O. Lawrence)، در دانشگاه کالیفرنیا که تهیه ذرات شتاب‌دار و نفوذکننده در هسته اتم را میسر ساخت، به جنبه عمل درآمد.

### تکنسیم (Tc)

در سال ۱۹۳۷ توسط دو شیمیدان ایتالیایی به نامهای سگره (E. G. Segre) و پریه (C. Perrier) کشف شد. آنها ضمن بررسی يك نمونه از فلز مولیبدن که توسط لورنس با پروتونهای شتاب یافته در سیکلوترون بمباران شده بود، به فلز جدیدی که شباهت زیادی به منگنز داشت، دست یافتند و آنرا تکنسیم (از واژه یونانی Technetos به معنی مصنوعی) نامیدند. با بررسی خواص آن معلوم شد که باید در خانه خالی شماره ۴۳ جدول تناوبی، در زیر منگنز جای گیرد. قابل توجه است که تا عنصر ۸۳ یعنی بیسموت، تمام عناصر، دست کم يك ایزوتوپ غیر رادیواکتیو و پایدار دارند. از این رو تعجب آور به نظر می‌رسد که چگونه حتی پایدارترین ایزوتوپ تکنسیم که عنصر ۴۳ است، نیم عمر آنقدر کوتاه دارد

که قبلاً در این سنگ معدن تشخیص داده شده بودند، دریافتند که علاوه بر آنها فلز رادیواکتیو جدیدی را نیز دربر دارد که بر اثر تجزیه، به فلز آکتینیم تبدیل می‌شود. از این رو آنرا پروتاکتینیم (از Actinium & Proto) نامیدند. بررسی خواص این عنصر نشان داد که باید قبل از اورانیم یعنی در خانه ۹۱ جدول تناوبی قرار گیرد.

### هافنیم (Hf)

در سال ۱۹۲۳ توسط دو شیمیدان به نامهای کاستر (D. Coster، آلمانی) و هوزی (G. F. Hevesy، مجارستانی) کشف شد. آنها، ضمن بررسی يك نمونه از فلز زیرکیم که خالص به نظر می‌آمد، از طریق تهیه طیف اختصاصی پرتوهای X عناصر، به وجود خطوط جدیدی در طیف پرتوهای X این نمونه فلزی پی بردند که به عناصر دیگری که تا آن زمان شناخته شده بود، مربوط نبودند. از این رو، این خطوط را به فلزی جدید نسبت دادند و آنرا هافنیم نامیدند (از واژه لاتینی Hafnia که نام قدیمی شهر کپنهاگ بود). زیرا این کشف در شهر کپنهاگ انجام گرفته بود. بررسی خواص این عنصر که شباهت زیادی به زیرکیم دارد (دو قلوی زیرکیم، و همین علت خیلی دیر کشف شد) معلوم داشت که در خانه خالی ۷۲ جدول تناوبی باید جای داده شود.

### رنیم (Re)

در سال ۱۹۲۵ توسط سه شیمیدان آلمانی به نامهای نوادک (W. Noddack)، تاکه (I. Tacke) و برگ (O. Berg) کشف شد. آنها، ضمن بررسی برخی از کانیهای مربوط به لانتان، تنگستن به روش تهیه پرتوهای X عناصر، متوجه وجود خطوط طیفی تازه‌ای در طیف اختصاصی پرتوهای X این عناصر شدند که به خود این عناصر و عناصر شناخته شده دیگر، مربوط نبود. از این رو به کشف فلز جدیدی در سنگ معدن مورد نظر دست یافتند و آنرا رنیم نامیدند (از واژه لاتینی Rhenus نام رودخانه Rheine، که سنگ مورد بررسی در حوالی آن به دست آمده بود). با بررسی خواص آن، معلوم شد که شباهت زیادی به منگنز

که در طبیعت یافت نمی‌شود.

واکنش هسته‌ای مربوط به سنتز آن به صورت زیر است:

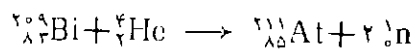


### فرانسیم (Fr)

در سال ۱۹۳۹ توسط پری (M. Perey، فرانسوی) کشف شد. وی ضمن بررسی محصولات حاصل از تجزیه رادیواکتیوی آکتینیم، به وجود فلز رادیواکتیو جدیدی پی برد و ضمن بررسی خواص آن دریافت که شباهت زیادی به فلزات قلیایی دارد و باید در خانه خالی شماره ۸۷ یعنی زیر سزیم در جدول تناوبی جای گیرد و نام فرانسیم (از واژه France، نام کشور فرانسه) را بر آن گذاشت. قابل توجه است که معلوم شده است این عنصر به مقدار ناچیز به صورت ترکیب در طبیعت یافت می‌شود ولی در هر صورت باید آنرا سنتز کرد. از این رو آنرا دومین عنصر سنتزی می‌دانند.

### استاتین (At)

در سال ۱۹۴۵ توسط سه شیمیدان به نامهای سگره (ایتالیایی)، کورسن (D.R. Corson) و ماکنزی (K.R. Mackenzie، هر دو آمریکایی) سنتز شد. آنها در آزمایشگاه پرتوافکنی فیزیک هسته‌ای دانشگاه برکلی در کالیفرنیا، از طریق بمباران بیسموت توسط اشعه  $\alpha$  شتاب یافته، عنصر رادیواکتیو جدیدی را سنتز کردند. با بررسی خواص آن معلوم شد که مشابهت زیادی با ید دارد و عنصری از گروه هالوژن‌ها است و باید در زیر ید، در خانه خالی شماره ۸۵ جدول تناوبی جای گیرد. برای این عنصر جدید نام استاتین (از واژه یونانی Astatos یعنی ناپایدار) را انتخاب کردند. یادآوری می‌شود که قبلاً آنرا آلابامین (Alabamine) می‌نامیدند. قابل توجه است که مقدار بسیار کمی از این عنصر به صورت محصول تجزیه رادیواکتیوی اورانیم، در طبیعت مشاهده شده است، واکنش هسته‌ای سنتز آن از بیسموت چنین است:



### پرومتیم (Pm)

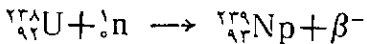
در سال ۱۹۴۵ توسط سه شیمیدان آمریکایی به نامهای مارینسکی

(J. A. Marinsky) گلندونن (L. E. Glendenen) و کوریل (C. D. Coryell) کشف شد. آنها در میان محصولات شکافت هسته‌ای اورانیم ۲۳۵ توسط نوترون، با تلاش زیاد، در دماهای بالای کوره هسته‌ای، به وجود عنصر جدیدی پی بردند که فوق‌العاده ناپایدار و رادیواکتیو بود و نام پرومتیم (از واژه لاتینی Prometheus به معنی و عده و انتظار) را بر آن گذاشتند که بررسی خواص آن نشان داد، تشابه زیادی با عناصر خاکهای کمیاب دارد و باید در خانه خالی شماره ۶۱ جدول تناوبی جای داده شود.

### عناصر سنتزی بعد از اورانیم (Transuranium Elements)

### نپتونیم (Np)

در سال ۱۹۴۵ توسط دو دانشمند آمریکایی به نامهای مکملین (E.M. Mcmillan) و آبلسون (Ph. Abelson) سنتز شد. آنها ضمن بمباران اورانیم ۲۳۸ توسط نوترون، به وجود عنصر جدیدی پی بردند که معلوم شد عدد اتمی آن یک واحد از عدد اتمی اورانیم بزرگتر، یعنی در واقع اولین عنصر سنتزی بعد از اورانیم است. از این رو آنرا نپتونیم نامیدند. (به نام سیاره نپتون که بعد از سیاره اورانوس کشف شد و نام اورانیم از آن گرفته شد). واکنش هسته‌ای سنتز این عنصر را می‌توان به صورت زیر در نظر گرفت:

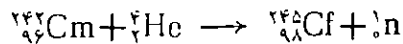
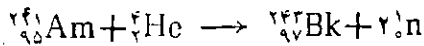


قابل توجه است که چون معلوم شد که توریم، اورانیم و نپتونیم سری جدیدی از عناصر خاکهای کمیاب را تشکیل می‌دهند از این رو برای متمایز شدن آنها از عناصر سری خاکهای کمیاب قبلی که «عناصر لانتانید» نامیده شده بودند، این سری جدید را «عناصر آکتینید» نامیدند.

### پلوتونیم (Pu)

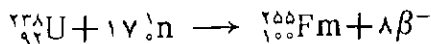
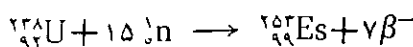
در سال ۱۹۴۵ توسط سه دانشمند آمریکایی به نامهای مکملین، کندی (Kennedy) و سیبورگ (G. T. Seaborg) از طریق بمباران اورانیم ۲۳۸ توسط  ${}^2_1\text{H}$  سنتز شد که معلوم شد عنصر ۹۴ و از سری آکتینیدها است و آنرا پلوتونیم (از نام

برگلیم (از نام دانشگاه برکلی که مؤسسه تحقیقات هسته‌ای در آنجا است) و دومی را کالیفرنیم (از نام ایالت کالیفرنیا که دانشگاه برکلی در آنجا است) نامیدند. واکنش هسته‌ای سنتز آنها چنین است:



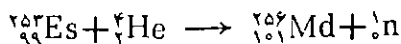
### اینشتینیم (Es) و فرمیم (Fm)

وجود این دو عنصر اوایل بار توسط دانشمندان هسته‌ای در بقایای حاصل از بمب نیدروژنی مشاهده شد. ولی در سال ۱۹۵۳ توسط گروه آمریکایی به سرپرستی گیورسو از طریق بمباران اورانیم ۲۳۸ توسط نوترون سنتز شدند و معلوم شد که به ترتیب عنصر ۹۹ و عنصر ۱۰۰ از دنباله عناصر جدول تناوبی‌اند. اولی را اینشتینیم (به نام اینشتین) و دومی را فرمیم (به نام فرمی) نامیدند. واکنش‌های سنتز آنها را می‌توان به صورت زیر نشان داد:



### مندلوویم (Md)

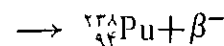
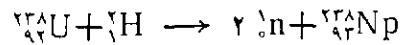
در سال ۱۹۵۵ توسط گروه دانشمندان فیزیک هسته‌ای آمریکا به سرپرستی گیورسو، از طریق بمباران اینشتینیم توسط ذرات  $\alpha$  سنتز و معلوم شد که عنصر ۱۰۱ از مجموعه عناصر شیمیایی است و آنرا مندلوویم (به یاد مندلیف) نامیدند. واکنش هسته‌ای مربوط به سنتز آن چنین است:



### نوبلیم (No)

در سال ۱۹۵۸ توسط گروه دانشمندان فیزیک هسته‌ای آمریکا به سرپرستی گیورسو از طریق همجوشی هسته کوریم ۹۶ با هسته کربن ۱۲ سنتز و معلوم شد که عنصر ۱۰۴ از مجموعه عناصر شیمیایی است و آنرا نوبلیم (به یاد نوبل، بنیان‌گذار جایزه نوبل) نامیدند. واکنش هسته‌ای مربوط به

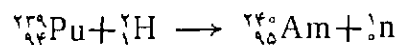
سیاره پلوتون) نامیدند. واکنش‌های هسته‌ای مربوط به سنتز آن چنین است:



یادآوری می‌شود که این عنصر به مقدار بسیار ناچیز از بمباران اورانیم توسط اشعه کیهانی نیز به وجود می‌آید.

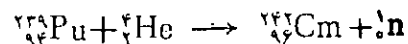
### آمریسیم (Am)

در سال ۱۹۴۴ توسط سه دانشمند آمریکایی به نامهای سیبورگ، جیمز (R. A. James) و مورگان (L. O. Morgan) از طریق بمباران پلوتونیم ۲۳۹ توسط هسته دوتریم ( ${}^2_1\text{H}$ ) سنتز شد و معلوم شد که عنصر ۹۵ است و در زیر عنصر اورنیم از سری لانتانیدها باید قرار گیرد. از این رو، نام آمریسیم (از واژه America، آمریکا) را برای آن انتخاب کردند. واکنش هسته‌ای مربوط به سنتز آن چنین است:



### کوریم (Cm)

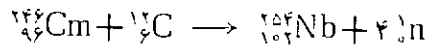
در سال ۱۹۴۴ توسط سیبورگ، جیمز و گیورسو (J. A. Ghiorso) از طریق بمباران پلوتونیم ۲۳۹ توسط ذرات  $\alpha$  سنتز و معلوم شد که عنصر ۹۶ است و باید در زیر گادولینیم (به نام گادولین) از سری لانتانید قرار می‌گیرد، آنرا کوریم (به نام کوریا) نامیدند. واکنش هسته‌ای مربوط به سنتز آنرا می‌توان به صورت زیر نشان داد:



### برگلیم (Bk) و کالیفرنیم (Cf)

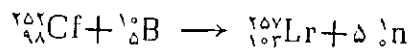
در سال ۱۹۴۹ سیبورگ، گیورسو و تامپسون (S. G. Thompson) از طریق بمباران آمریسیم توسط ذرات  $\alpha$  عنصر ۹۷ و در سال ۱۹۵۰ با همکاری استریت (K. Street) از طریق بمباران کوریم توسط ذرات  $\alpha$  عنصر ۹۸ را سنتز کردند و به لحاظ مکان سنتز آنها اولی را

سنتز آنرا می توان به صورت زیر نشان داد:



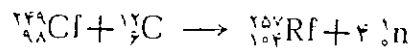
### لورنسیم (Lr)

در سال ۱۹۶۱ توسط گروه دانشمندان فیزیک هسته‌ای آمریکا به سرپرستی گیورسو، از طریق همجوشی هسته کالیفرنیم ۲۵۲ با هسته بور ۱۰ سنتز و معلوم شد که یکصد و سومین عنصر از سلسله عناصر شیمیایی است و آنرا لورنسیم (به یاد لورنس، مخترع سیکلوترون) نامیدند که آخرین عنصر از سری دوم خاکهای کمیاب (سری آکتینیدها) است. واکنش هسته‌ای سنتز آن چنین است:



### کوریچاتوویم (Ku)

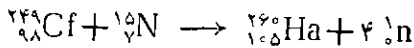
در سال ۱۹۶۹ توسط گروه دانشمندان فیزیک هسته‌ای آمریکا به سرپرستی گیورسو از طریق واکنش همجوشی هسته کالیفرنیم ۲۴۹ و هسته کربن ۱۲ و نیز توسط دانشمندان فیزیک هسته‌ای دو بنای (Dubna) شوروی سنتز و معلوم شد که عنصر ۱۰۴ است. گروه آمریکایی نام رادرفوردیم (به یاد رادرفورد) با نشانه شیمیایی Rf و گروه شوروی نام کوریچاتوویم (به یاد کوریچاتف) با نشانه شیمیایی Ku را برای آن پیشنهاد کردند. معادله واکنش هسته‌ای مربوط به سنتز آنرا می توان به صورت زیر نشان داد:



### هانیم (Ha)

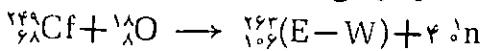
در سال ۱۹۷۰ توسط گروه دانشمندان فیزیک هسته‌ای آمریکا به سرپرستی گیورسو، از طریق همجوشی هسته کالیفرنیم ۲۴۹ و نیتروژن ۱۵ و نیز توسط گروه دانشمندان فیزیک هسته‌ای شوروی سنتز و معلوم شد که عنصر ۱۰۵ است. گروه دانشمندان آمریکایی نام هانیم (به یاد هان، کاشف آکتینیم و شکافت هسته) با نشانه شیمیایی Ha و گروه دانشمندان شوروی نام نیلز بوهریم (به یاد بوهر، ارائه دهنده نظریه اتمی) با نشانه شیمیایی Ns را برای آن پیشنهاد کردند. معادله واکنش

هسته‌ای مربوط به سنتز آنرا می توان به صورت زیر نشان داد:



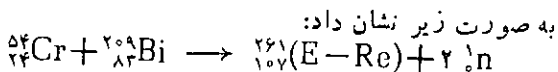
### عنصر ۱۰۶

در سال ۱۹۷۴ توسط گروه دانشمندان فیزیک هسته‌ای در آمریکا و در شوروی از همجوشی هسته‌های کالیفرنیم ۲۴۹ و اکسیژن ۱۸، سنتز شد ولی هنوز رسماً نامی را برای آن پیشنهاد نکردند. البته می توان با قیاس از کار مندلیف، براساس اصل تشابه و محل آن در جدول تناوبی، نام اکتانگستن (E-W) را تا تعیین نام رسمی برای آن پذیرفت. واکنش هسته‌ای مربوط به سنتز آنرا می توان به صورت زیر در نظر گرفت:



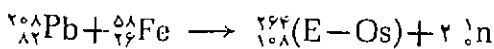
### عنصر ۱۰۷

در سال ۱۹۷۷ توسط دانشمندان فیزیک هسته‌ای شوروی از طریق همجوشی هسته‌های کروم ۵۴ و بیسموت ۲۰۹ سنتز شد. مانند عنصر ۱۰۶، هنوز نامی برای آن پیشنهاد نشد ولی می توان تا تعیین نام رسمی برای آن، براساس اصل تشابه و محل آن در جدول تناوبی نام اکلاریم (E-Re) را برای آن در نظر گرفت. واکنش هسته‌ای مربوط به سنتز آنرا می توان



### عنصر ۱۰۸

در سال ۱۹۸۱ توسط دانشمندان فیزیک هسته‌ای آلمان از طریق همجوشی هسته‌های سرب ۸۲ و آهن ۵۸ سنتز شد. مانند دو عنصر قبلی هنوز نامی برای آن پیشنهاد نشد ولی براساس اصل تشابه و محل آن در جدول تناوبی، تا تعیین نام رسمی، نام اکاسمیم (E-Os) را برای آن در نظر گرفت. واکنش هسته‌ای مربوط به سنتز آنرا می توان به صورت زیر نشان داد:



در جدول بعد، خلاصه‌ای از نام، برخی از ویژگی‌های اتمی، دماهای ذوب و جوش، تاریخ کشف و نام کاشف (یا کاشفین) تمامی عناصری که تا به امروز شناخته شده‌اند، گردآوری شده است:

«نام، برخی از ویژگیها، تاریخ کشف و نام کاشف و یا کاشفین عناصر»

نام عنصر	نشانه	عدد اتمی	جرم اتمی (۱۹۶۱)	اعداد اکسایش متداول	جرم حجمی (g/ml)	دمای ذوب دمای جوش (°C)	سال کشف	نام کاشف یا کاشفین
هیدروژن	H	۱	۱/۰۰۷۹۸	+۱ و -۱	$9 \times 10^{-5}$	-۲۵۹ -۲۵۲	۱۷۷۶	کوندیش Kavendish
هلیوم	He	۲	۴/۰۰۲۶	۰	$1/7 \times 10^{-4}$	-۲۷۰ -۲۶۹	۱۸۹۵	رامسی Ramsay
لیتیم	Li	۳	۶/۹۳۹	+۱	۰/۵۳	۱۸۰ ۱۳۳۰	۱۸۱۷	آرفودسن Arfvedson
بریلیم	Be	۴	۹/۰۱۲۲	+۲	۱/۸۵	۱۲۷۷ ۲۸۷۰	۱۷۹۷	ووکلن Wauqelin
بور	B	۵	۱۰/۸۱۱	+۳	۲/۳۴	۲۳۰۰ ۲۵۵۰	۱۸۰۸	گیلوساک Thenard
کربن	C	۶	۱۲/۰۰۱۱	+۴ و -۴	۲/۲۶	۳۷۲۷ ۴۸۳۰	از زمانهای قدیم شناخته شده بود.	
نیتروژن	N	۷	۱۴/۰۰۶۷	+۵ و -۳	$1/25 \times 10^{-2}$	-۲۱۰ -۱۹۶	۱۷۷۲	رادرفورد (دانیل) Rutherford (D)
اکسیژن	O	۸	۱۵/۹۹۹۴	-۲	$1/43 \times 10^{-2}$	-۲۱۸ -۱۸۳	۱۷۷۴	پرستلی Priestley
فلورئور	F	۹	۱۸/۰۹۸۴	-۱	$1/69 \times 10^{-2}$	-۲۲۰ -۱۸۸	۱۸۸۶	موآسان Moissan
نئون	Ne	۱۰	۲۰/۱۸۳	۰	$9 \times 10^{-3}$	-۲۴۹ -۲۴۶	۱۸۹۸	رامسی Travers
سدیم	Na	۱۱	۲۲/۹۸۹۸	+۱	۰/۹۷	۹۷/۸ ۸۹۲	۱۸۰۷	دیوی Davy
منیزیم	Mg	۱۲	۲۴/۳۰۵	+۲	۱/۷۶	۶۵۰ ۱/۰۷	۱۸۰۸	دیوی Davy
آلومینیم	Al	۱۳	۲۶/۹۸۱۵	+۳	۲/۷	۶۶۰ ۲۴۵۰	۱۸۲۵	ارستد Orsted
سیلیسیم	Si	۱۴	۲۸/۰۸۶	+۴	۲/۳۴	۱۴۱۰ ۲۶۸۰	۱۸۲۳	برسلیوس Berzelius
فسفر	P	۱۵	۳۰/۹۷۳۸	-۳ و +۳ و +۵	۱/۸۲	۴۴ ۲۸۰	۱۶۶۹	براند Brandt
گوگرد	S	۱۶	۳۲/۰۶۲	-۲ و +۴ و +۶	۲/۰۷	۱۱۹ ۴۴۵	از زمانهای قدیم شناخته شده بود.	
کلر	Cl	۱۷	۳۵/۴۵۳	-۱ و +۳ و +۵	$3/21 \times 10^{-2}$	-۱۱۰ -۳۴/۶	۱۷۷۴	شئل Scheele
آرگون	Ar	۱۸	۳۹/۹۴۸	۰	$1/78 \times 10^{-2}$	-۱۸۹ -۱۸۶	۱۸۹۴	رایله Ramsay
پتاسیم	K	۱۹	۳۹/۹۰۲	+۱	۰/۸۶	۶۳/۷ ۷۶۰	۱۸۰۷	دیوی Davy

«نام، برخی از ویژگیها، تاریخ کشف و نام کاشف و یا کاشفین عناصر»

نام کاشف یا کاشفین	سال کشف	دمای ذوب دمای جوش (°C)	جرم حجمی (g/ml)	اعداد اکسایش متداول	جرم اتمی (۱۹۶۱)	عدد اتمی	نشانه	نام عنصر	
Davy دیوی	۱۸۰۸	۸۳۸ ۱۴۴۰	۱/۵۵	+۲	۴۰/۰۸	۲۰	Ca	کلسیم	
Nilson نیلسون	۱۸۷۹	۱۵۳۹ ۲۷۳۰	۳/۰	+۳	۴۴/۹۵۵۹	۲۱	Sc	اسکاندیم	
Gregor گرگور	۱۷۹۱	۱۶۶۸ ۳۲۶۰	۴/۵۱	+۳ و +۴	۴۷/۹۰	۲۲	Ti	تیتان	
Sefstrom سوفستروم	۱۸۳۰	۱۹۰۰ ۳۴۵۰	۶/۱	+۳ و +۵	۵۰/۹۴۱۴	۲۳	V	وانادیم	
Vauqelin روکلین	۱۷۹۷	۱۸۷۵ ۲۶۶۵	۷/۱۹	+۳	۵۱/۹۹۶	۲۴	Cr	کروم	
Gahn گان	۱۷۷۴	۱۲۵۴ ۲۱۵۰	۷/۴۳	+۲ و +۳	۵۴/۹۳۸	۲۵	Mn	منگنز	
		از زمانهای قدیم شناخته شده بود.	۱۵۳۵ ۳۰۰۰	۷/۸۶	+۲ و +۳	۵۵/۸۴۷	۲۶	Fe	آهن
Brandt براند	۱۷۳۵	۱۴۹۵ ۲۹۰۰	۸/۹	+۲ و +۳	۵۸/۹۳۳۲	۲۷	Co	کبالت	
Cronstedt کرونشست	۱۷۵۱	۱۴۵۲ ۲۷۳۰	۸/۹	+۲ و +۳	۵۸/۷۱	۲۸	Ni	نیکل	
		از زمانهای قدیم شناخته شده بود.	۱۰۸۳ ۲۵۹۵	۸/۹۶	+۱ و +۲	۶۳/۵۴۶	۲۹	Cu	مس
Marggraf مارگراف	۱۷۴۶	۴۲۰ ۹۰۶	۷/۱۴	+۲	۶۵/۳۸	۳۰	Zn	روی	
be Boisbaudran دوپوآبودران	۱۸۷۵	۳۰ ۲۲۳۷	۵/۹۱	+۳	۶۹/۷۲	۳۱	Ga	گالیم	
Winkler وینکلر	۱۸۸۶	۹۳۷ ۲۸۳۰	۵/۳۲	+۲ و +۴	۷۲/۵۹	۳۲	Ge	ژرمانیم	
Paracelsus پاراسلسوس	~ ۱۴۵۰	تصعید می شود	۵/۷۲	-۳+۳+۵	۷۴/۹۲۱۶	۳۳	As	آرسنیک	
Berzelius برسایوس	۱۸۱۷	۲۱۷ ۶۸۵	۴/۷۹	-۲ و +۴	۷۸/۹۶	۳۴	Se	سelenium	
Balard بالار	۱۸۲۶	-۷/۲ ۵۹	۳/۱۲	-۱ و +۳+۵	۷۹/۹۰۴	۳۵	Br	برم	
Ramsay زامسی	۱۸۹۸	-۱۵۷	۳/۷۱x۱۰ <sup>-۲</sup>	۰	۸۳/۸۰	۳۶	Kr	کریپتون	
Travers تراورس	۱۸۹۸	-۱۵۲							
Bunsen بونزن	۱۸۶۰	۳۸/۹ ۶۸۸	۱/۵۳	+۱	۸۵/۴۶۷۶	۳۷	Rb	روبیوم	
Kirchhoff کرشهف									
Davy دیوی	۱۸۰۸	۷۶۸ ۱۳۸۰	۲/۶	+۲	۸۷/۶۲	۳۸	Sr	استرونیم	
Mosander موزاندر	۱۸۴۳	۱۵۰۹ ۲۹۲۷	۴/۴۷	+۳	۸۸/۹۰۵۹	۳۶	Y	ایترویم	

«نام، برخی از ویژگیها، تاریخ کشف و نام کاشف و یا کاشفین عناصر»

نام عنصر	نشانه	عدد اتمی	جرم اتمی (۱۹۶۱)	اعداد اکسایش متداول	جرم حجمی (g/ml)	دمای ذوب دمای جوش (°C)	سال کشف	نام کاشف یا کاشفین
زیرکیم	Zr	۴۰	۹۱/۹۲	+۴	۶/۴۹	۱۸۵۲ ۳۵۸۰	۱۸۲۴	برسلایوس Berzelius
نیوبیم	Nb	۴۱	۹۲/۹۰۶۴	+۳ و +۵	۸/۴	۲۴۶۹ ۳۳۰۰	۱۸۰۱	هاچت Hatchet
مولیبدن	Mo	۴۲	۹۵/۹۴	+۳ و +۴	۱۰/۲	۲۶۱۰ ۵۵۶۰	۱۷۸۲	حلم Hjelm
تکنسیم	Tc	۴۳	۹۸/۹۰۶۲	+۷	۱۱/۵	۲۲۰۰ —	۱۹۳۷	پریه سگره Perrier Segre
روتیم	Ru	۴۴	۱۰۱/۰۷	+۳ و +۴	۱۲/۲	۲۵۰۰ ۴۹۰۰	۱۸۴۴	کلوس Klaus
رودیم	Rh	۴۵	۱۰۲/۹۰۵۵	+۳	۱۲/۴	۱۹۶۶ ۴۵۰۰	۱۸۰۳	وولاستون Wollaston
پالادیم	Pd	۴۶	۱۰۶/۴۰	+۲ و +۴	۱۲/۰	۱۵۵۲ ۳۶۸۰	۱۸۰۳	وولاستون Wollaston
نقره	Ag	۴۷	۱۰۷/۸۶۳	+۱	۱۰/۵	۹۶۱ ۲۲۱۰	از زمانهای قدیم شناخته شده بود.	
کادمیم	Cd	۴۸	۱۱۲/۴۰	+۲	۸/۶۵	۳۲۱ ۷۶۷	۱۸۱۷	اشترومیر Stromeyer
ایندیم	In	۴۹	۱۱۴/۸۲	+۳	۷/۳	۱۵۶ ۲۰۰۰	۱۸۶۳	رایش ریشتر Reich Richter
قلع	Sn	۵۰	۱۱۸/۶۹	+۲ و +۴	۷/۳۰	۲۳۲ ۲۲۷۰	از زمانهای قدیم شناخته شده بود.	
آنتیموان	Sb	۵۱	۱۲۱/۷۵	+۳ و +۵	۶/۶۲	۶۳۰ ۱۳۸۰	~۱۴۵۰	بازیلیوس والنتیوس B. Valentinus
تلور	Te	۵۲	۱۲۷/۶۰	-۲ و +۴ و +۶	۶/۲۴	۴۵۰ ۹۹۰	۱۷۸۲	مولر Muller
یود	I	۵۳	۱۲۶/۹۰۴۵	-۱ و +۳ و +۵	۴/۹۴	۱۹۴ ۱۸۳	۱۸۱۲	کورتوا Courtois
زنون	Xe	۵۴	۱۳۱/۳۰	۰	$۵/۸۵ \times ۱۰^{-۳}$	-۱۱۲ -۱۰۸	۱۸۹۸	رامسی تراورس Ramsay Travers
سزیم	Cs	۵۵	۱۳۲/۹۰۵۴	+۱	۱/۹۰	۲۸/۵ ۶۹۰	۱۸۶۰	بونزن کیرشهف Bunsen Kirchhoff
باریم	Ba	۵۶	۱۳۷/۳۴	+۲	۳/۵	۷۱۴ ۱۶۴۰	۱۸۰۸	دیوی Davy
لانتان	La	۵۷	۱۳۸/۹۰۵۵	+۳	۶/۱۷	۹۲۰ ۳۴۷۰	۱۸۳۹	موزاندر Mosander
سریم	Ce	۵۸	۱۴۰/۱۲	+۳	۶/۶۷	۷۹۵ ۳۴۶۸	۱۸۰۳	کلاپروت Klaproth
پرازئودیمیم	Pr	۵۹	۱۴۰/۹۷۷	+۳	۶/۷۷	۹۳۵ ۳۱۲۷	۱۸۸۵	فن ولسباخ Von Velsbach



«نام برخی از ویژگیها، تاریخ کشف و نام کاشف و یا کاشفین عناصر»

نام عنصر	نشانه	عدد اتمی	جرم اتمی (۱۹۶۱)	اعداد اکسایش متداول	جرم حجمی (g/ml)	دمای ذوب دمای جوش (°C)	سال کشف	نام کاشف یا کاشفین
نئودیمیم	PN	۶۰	۱۴۴/۲۴	+۳	۷/۰	۱۰۲۴ ۳۰۲۷	۱۸۸۵	فن ولسباخ Von Velsbach
پرومتیم	Pm	۶۱	(۱۴۵)	+۳	—	— —	۱۹۴۵	مارینسکی گلندنن کوریل Marinsky Glendenen Coryell
ساماریوم	Sm	۶۲	۱۵۰/۴	+۳	۷/۵۴	۱۰۷۲ ۱۹۰۰	۱۸۷۹	دوبوآ بودران De Boisbaudran
اروپیم	Eu	۶۳	۱۵۱/۹۶	+۳	۵/۲۶	۸۲۶ ۱۴۳۹	۱۹۰۱	دمارکی Demarcay
گادولینیم	Gd	۶۴	۱۵۷/۲۵	+۳	۷/۸۹	۱۳۱۲ ۳۰۰۰	۱۸۸۰	مارینیاک Marignac
تربیوم	Tb	۶۵	۱۵۹/۹۲۵۴	+۳	۸/۲۷	۱۳۵۶ ۲۸۰۰	۱۸۴۳	موزاندر Mosander
دیسپروزیوم	Dy	۶۶	۱۶۲/۵۰	+۳	۸/۵۴	۱۴۰۷ ۲۶۰۰	۱۸۸۶	دوبوآ بودران De Boisbaudran
هولمیم	Ho	۶۷	۱۶۴/۹۳۰۶	+۳	۸/۸۰	۱۴۶۱ ۲۶۰۰	۱۸۷۹	کلو Cleve
اریبیم	Er	۶۸	۱۶۷/۲۶	+۳	۹/۰۵	۱۴۹۷ ۲۹۰۰	۱۸۴۳	موزاندر Mosander
تولیم	Tm	۶۹	۱۶۸/۹۳۴۲	+۳	۹/۳۳	۱۵۴۵ ۱۷۲۷	۱۸۷۹	کلو Cleve
ایتربیوم	Yb	۷۰	۱۷۳/۰۴	+۳	۶/۹۸	۸۲۴ ۱۴۲۷	۱۹۰۷	اوربن Urban
لوئسیوم	Lu	۷۱	۱۷۴/۹۷	+۳	۹/۸۴	۱۶۵۲ ۳۳۲۷	۱۹۰۷	اوربن Urban
هافنیم	Hf	۷۲	۱۷۸/۴۹	+۴	۱۳/۱	۲۲۲۲ ۵۴۰۰	۱۹۲۳	کاستر هوزی Coster Hevesy
تانتال	Ta	۷۳	۱۸۰/۹۴۷۹	+۵	۱۶/۶	۲۹۹۶ ۵۴۲۵	۱۸۰۲	اکبرگ Ekeberg
تنگستن	W	۷۴	۱۸۳/۸۵	+۶	۱۹/۳	۳۴۱۰ ۵۹۳۰	۱۷۸۳	دو الویار De Elhuyar
رنیم	Re	۷۵	۱۸۶/۲	+۷	۲۱/۰	۳۱۸۰ ۵۹۰۰	۱۹۲۵	نوداک تاک برگ Noddack Tacke Berg
استمیم	Os	۷۶	۱۹۰/۲	+۲ +۳ +۴	۲۲/۶	۳۰۰۰ ۵۵۰۰	۱۸۰۳	وولاستون Wollaston
ایریدیم	Ir	۷۷	۱۹۲/۲۲	+۳ و +۴	۲۲/۵	۲۴۵۴ ۵۳۰۰	۱۸۰۳	تنانت Tennant
پلاتین	Pt	۷۸	۱۹۵/۰۹	+۲ و +۴	۲۱/۴	۱۷۶۹ ۴۵۳۰	۱۷۴۴	وود Wood
طلا	Au	۷۹	۱۹۶/۹۶۶۵	+۳	۱۹/۳	۱۰۶۳ ۲۹۷۰		از زمانهای قدیم شناخته شده بود.

«نام، برخی از ویژگیها، تاریخ کشف و نام کاشف و یا کاشفین عناصر»

نام عنصر	نشانه	عدد اتمی	جرم اتمی (۱۹۶۱)	اعداد اکسایش متداول	جرم حجمی (g/ml)	دمای ذوب دمای جوش (°C)	سال کشف	نام کاشف یا کاشفین
جیوه	Hg	۸۰	۲۰۰/۵۹	+۱ و +۲	۱۳/۶	-۳۸/۴ ۳۵۷		از زمانهای قدیم شناخته شده بود.
تالیم	Tl	۸۱	۲۰۴/۳۷	+۱ و +۳	۱۱/۸	۳۰۳ ۱۴۵۷	۱۸۶۱	کروکس Crookes
سرب	Pb	۸۲	۲۰۷/۲	+۲ و +۴	۱۱/۴	۳۲۷ ۱۷۲۵		از زمانهای قدیم شناخته شده بود.
بیسموت	Bi	۸۳	۲۰۸/۹۸۰۴	+۳ و +۵	۹/۸۰	۲۷۱ ۱۵۶۰		از زمانهای قدیم شناخته شده بود.
پولونیم	Po	۸۴	(۲۱۰)	+۲ و +۴	۹/۲	۲۵۴ -	۱۸۹۸	کوری Curie
استاتین	At	۸۵	(۲۱۰)	-۱ و +۳ و +۵	-	۳۰۲ -	۱۹۴۰	کورسن مکنزی Corson Mckenzie
رادون	Rn	۸۶	(۲۲۲)	۰	۹/۷۳×۱۰ <sup>-۵</sup>	-۷۱ -۶۲	۱۹۰۰	سگره درن Segre Dorn
فرانسیم	Fr	۸۷	(۲۲۳)	+۱	-	۱۳۱۲ ۳۰۰۰	۱۹۳۹	پری Perey
رادیم	Ra	۸۸	۲۲۶/۰۲۵۴	+۲	۵/۰	۷۰۰ -	۱۸۹۸	کوریها Curies
آکتینیم	Ac	۸۹	(۲۲۷)	+۳	-	۱۰۵۰ -	۱۸۹۹	دبیرن Debierne
توریم	Th	۹۰	۲۳۲/۰۳۸۱	+۴	۱۱/۷	۱۷۵۰ ۳۸۵۰	۱۸۲۸	برسلیموس Berzelius
پروتاکتینیم	Pa	۹۱	۲۳۱/۰۳۵۹	+۵	۱۵/۴	- -	۱۹۱۷	هان مایتنر Hahn Meitner
اورانیم	U	۹۲	۲۳۸/۰۲۹	+۴ و +۶	۱۹/۰۷	۱۱۳۲ ۳۸۱۸	۱۷۸۹	کلاپروت Klaproth
نپتونیم	Np	۹۳	۲۳۷/۰۴۸۲	+۳ و +۴ و +۵	۱۹/۵	۶۳۷ -	۱۹۴۰	مکملان آبلسون Mc Millan Abelson
پلوتونیم	Pu	۹۴	(۲۴۲)	+۳ و +۴	۱۶-۱۹/۸	۶۴۰ ۳۲۳۵	۱۹۴۰	سیبورگ کنیدی و... Seaborg Kennedy
آمریسیم	Am	۹۵	(۲۴۳)	+۳	۱۱/۷	- -	۱۹۴۴	سیبورگ جیمز و... Seaborg James
کوریوم	Cm	۹۶	(۲۴۷)	+۳	-	- -	۱۹۴۴	سیبورگ جیمز و... Seaborg James
برکلیم	Bk	۹۷	(۲۴۹)	+۳	-	- -	۱۹۴۹	سیبورگ تامپسون گیورسو Seaborg Thompson Ghiorso
کالیفرنیم	Cf	۹۸	(۲۵۱)	+۳	-	۱۲۰۰ -	۱۹۵۰	سیبورگ تامپسون Seaborg Thompson
اینشتمینیم	Es	۹۹	(۲۵۴)	+۳	-	- -	۱۹۵۳	سیبورگ Seaborg

«نام، برخی از ویژگیها، تاریخ کشف و نام کاشف و یا کشفین عناصر»

نام عنصر	نشانه	عدد اتمی	جرم اتمی (۱۹۶۱)	اعداد اکسایش متداول	جرم حجمی (g/ml)	دمای ذوب دمای جوش (°C)	سال کشف	نام کاشف یا کشفین
فرمیم	Fm	۱۰۰	(۲۵۷)	+۳	—	— —	۱۹۵۳	سیبورگ و ... Seaborg
مندلیویم	Md	۱۰۱	(۲۵۸)	+۳	—	— —	۱۹۵۵	سیبورگ و ... Seaborg
نوبلیوم	No	۱۰۲	(۲۵۵)	+۳	—	— —	۱۹۵۸	گیورسو، سیکلاند، والتون و سیبورگ
لورنسیم	Lr (Lw)	۱۰۳	(۲۶۰)	+۳	—	— —	۱۹۶۱	گیورسو و ...
کورچاتوویم (رادرفوردیم)	Rf (Ku)	۱۰۴	(۲۶۱)	—	—	— —	۱۹۶۹	گروه دانشمندان مؤسسه تحقیقاتی دو بنای شوروی و برکلی آمریکا
هانیم (نیلز بوهریم)	Ha (Ns)	۱۰۵	(۲۶۱)	—	—	— —	۱۹۷۰	» » »
اکاتگستن	E-W	۱۰۶	(۲۶۳)	—	—	— —	۱۹۷۴	» » »
اکارنیم	E-Re	۱۰۷	(۲۶۱)	—	—	— —	۱۹۷۷	گروه دانشمندان شوروی
اکاسمیم	E-Os	۱۰۸	[۲۶۴]	—	—	— —	۱۹۸۱	گروه دانشمندان آلمانی

توجه:

اعدادی که در ستون جرم اتمی عناصر در داخل پرانتز نوشته شده است، عدد جرمی پایدارترین و یا متداولترین ایزوتوپ عناصر است.

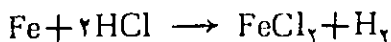
این مقاله به کتاب شیمی سال سوم علوم تجربی  
ریاضی و فیزیک مربوط است.

از طرف دیگر محققین را بر آن داشته تا عوامل مختلف خوردگی و فساد فلزات را مورد بررسی قرار دهند و راههای عملی و اقتصادی جهت نگهداری فلزات و جلوگیری از فساد آنها را پیشنهاد کنند، برای روشن شدن مطلب باید خوردگی را تعریف و انواع مختلف آنرا مشخص کنیم. «خوردگی فلزات عبارت است از تغییر آنها بر اثر عوامل شیمیایی و الکترو-شیمیایی». به همین جهت به عوامل فیزیکی و مکانیکی که سبب ساییدگی، فرسودگی، خستگی و شکنندگی فلزات می شوند خوردگی اطلاق نمی شود.

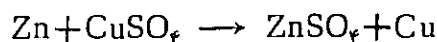
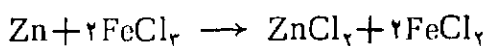
خوردگی در فلزات را می توان به چند دسته تقسیم نمود که عبارتند از:

۱- خوردگی جوی - عامل اصلی این نوع خوردگی وجود اکسیژن و رطوبت هوا است و لسی سایر گازهای موجود در هوا مانند  $CO_2$ ،  $SO_2$ ،  $NH_3$ ،  $Cl_2$ ،  $H_2S$  و  $NO_2$  که اکثر آنها در اثر وجود کارخانجات و آلودگی های ناشی از مناطق صنعتی و پر جمعیت شهرهای بزرگ حاصل می شود کم و بیش سبب فساد و انهدام فلزات می شوند. در مورد آلیاژهای آهن، خوردگی جوی که ناشی از اثر اکسیژن هرای مرطوب بر آنها می باشد به نام زنگ زدگی معروف است.

۲- خوردگی شیمیایی - این نوع خوردگی بر اثر عواملی نظیر اسیدها، بازها و یا نمک ها حاصل می شود و علت آن انجام یک واکنش شیمیایی است. به عنوان مثال، فلزاتی نظیر آهن، روی و آلومینیم در محیط های اسیدی تحت تأثیر قرار می گیرند و به تدریج از بین می روند.



قلیاهای بر روی آهن اثر خوردگی ندارند ولی فلزاتی نظیر آلومینیم و روی را تحت تأثیر قرار می دهند. در مورد نمک ها نیز واکنش های جانشینی و اکسید و احیاء سبب خوردگی می شوند. مثلاً فلز روی تحت اثر نمک هایی مانند ترکیبات آهن (III) و یا سولفات مس (II) قرار می گیرد.



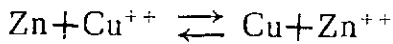
۳- خوردگی الکتروشیمیایی - این نوع خوردگی یک پدیده الکتریکی است و بر اثر انتقال الکترون روی می دهد و در آن یک واکنش اکسید و احیاء انجام می پذیرد. نظر به اینکه پدیده خوردگی بیشتر به طریق الکتروشیمیایی صورت می گیرد و

# خوردگی الکتروشیمیایی فلزات و راههای جلوگیری آن

دکتر هوشنگ اسلامی دانشیار دانشگاه تربیت معلم

اگر به جدول تناوبی توجه کنیم از ۱۰۵ عنصر موجود حدود ۸۰ عنصر را فلزات تشکیل می دهند. از این عناصر تعداد معدودی در طبیعت به حالت آزاد و بقیه به صورت ترکیبات مختلف یافت می شوند زیرا فلزات با عوامل موجود در طبیعت مانند اکسیژن، آب و غیره کم و بیش میل ترکیبی دارند و به همین علت نمی توانند به صورت فلز باقی بمانند. کاربرد وسیع فلزات در صنایع مختلف از یک طرف و عدم مقاومت فلزات صنعتی در مقابل عوامل جوی و شیمیایی

است. به کمک روابط ترمودینامیکی ثابت می‌شود که در لحظه برقراری تعادل زیر:



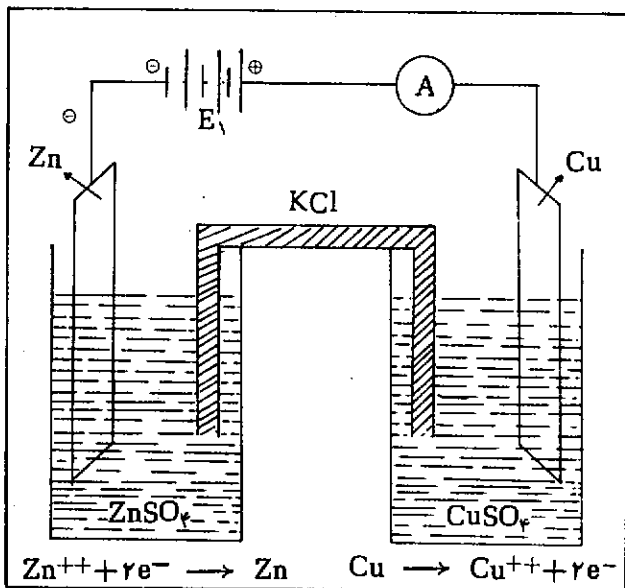
مقدار نیروی محرکه پیل در دمای  $25^\circ\text{C}$  و با فرض اینکه ضریب فعالیت یونهای  $\text{Zn}^{++}$  با  $\text{Cu}^{++}$  برابر باشد و به جای فعالیت غلظت را به کار ببریم، از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$E = E^\circ - \frac{0.0592}{n} \log \frac{[\text{Zn}^{++}]}{[\text{Cu}^{++}]}$$

این معادله به نام معادله نرنست معروف است و در آن  $E^\circ$  نیروی محرکه استاندارد پیل و  $n$  تعداد الکترونهای مبادله شده است. این فرمول را می‌توان به صورت کلی زیر نوشت:

$$E = E^\circ - \frac{0.0592}{n} \log \frac{[\text{اکسید شده}]}{[\text{احیا شده}]}$$

جهت بررسی تعادلی بودن و قابلیت برگشت پذیری یک واکنش اکسید و احیاء، مجدداً پیل دانیل را در نظر می‌گیریم و مطابق شکل در مدار خارجی آن یک مولد یکنواخت  $E_1$  قابل تغییر را به طور متقابل قرار می‌دهیم و به کمک یک

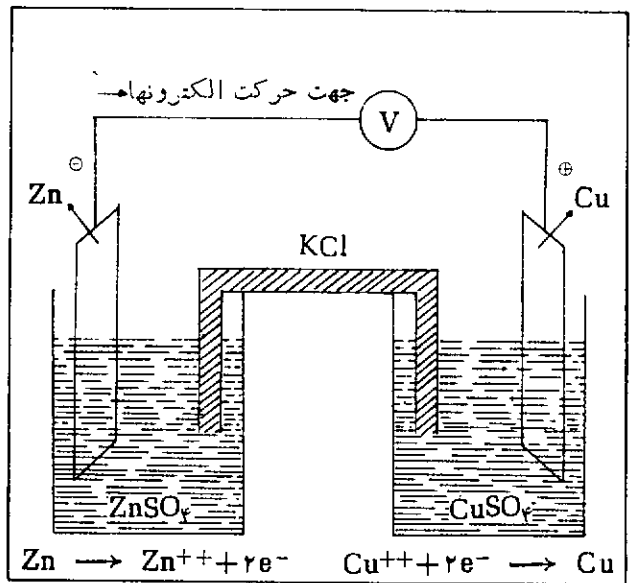


گالوانومتر جهت عبور جریان را در آن مشخص می‌کنیم. اگر در مولد خارجی اختلاف پتانسیل  $E_1 = 0.1$  ولت ایجاد کنیم ملاحظه می‌شود که عقربه گالوانومتر کمی به سمت صفر متمایل می‌شود. اگر به تدریج اختلاف پتانسیل مدار خارجی را افزایش دهیم، مرتباً عقربه گالوانومتر به صفر نزدیک تر می‌شود و بالاخره اگر اختلاف پتانسیل  $0.1$  ولت را در آن

اغلب خوردگی‌ها نتیجه تشکیل یک پیل گالوانیک است، لذا این نوع خوردگی در صنعت بیشتر مورد توجه است. از این رو، این بحث را به این نوع خوردگی اختصاص می‌دهیم.

برای تشریح عمل خوردگی الکتروشیمیایی، یک پیل ساده را که در آن واکنش اکسید و احیاء سبب انتقال الکترون می‌شود بررسی می‌کنیم. این پیل می‌تواند همان پیل دانیل باشد که در کتابهای درسی مورد بحث قرار گرفته است.

اگر مطابق شکل یک تیغه مس را در محلول یک مولار سولفات مس (II) و یک تیغه روی را در محلول یک مولار سولفات روی قرار دهیم و دو ظرف را به کمک یک پل نمکی به هم مربوط سازیم، طبق واکنشهای زیر در ظرف سولفات روی عمل اکسیداسیون و در ظرف سولفات مس عمل احیاء صورت می‌گیرد و الکترونها در مدار خارجی از تیغه روی به سمت تیغه مس حرکت می‌کنند. نتیجه این واکنشها ایجاد اختلاف پتانسیل الکتریکی است که اگر با یک پتانسیومتر اندازه‌گیری شود، در دمای  $25^\circ\text{C}$  حدود  $1.1$  ولت است.



نیروی محرکه پیل مربوط به تغییرات آنتالپی آزاد سیستم ( $\Delta G$ ) می‌باشد که در فشار و دمای ثابت و به طریق برگشت پذیر با مقدار کار الکتریکی مبادله شده برابر است:

$$\Delta G = W_e$$

با توجه به اینکه مقدار کار الکتریکی:

$$W_e = -nFE$$

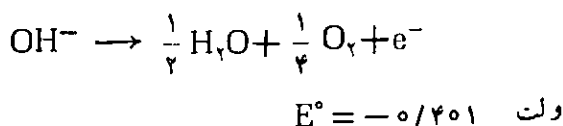
می‌باشد، لذا:

$$E = \frac{-\Delta G}{nF} \quad \text{و} \quad \Delta G = -nFE$$

فلزاتی که قدرت احیا کنندگی کمتری نسبت به هیدروژن دارند دارای پتانسیل احیای مثبت می باشند.

**الکتروود اکسیژن و پیل اختلاف دهش** - نظر به فعالیت شدید اکسیژن و نقش اساسی آن در خوردگی فلزات، الکتروود اکسیژن را مورد بررسی قرار می دهیم.

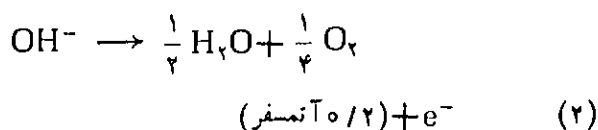
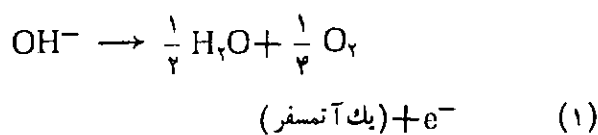
اگر يك تیغه پلاتینی را در الکتروولیت اشباع شده از گاز اکسیژن قرار دهیم، الکتروود اکسیژن ایجاد می شود و علت آن انجام واکنش زیر است:



$E_0$  پتانسیل استاندارد پیل نسبت به الکتروود هیدروژن است. با توجه به معادله نرنست نیروی محرکه پیل را محاسبه می کنیم.

$$E_{\text{O}_2} = -0.401 - 0.0592 \log \frac{(\text{PO}_2)^{\frac{1}{4}}}{[\text{OH}^-]}$$

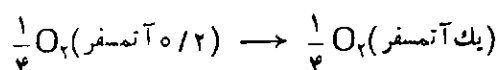
چون این واکنش برگشت پذیر نیست، بنا بر این پتانسیل حاصل کمتر از مقدار محاسبه شده است. زیرا واکنش تعادلی نیست. حال اگر دو الکتروود اکسیژن در دو محلول آبی قرار گیرند که فشار اکسیژن در یکی يك آتمسفر و در دیگری 0.2 آتمسفر باشد (هوای معمولی) و محلولها به کمک پل نمکی به هم اتصال یابند، می توان نوشت:



$$E_1 = -0.401 - 0.0592 \log \frac{1^{\frac{1}{4}}}{[\text{OH}^-]} \quad (3)$$

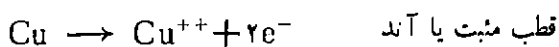
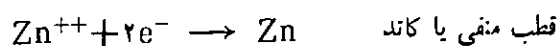
$$E_2 = -0.401 - 0.0592 \log \frac{(0.2)^{\frac{1}{4}}}{[\text{OH}^-]} \quad (4)$$

باکم کردن روابط 2 از طریق 1، رابطه زیر حاصل می شود:

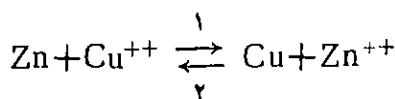


ایجاد کنیم عقربه به صفر می رسد و عبور جریانی را نشان نمی دهد. اکنون اگر اختلاف پتانسیل مولد خارجی از 1/1

ولت افزایش یابد و مثلاً به 1/5 ولت برسد، ملاحظه می شود که عقربه گالوانومتر در خلاف جهت حالت اول حرکت می کند و با افزایش ولتاژ مدار خارجی مرتباً شدت جریان مدار در خلاف جهت حالت قبل رو به افزایش می گذارد. گردش عقربه در جهت عکس حالت اول نشان دهنده آن است که اگر اختلاف پتانسیل مدار خارجی از 1/1 ولت افزایش یابد، مازاد ولتاژ جریان جدیدی در مدار ایجاد می کند و الکترونها از سمت تیغه مس به سمت تیغه روی حرکت می کنند و نتیجه آن واکنش زیر است:



بررسی این پدیده نشان داد که واکنش کلی اکسید و احیاء را به صورت واکنش تعادلی زیر می توان نوشت:



واکنش 1 مربوط به تشکیل پیل و واکنش 2 مربوط به عمل الکتروولیز است و این دو پدیده از هر طرف می تواند ادامه یابد تا به تعادل برسد. تعادلی بودن واکنش نشانگر آن است که يك واکنش تعادلی را می توان در هر دو جهت 2 و 1 هدایت کرد. این مسأله اساس حفاظت کاتدی را در جلوگیری از اکسید شدن فلزات تشکیل می دهد که مورد بحث ما می باشد.

**الکتروود هیدروژن** - الکتروودی است شامل تیغه پلاتینی که در محلول نرمال اسیدی قرار دارد و جریان گاز هیدروژن تحت فشار يك آتمسفر بر روی محلول آن برقرار است. لذا بین  $\text{H}^+$  و  $\text{H}_2$  تعادل  $\text{H}_2/2\text{H}^+$  برقرار می شود و بر حسب قرار داد پتانسیل چنین الکتروودی را صفر فرض می کنند و آنرا الکتروود استاندارد هیدروژن می نامند. بنا بر این اگر پیلی تشکیل دهیم شامل الکتروود هیدروژن و 1/5 پیل دیگر، با اندازه گیری نیروی محرکه که پیل می توانیم پتانسیل نیم پیل را نسبت به الکتروود هیدروژن اندازه گیری کنیم و بر این اساس جدولهایی تنظیم شده است. در این جدولها فلزات به دو دسته تقسیم می شوند. دسته ای که قدرت احیا کنندگی بیشتری نسبت به هیدروژن دارند دارای پتانسیل احیای منفی می باشند. برعکس

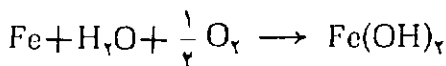
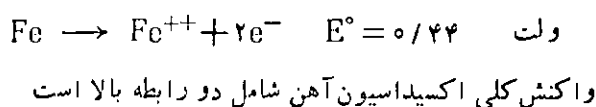
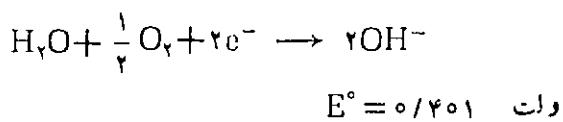
و با کم کردن رابطه ۴ از رابطه ۳ نیز رابطه زیر را خواهیم داشت:

$$E_1 - E_2 = -0/0592 \log \frac{1/4}{(0/2)^4}$$

$$= \frac{0/0592}{4} \log 0/2 = -0/0103 \text{ ولت}$$

منفی بودن مقدار پتانسیل پیل نشان می‌دهد که  $\Delta G$  واکنش مثبت و واکنش غیر خودبخودی است. بنابراین واکنش عکس آن خودبخودی است. لذا واکنش (۱) قطب مثبت یا کاتد و واکنش (۲) قطب منفی یا آنود را نشان می‌دهد، یعنی الکتروود مجاور اکسیژن با فشار کم میل به اکسید شدن و الکتروود مجاور با اکسیژن دارای فشار زیاد میل به احیا شدن دارند.

اکنون اگر بجای الکتروود پلاتین از الکتروود آهن استفاده شود در کاتد یا در ظرفی که فشار اکسیژن در آن يك آتمسفر است آهن اکسید شده به اکسید آهن تبدیل می‌شود که نقش الکتروود آهن را بازی می‌کند (الکتروود نوع دوم). و در ظرفی که فشار اکسیژن ۰/۲ آتمسفر است (قطب منفی یا آنود) مرتباً آهن به  $Fe^{++}$  تبدیل می‌شود و خوردگی در آن انجام می‌گیرد. واکنشهای مربوط به صورت زیر خلاصه می‌شود:



$$E = E^\circ_{اکسید} + E^\circ_{احیا} - \frac{0/0592}{4} \log \frac{[Fe^{++}][OH^-]^2}{(PO_2)^{1/4}}$$

در این رابطه به علت کوچک بودن ضریب تفکیک  $Fe(OH)_2$  به جای غلظت  $Fe^{++}$ ، فعالیت آن یعنی  $\alpha_{Fe^{++}}$  به کار می‌رود که حدود ۰/۱ می‌باشد. همچنین اگر محلول آبی خنثی باشد،  $pH = 7$  و  $[OH^-]$  برابر  $10^{-7}$  می‌باشد که با قرار دادن این اعداد در رابطه فوق خواهیم داشت:

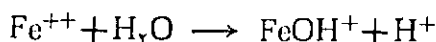
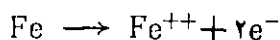
$$E = 0/44 + 0/401 - \frac{0/0592}{4} \log \frac{0/1 \times (10^{-7})^2}{(0/2)^{1/4}}$$

ولت  $E = 1/275$

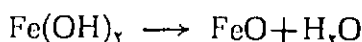
اگر فشار اکسیژن در آنود يك آتمسفر و در کاتد ۰/۲ آتمسفر یعنی برابر فشار اکسیژن موجود در هوا باشد. اختلاف پیل دمی اکسیژن ۰/۰۱۰۳ - می‌باشد که با منظور کردن آن در رابطه فوق مقدار نیروی محرکه برابر  $E = 1/265$  ولت خواهد بود. البته نیروی محرکه واقعی به علت وجود قشری از اکسید آهن در سطح آهن کمتر از این مقدار خواهد بود ولی مقدار اختلاف پتانسیل حاصل کافی است که آهن موجود در محلول آبی در ارتباط با اکسیژن هوا را شدیداً دچار خوردگی کرده و به تدریج آنرا به یون آهن تبدیل کند.

### راههای جلوگیری از خوردگی

همان طور که گفته شد، دو عامل مهم سبب خوردگی الکترو-شیمیایی فلزات می‌شود. یکی اختلاف پتانسیل اکسیداسیون بین دو فلز در حال تماس است که يك پیل الکترو-شیمیایی تشکیل می‌دهد و دیگری وجود اکسیژن محلول در محلولی است که با فلزات در تماس می‌باشد. فرمول مربوط نشان می‌دهد که pH محلول نقش اساسی در خوردگی آهن دارد. زیرا یون آهن ( $Fe^{++}$ ) در اثر واکنش با آب  $H^+$  ایجاد می‌کند و pH محلول پایین می‌آید و محیط اسیدی می‌شود. در نتیجه اسید حاصل شدیداً سبب خوردگی آهن می‌شود:

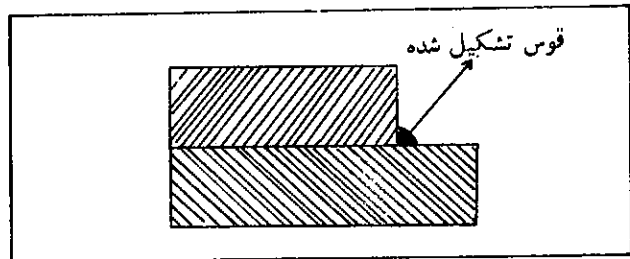


بنابراین، جهت جلوگیری از خوردگی لوله‌های آهنی باید در صورت امکان محلول قلیایی شود. زیرا افزایش یون  $OH^-$  در محلول سبب انجام واکنش با یونهای  $Fe^{++}$  می‌شود و ایجاد  $FeO \cdot nH_2O$  می‌کند:



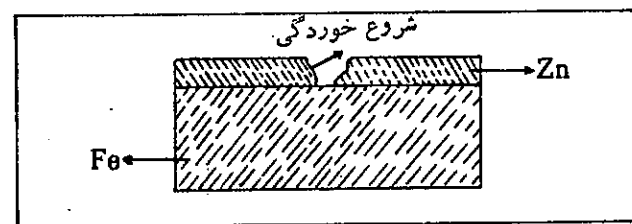
وجود اکسیژن در محیط عمل سبب اکسیداسیون اکسید آهن (II) شده آنرا به اکسید آهن (III) تبدیل می‌کند و  $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$  ایجاد می‌کند. اکسید آهن (III) به مراتب کمتر از یون آهن (II) جاذب رطوبت است و بر روی سطح لوله

اگر در محل اتصالها زاویه تشکیل شود خوردگی در کنج تشکیل شده بیشتر از سایر قسمتها است. در صورتی که زاویه ای تشکیل شود باید با جوش دادن اضافی آن را به صورت نیم دایره در آورد تا خوردگی به حداقل برسد.



۴- سعی می کنند از انتخاب آند کوچک نسبت به سطح کاند خودداری کنند. زیرا اگر فلز آند مثلاً پیچ از فلزی انتخاب شود که دارای پتانسیل احیای کوچکتر باشد، به علت کوچک بودن آن نسبت به کاند یعنی قطعات فلزی که با پیچ بهم متصل شده اند خوردگی در پیچ بسیار زیاد است. به همین علت است که پیچهای فولادی جهت اتصال ورقهای استیل، مس و سایر فلزاتی که نسبت به فولاد اصطلاحاً نجیب تر می باشند، مناسب نیست، پیچ خبلی زود زنگ می زند و از بین می رود.

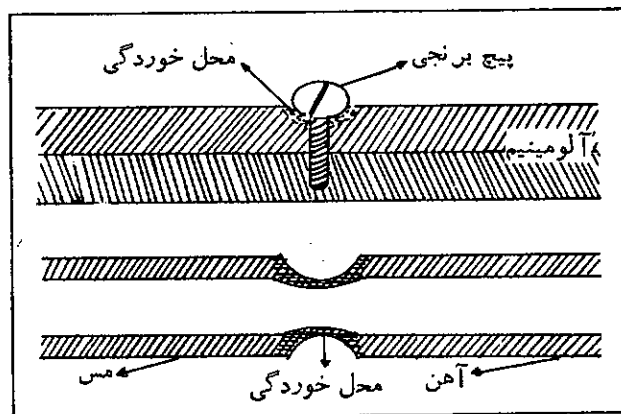
۵- از پوشش مناسب جهت فلزات صنعتی نظیر آهن استفاده می شود. مثلاً به کمک رنگ، لعاب و یا پوشش گالوانیک از فلزی با پتانسیل احیای کمتر استفاده می شود. مثلاً ورق گالوانیزه عبارت است از ورق فولادی که سطح خارجی آن را از فلز روی پوشش داده اند. در این حالت اگر قسمتی از پوشش برداشته شود در حفره تشکیل شده پیل گالوانیکی ایجاد می شود که فلز روی آند آن است و خوردگی در روی آغاز می شود و تا موقعی که روی در سطح فولاد باقی باشد، فولاد از خوردگی مصون می ماند.



۶- استفاده از نوارهای باریک فلزی نظیر روی یا منیزیم در داخل مبدل‌های حرارتی آهنی - برای جلوگیری این وسایل از عمل خوردگی و حفظ آنها، از نوارهای باریک روی یا منیزیم و یا آلیاژی شامل ۶٪ آلومینیم، ۳٪ روی و ۹۱٪ منیزیم در داخل این دستگاهها استفاده می شود. به عنوان مثال

پوششی مستحکم ایجاد می کند که از خوردگی لوله جلوگیری می شود و در اصطلاح لوله دوئین می شود.

در مورد خوردگی الکتروشیمیایی قبلاً گفته شد که اختلاف پتانسیل الکتروشیمیایی بین دو فلز که با هم تماس دارند در اثر وجود رطوبت یا محلولهای الکترولیت که شکاف بین دو سطح تماس را پر می کند، یک پیل الکتروشیمیایی تشکیل می شود و فلزی که پتانسیل احیای کمتری دارد به شدت خورده می شود. این مسأله در صنعت مشکلات زیادی را فراهم می سازد. به عنوان مثال اگر لوله مسی با لوله آهنی به هم اتصال یابند، در محل اتصال، لوله آهنی خورده می شود. همچنین پیچهای فولادی که قطعات استیل یا مسی را به هم متصل می سازند، شدیداً خورده می شوند. برعکس اگر قطعات آلومینیومی را با پیچ برنجی به هم متصل کنیم، آلومینیم مجاور با محل اتصال شدیداً خورده می شود.



برای جلوگیری از خوردگی الکتروشیمیایی فلزات به شرح زیر عمل می شود:

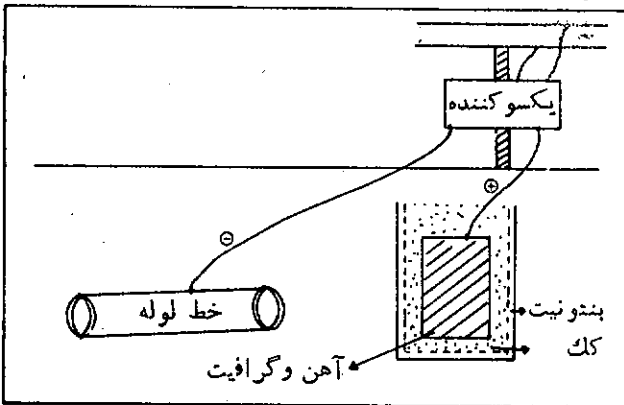
۱- تا حد امکان سعی می شود در دستگاههای صنعتی از فلزاتی استفاده شود که از نظر پتانسیل الکتروشیمیایی به هم نزدیک باشند.

۲- در مواردی که لازم باشد از پیچ جهت اتصال دو قطعه به یکدیگر استفاده شود، پیچ باید از فلز دیگری انتخاب شود و از واشرهای باکلیتی و یا تفلونی استفاده شود تا تماس سطحی بین پیچ و سطح فلز ایجاد نشود.

۳- حتی المقدور سعی می شود به جای پیچ از جوش لب به لب جهت اتصال دو قطعه به یکدیگر استفاده شود. زیرا استفاده از پیچ سبب می شود که آب و سایر محلولهای الکترولیت بین دو قطعه نفوذ کرده و خوردگی شکافی ایجاد کند. جوش لب به لب سبب می شود که زاویه ای بین گوشه های فلزات ایجاد نشود زیرا



کننده‌ها به برق یکنواخت تبدیل می‌کنند. در نزدیک هر یکسو کننده از يك آند كمكى استفاده می‌شود كه شامل حفره‌ای است با پوشش داخلی بتنویت كه در داخل آن الكترولیت یا گرافیت قرار دارد و اطراف آن را براده كك ریخته‌اند. قطب مثبت پتانسیل خارجی به این آند متصل می‌شود و قطب منفی به لوله‌ای وصل می‌شود كه قصد حفاظت آن را دارند. در نتیجه خط لوله به قطب منفی یا كاتد تبدیل می‌شود و در مقابل خوردگی مقاوم می‌شود. این آندهای كمكى نیز پس از مدت زمانی باید ترمیم یا تعویض شوند. در بعضی از سیستمها ممكن است از آند كمكى استفاده شود.



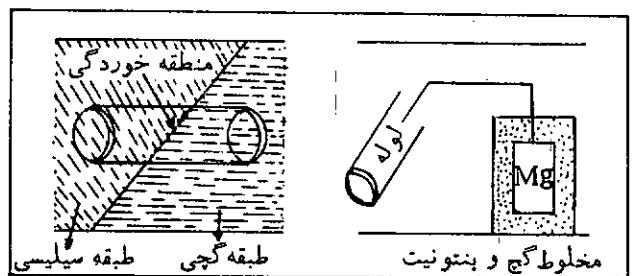
۸- در دیگهای بخار كه به علت وجود گرمای زیاد اكثر خوردگی حفره‌ای ایجاد می‌شود و سبب پوسیدگی جدار ديك می‌شود. می‌توان از مسود ضد اكسیدان و احیا كننده نظیر سولفیت سدیم استفاده كرد كه تا اندازه‌ای مانع از خوردگی جدار ديك می‌شوند.

۹- برای حرارت دادن محلول نمكها مانند نمك طعام و غیره بهتر است به جای ظروف استیل از ظروف لعابی استفاده شود زیرا در ظروف استیل كه آلیاژ از دو یا چند فلزند، دو فلز مختلف الجنس در مجاورت الكترولیت، پیل تشكيل می‌دهند و باعث خوردگی حفره‌ای و ایجاد سوراخ در ظرف می‌شوند.

۱۰- در سیستم‌های لوله‌كشی شوفاژ و آب گرم و سرد منازل باید دقت کافی به عمل آید كه از توقف آب در يك نقطه از سیستم جلوگیری شود، زیرا در محلول‌های را كد عمل خوردگی شدیدتر است و با افزایش یون  $Fe^{2+}$  مرتباً غلظت  $H^+$  در محلول افزایش می‌یابد و محلول اسیدی‌تر و خوردگی شدیدتر می‌شود. بنابراین باید سیستم لوله‌كشی و مسیر پمپهای برگشت به طریقی باشد كه كلبه آبهای موجود در لوله‌ها را به جریان بیاندازد.

در داخل منبع آب گرم كن منازل يك نوار منیزیمی به لوله خروجی آب گرم متصل می‌کنند تا از خوردگی جدار فولادی آب گرم كن جلوگیری شود. البته این نوار پس از مدتی اكسید شده از بین می‌رود و باید آن را عوض كرد.

این روش در مورد لوله‌های زیر زمینی آب، نفت و گاز نیز کاربرد دارد زیرا این لوله‌ها در زیر خاک شدیداً در معرض خوردگی گالوانیكی قرار دارند و علاوه بر رطوبت زمین، تغییر جنس خاک زمین كمك زیادی به خوردگی لوله می‌كند. همانطور كه می‌دانیم جنس ترکیبات خاک متفاوت است و ممكن است لوله از طبقات رسی، گچی، آهکی و سیلیسی بگذرد و در محل فصل مشترك دو طبقه خاک pH محیط متفاوت باشد. این تغییر pH سبب خوردگی الكترولیتیمیایی در لوله فصل مشترك دو طبقه خاک می‌شود. برای جلوگیری از این نوع خوردگی، از آند از بین رونده استفاده می‌شود و در فواصل معینی از زمین در کنار لوله حفره‌ای ایجاد می‌کنند و به كمك مخلوط گچ و بتنویت جدار داخلی حفره را می‌پوشانند و در داخل آن پودر منیزیم و یا آلیاژهای منیزیم و روی می‌ریزند و به كمك يك سیم این مخلوط را به لوله اتصال می‌دهند. در نتیجه مرتباً این آند اكسید می‌شود و لوله را از خوردگی حفظ می‌كند.



۷- استفاده از سیستم حفاظت كاتدی در لوله‌های زیر زمینی - در این روش كه نسبتاً پرهزینه است ولی نتیجه كاملاً رضایتبخشی دارد، از برگشت پذیر بودن واكنش پیل و الكترولیز استفاده می‌شود. طبق محاسباتی كه انجام شد مشخص شد كه در پیل دمش اكسیژن در لوله‌های آهنی اختلاف پتانسیلی در حدود ۱/۲۶۵ ولت ایجاد می‌شود. بنا بر این اگر بتوان به طور متقابل مولد جریان یكنواختی را در مدار قرار داد كه اختلاف پتانسیلی بیش از این مقدار ایجاد كند، می‌تواند آند یا لوله آهنی را به كاتد تبدیل سازد و مانع خوردگی آن شود. این عمل به كمك نصب یکسو كننده‌هایی كه در مسیر خط لوله قرار دارند انجام می‌شود و برق فشار قوی را كه در امتداد خط لوله كشیده شده پس از كاستن تا ولتاژ معینی به كمك یکسو

نقش

ترکیبات آلی

فلزی در صنایع

شیمیایی

مربوط به سخنرانی

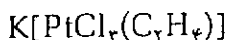
مورخ ۶۶/۹/۱۰ برای دبیران شیمی

دکتر منصور عابدینی

استاد دانشگاه تهران

زیگلر برحسب تصادف به این موضوع پی برد که بر اثر وجود مقادیر جزئی از ترکیبات فلز واسطه (به خصوص کلریدهای تیتانیوم) وضع واکنش بهتر شده، پلیمرهای بسا جرم مولکولی زیاد به دست می آیند. پلیمرهای جدید در مقایسه با پلیمرهای متداول در اوایل سالهای ۱۹۵۰ که از پلیمز کردن اتیلن در دمای بالاتر از  $200^{\circ}\text{C}$  و در فشاری بیش از ۱۰۰۰ اتمسفر تولید می شد و زنجیرهای شاخه دار داشت، سنگین تر بودند و نقطه ذوب بالاتری داشتند زیرا. پلیمرهای جدید راست زنجیر بودند.

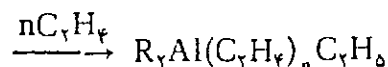
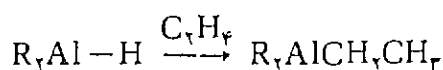
یک پدیده مهم دیگر در این سالها، توسعه فرایند واکر برای تولید استالددید از اتیلن بود. در سال ۱۸۲۷ یک داروساز دانمارکی به نام زایس کشف کرده بود که از اتیلن و کلرید پلاتین (II) ترکیب پایداری به فرمول:



به دست می آید و در سال ۱۸۹۴ نیز یک شیمیدان آمریکایی به

سالهای ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۷ سالهای شکوفایی شیمی آلی فلزی و کاربرد آن در فرایندهای کاتالیزوری بوده است. کارل زیگلر، جیولیوناتا، ج. ویلکینسون و ای. او. فیشر به خاطر کارهای تحقیقاتی ارزشمندی که در زمینه شیمی آلی فلزی داشته اند از جمله برندگان جایزه نوبل در شیمی هستند.

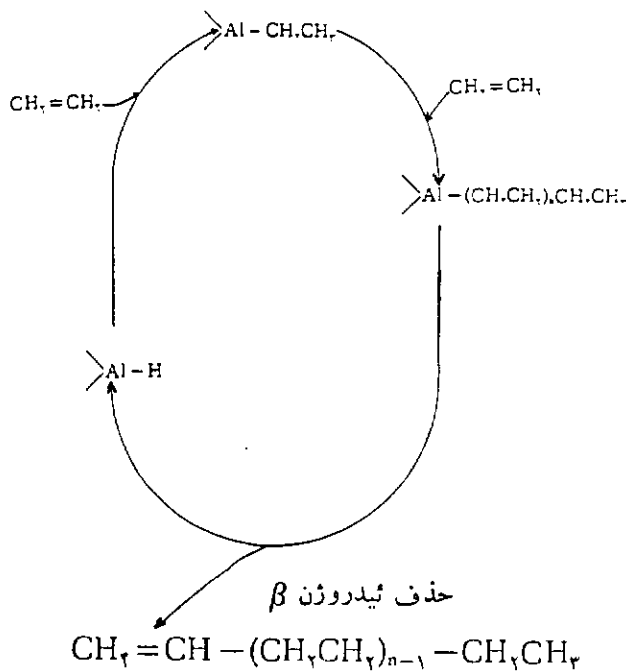
شیمی آلکیل آلومینیم که توسط زیگلر و همکاران او در مولهایم آلمان توسعه پیدا کرد، عامل عمده ای برای پیدایش کاتالیزورهای آلی فلزی به منظور سنتز پلی اولفینها بوده است. زیگلر نشان داده بود که با جایگیری اتیلن در پیوند  $\text{Al}-\text{H}$  یا  $\text{Al}-\text{C}$ ، که به آسانی انجام می گیرد، پلیمرهای با جرم مولکولی کم به دست می آیند.



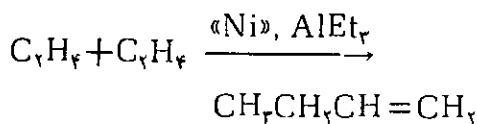
هیدروفرمیل دار کردن با استفاده از کاتالیزور رودیم را به صورت تجارتي در آوردند. در زیر به شرح نقش ترکیبات آلی فلزی برای واکنشهای تولید پلی پروپیلن، هیدروفرمیل دار کردن، تولید استالدئید و هیدروژن دار کردن اولفینها می پردازیم.

### تولید پلی پروپیلن

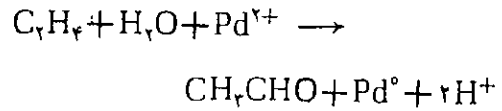
منشأ کاتالیزورهای پیچیده ای را که امروزه در کارخانجات تولید پلی پروپیلن به کار می روند باید در کارهای اولیه کارل زیگلر در سال ۱۹۵۰ جستجو کرد او در آن زمان سنتز پلی اولفینها را با استفاده از واکنش کاتالیزوری تری اتیل آلومینیم بررسی می کرد.



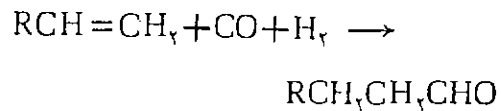
او یک روز به طور اتفاقی کشف کرد که بر اثر وجود «نیکل» در اتو کلاو، که قبلاً از آن برای انجام یک واکنش تیدروژن دار کردن استفاده شده بود، به جای تشکیل اولیگومرهایی که قبلاً به دست می آورد، محصول واکنش منحصراً ۱-بوتن بود و این کشف نشان می داد که «نیکل» واکنش حذف تیدروژن β را کاتالیز کرده است:



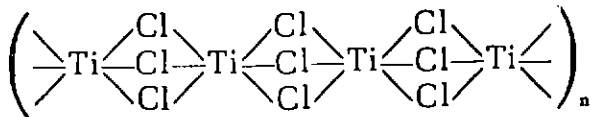
نام فیلیپس به این موضوع پی برد که اتیلن به وسیله کلرید پالادیم (II) به استالدئید اکسید می شود:



اشمیت و همکاران وی در کارخانه واکر شیمی (Wacker Chemie) به این موضوع پی بردند که با اکسید کردن پالادیم در محل انجام واکنش، واکنش مذکور می تواند نقطه آغازی برای یک فرایند کاتالیزوری باشد. این روش به سرعت به وسیله کارخانه واکر مورد بهره برداری قرار گرفت زیرا به این ترتیب اتیلن ارزان قیمت جانشین استیلن گرانبه می شد. در دهه ۱۹۶۰ ویلکینسون و همکارانش نشان دادند که برای تیدروژن دار کردن اولفینها، کمپلکسهای انحلال پذیر رودیم، کاتالیزورهای مؤثری هستند و یکی از این کاتالیزورها که به اسم کاتالیزور ویلکینسون است، تریس (تری فنیل فسفین) کلرو رودیم (I)،  $RhCl(PPh_3)_3$ ، می باشد ویلکینسون همچنین نشان داد که می توان به وسیله کمپلکس  $RhH(CO)(PPh_3)_3$  به عنوان کاتالیزور، واکنش تبدیل اولفین به الدئید را که واکنش هیدروفرمیل دار کردن نامیده می شود به آسانی انجام داد:

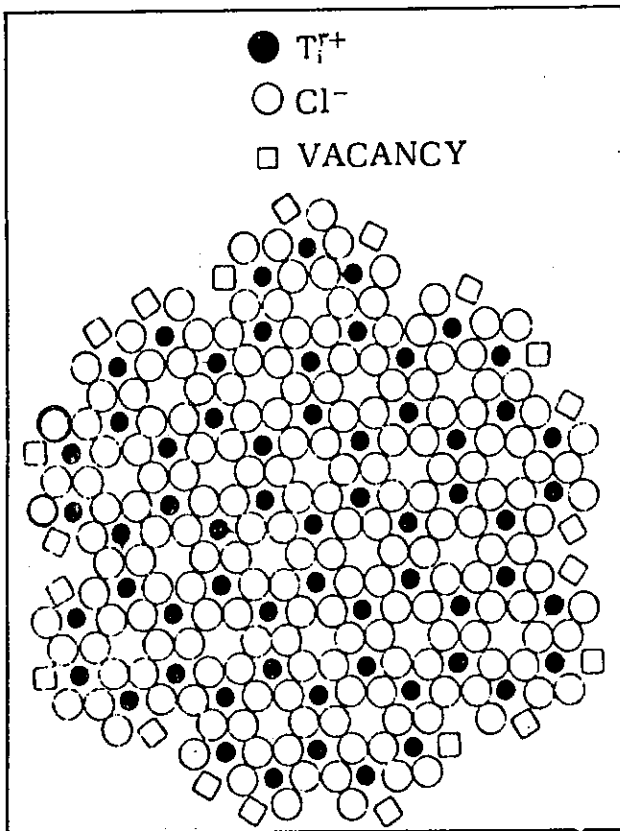


اگرچه انجام بسیاری از واکنشهای کاتالیز شده به وسیله رودیم، به وسیله فلزات دیگری که فراوانتر و ارزانترند نیز امکان پذیر است، ولی کاتالیزورهای رودیم مؤثرترند. مثلاً هیدروفرمیل دار کردن پروپیلن و تبدیل آن به بوتیرالدئید [که برای تولید مواد نرم کننده پلاستیکها (Plasticizers) و چرب کنندهها (Lubricants) حد واسط مهمی به شمار می آید] مدتها به وسیله کاتالیزور کبالت،  $HCo(CO)_4$ ، انجام می گرفت، ولی استفاده از کاتالیزور رودیم،  $RhH(CO)(PPh_3)_3$ ، برای انجام این واکنش مزیتهای بیشتری دارد. برای استفاده از کاتالیزور کبالت به فشار بالا (۲۰۰ atm) نیاز است و فقط ۷۰٪ بوتیرالدئید نرمال می دهد در صورتی که کاتالیزور رودیم تحت فشار کم (۲۰-۱۰ atm) عمل می کند و بیش از ۹۰٪ ایزومر راست زنجیر می دهد. از این رو، در واسط ۱۹۷۰، دو کارخانه Celanese و Union Carbide



در  $\alpha\text{-TiCl}_3$  لایه‌های یونهای کلرید به نحوی روی هم قرار گرفته‌اند که یک آرایش انباشته هگزاگونالی را به وجود می‌آورند، در  $\gamma\text{-TiCl}_3$  آرایش یونهای کلرید به صورت انباشته مکعبی است و شکل  $\delta\text{-TiCl}_3$  هم آرایشی حد واسط آرایشهای  $\alpha$  و  $\gamma$  دارد. با  $\text{TiCl}_3$  ارغوانی (شکلهای  $\alpha$ ،  $\gamma$  و  $\delta$ ) بازده محصول تک آرایش بالا ولی با شکل  $\beta$  پایین است.

کوزی و آرلمان نشان داده‌اند که مراکز فعال کاتالیزوری آن یونهای تیتانیومی هستند که محل‌های کوئوردیناسیون خالی دارند و این قبیل محل‌های خالی در سطح بلور  $\text{TiCl}_3$  ( $\alpha$ ،  $\gamma$  و  $\delta$ ) یافت می‌شوند شکل (۱).

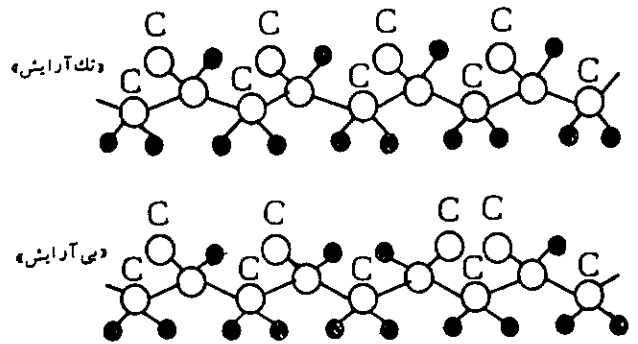


شکل (۱) نمایش محل‌های خالی در مقطعی از بلور  $\text{TiCl}_3$

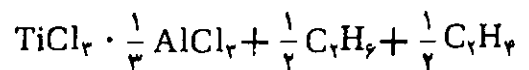
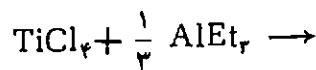
نخستین مرحله در این فرایند کاتالیزوری به طور وضوح آلکیل‌دار شدن ترکیب فلز واسطه است و به این ترتیب آلکیل فلز واسطه که از نظر کاتالیزوری فعال است به وجود می‌آید.

از این رو، زیگلر در آزمایشهای بعدی خود تأثیر ترکیبات فلز واسطه را همراه با  $\text{AlEt}_3$  بر روی پلیمر شدن اتیلن مورد بررسی قرار داد و سرانجام به این نتیجه دست یافت که با استفاده از مخلوط  $\text{TiCl}_3 + \text{AlEt}_3$  به عنوان کاتالیزور می‌توان پلی اتیلن با جرم حجمی زیاد تهیه کرد:

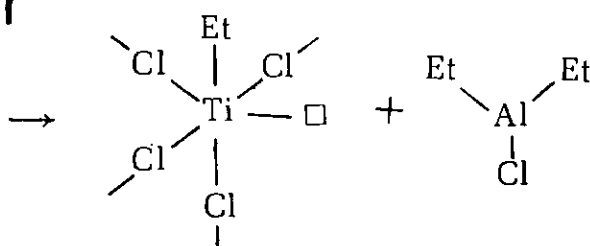
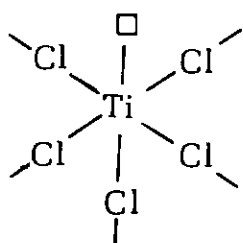
در سال ۱۹۵۴ ناتا در ایتالیا موفق شد با استفاده از کاتالیزور زیگلر ( $\text{TiCl}_3 + \text{AlEt}_3$ ) برای نخستین بار پلی پروپیلن متبلور تهیه کند. ناتا در آزمایش خود مخلوطی از پلی پروپیلن متبلور و بی شکل به دست آورد و ماده متبلور را به وسیله حلال بیرون کشید. این ماده متبلور که آن را پلی پروپیلن «تک آرایش» می‌نامند زنجیره‌ای از واحدهای مونومر با نظم فضایی خاص در صورتی که در پلی پروپیلن بی شکل که آن را «بی آرایش» یا Atactic می‌نامند هیچ گونه نظم فضایی دیده نمی‌شود:



ناتا برای نخستین بار به این موضوع پی برد که ساختمان بلور کاتالیزور و به خصوص سطح آن، در تولید محصول تک آرایش اهمیت دارد و نشان داد که با تری کلرید تیتانیم جامد محصول تک آرایش افزایش می‌یابد. تری کلرید تیتانیم از کاهش تراکم تیتانیم با تری اتیل آلومینیم به دست می‌آید:

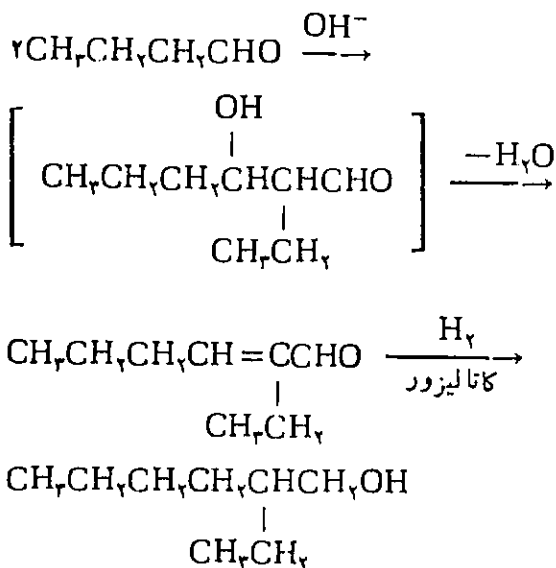


تری کلرید تیتانیم در چهار شکل ساختمانی  $\alpha$ ،  $\beta$ ،  $\gamma$  و  $\delta$  وجود دارد شکل‌های ساختمانی  $\alpha$ ،  $\gamma$  و  $\delta$  رنگ ارغوانی تند دارند و ساختمان آنها لایه‌ای است، در صورتی که  $\beta\text{-TiCl}_3$  قهوه‌ای رنگ است و ساختمان زنجیری دارد:



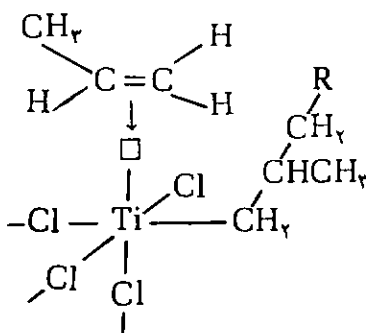
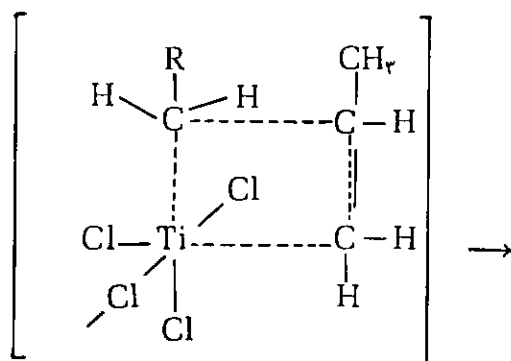
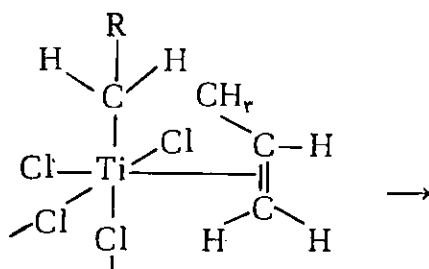
### هیدروفرمیل‌دار کردن

واکنش هیدروفرمیل‌دار کردن کسه به واکنش اکسو نیز معروف است شامل اضافه کردن مونوکسید کربن و تیدروژن به مولکول اولفین و تولید آلدهید و در پاره‌ای از موارد هم تولید الکیل است. آلدهید برای تولید موادی مثل آمینها، الکلها و اسیدها به کار می‌آیند. در واکنش هیدروفرمیل‌دار کردن فقط الکل نوع اول به دست می‌آید. با استفاده از پروپیلن، بوتانول و ۲-اتیل هگزانول تهیه می‌کنند. ۲-اتیل هگزانول از تراکم آلدولی ۱-بوتانال و آبنگیری و بعد هم تیدروژن‌دار کردن به دست می‌آید:



در کلیه واکنشهای اکسو قبلاً از کبات به عنوان کاتالیزور استفاده می‌شد. تحت شرایط واکنش (۱۸۰-۱۴۰ °C) و جزء فعال کاتالیزوری تتراکربونیل هیدرید و کبات (I) است  $[\text{HCo}(\text{CO})_4]$  که در محل واکنش از واکنش مونوکسید کربن، تیدروژن و استات کبات به دست می‌آید. برای جلوگیری از تجزیه شدن این کربونیل هیدرید لازم است که فشار CO بالا باشد. مکانیسم واکنش در چرخه

حال مولکول اولفین در محل خالی با فلز واسطه کوئوردیناسیون می‌دهد و با مهاجرت گروه آلکیل به اولفین، یک آلکیل فلز جدید، یعنی یک زنجیر پلیمری در حال رشد، به وجود می‌آید و یک محل کوئوردیناسیون خالی می‌شود که می‌تواند با یک مولکول دیگر اولفین کوئوردیناسیون بدهد. به این ترتیب فرایند فوق تکرار شده و ادامه پیدا می‌کند:



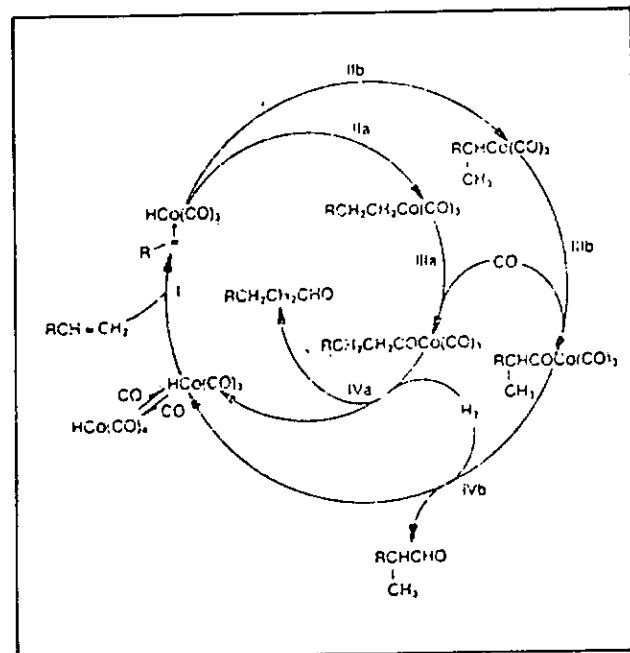
کاتالیزوری شکل (۲) نشان داده شده است. در این چرخه مسیر تشکیل الدیئیدهای خطی و دارای شاخه جانبی نشان داده شده. کلیه مراحل در این چرخه کاتالیزوری، احتمالاً به استثنای مراحل IVa و IVb که شامل گسستن کمپلکس آسیل و تشکیل الدیئید است، برگشت پذیرند. مرحله I شامل کوئوردیناسیون مولکول اولفین با جزء چهار کوئوردیناسی و سیر نشده  $HCo(CO)_3$  است.

کبالت - فسفین. یا توجه به این واقعیت که از نظر مصارف صنعتی،  $\pi$  - بوتیل الکل به ایزوبوتیل الکل رجحان دارد و دیگر اینکه فقط بوتانال را می توان به وسیله تراکم الدولی به ۲- اتیل هگزانول تبدیل کرد، همواره سعی برای این بوده که محصول الدیئید خطی را بالا ببرند (یا نسبت N/I بالاتر باشد).

در سالهای ۱۹۶۵ کمپانی نفتی شل با استفاده از تری آلکیل فسفین تری کربونیل هیدرید کبالت،  $HCo(CO)_3(PR_3)_3$ ، بازده محصول خطی را تا ۹۰٪ بالا برد. مزیت دیگر این کاتالیزور، پایداری بیشتر آن و فشار کمتری است که مورد نیاز است (۵۰ - ۱۰۰ atm). با جانشین کردن تری آلکیل فسفین به جای CO روی کبالت، خواص الکترونی و فضایی کمپلکس تغییر می کند به طوری که در نهایت شرایط برای تشکیل الکل خطی مساعدتر شده است.

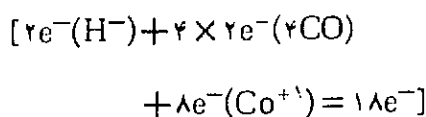
دویم - فسفین. سیستم کاتالیزوری رودیم - تری فنیل فسفین در سال ۱۹۷۵ به وسیله Union Carbide به صورت تجارتي درآمد. در این سیستم فشار و دمای واکنش پایین است و نسبت نرمال به ایزو (N/I) ۱۵:۱ است. مقایسه فرایندهای عمده هیدروفرمیل دار کردن در زیر آمده است:

این جزء از تفکیک مونو کسید کربن از جزء فعال کاتالیزوری  $HCo(CO)_3$  به وجود می آید. در جزء فعال کاتالیزوری عدم کوئوردیناسیون کبالت پنج است و اتم کبالت در لایه والانس خود ۱۸ الکترون دارد:



شکل (۲) نمایش چرخه کاتالیزوری واکنش هیدروفرمیل دار کردن

این جزء از تفکیک مونو کسید کربن از جزء فعال کاتالیزوری  $HCo(CO)_3$  به وجود می آید. در جزء فعال کاتالیزوری عدم کوئوردیناسیون کبالت پنج است و اتم کبالت در لایه والانس خود ۱۸ الکترون دارد:

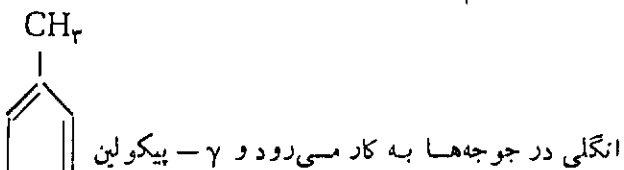
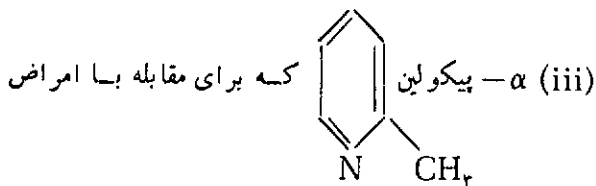


مراحل IIa و IIb شامل جایگیری اولفین در پیوند فلز-هیدرید است و معکوس آنها، شامل حذف تیدروژن  $\beta$  و تشکیل پیوند  $Co-H$  و کمپلکس اولفین - فلز است. مراحل IIIa و IIIb شامل «جایگیری کربونیل» و تشکیل کمپلکسهای آسیل خطی و شاخه دار است. جایگیری کربونیل، در واقع، به وسیله مهاجرت گروه آلکیل به اتم کربن در مونو کسید کربن

$Rh+P\phi_3$	$Co+PR_3$	$Co$	
۹۰ - ۱۱۰	۱۶۰ - ۲۰۰	۱۴۰ - ۱۸۰	دما °C
۱۰ - ۲۰	۵۰ - ۱۰۰	۲۰۰ - ۳۰۰	فشار (atm)
الدیئید	الکل، الدیئید	الدیئید، الکل	محصول
۱۲ - ۱۵:۱	۸ - ۹:۱	۳ - ۴:۱	N/I

در سیستم رودیم - تری فنیل فسفین با تغییر غلظت فسفین و فشار جزئی مونو کسید کربن می توان نسبت N/I (مسیر IIa در مقابل IIb) را به دلخواه تغییر داد و در سیستم تجارتي نسبت ۱۵:۱  $\geq$  به راحتی قابل حصول است. برای هر یک

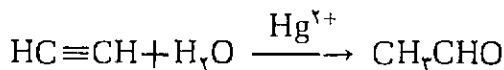
فرمالدئید در حضور  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  به دست می آید - ماده خامی است که برای ساختن رزینهای آلکید به کار می آید.



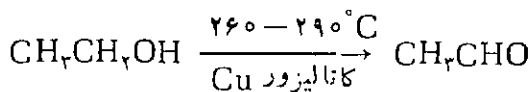
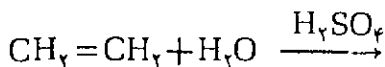
که ماده اولیه ساخت داروی ضد سل است.

(iv) پارالسدئید  $(\text{CH}_3\text{CHO})_2$  و متالسدئید  $(\text{CH}_3\text{CHO})_4$ .

استالید را سالهای متمادی به وسیله افزایش آب به استیلین در مجاورت سولفات جیره (II) تهیه می کردند:

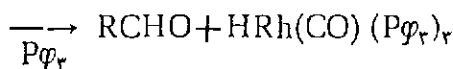
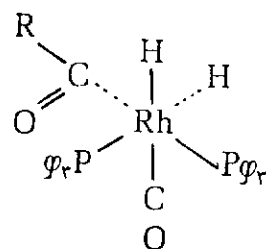
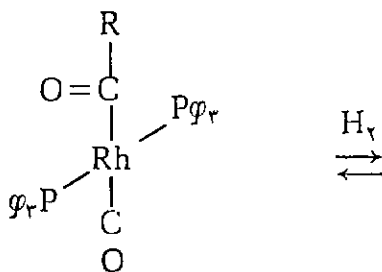


استیلین که از واکنش آب بر کرید کلسیم یا از پیرولیز هیدروکربنهای سبک در دمای بالا به دست می آید گران تمام می شود، از اینرو، اتیلن که دو اتم کربن دارد و به وسیله کسراکینگ نفت با هزینه ای حدود ۱/۵ هزینه تولید استیلین به دست می آید می تواند جانشین مناسبی باشد. واکنشهای معمولی اتیلن از نوع واکنشهای افزایشی الکترون دوستی هستند و در جایی که از استیلین با یک واکنش افزایشی، استالید به دست می آید، در مورد استیلین باید یک واکنش افزایشی و به دنبال آن یک واکنش حذفی انجام داد:

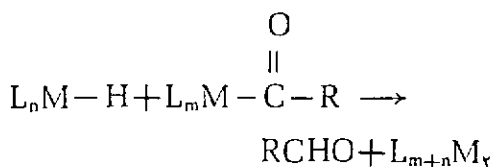


یک روش مستقیم باید شامل استخلاف اتم تییدروژن اتیلن به وسیله گروه هیدروکسیل باشد تا اینکه وینیل الکل بدهد. وینیل الکل  $(\text{CH}_2=\text{CHOH})$  شکل انولی استالید است و سریعاً توتومریزه شده به  $\text{CH}_3\text{CHO}$  تبدیل می شود

از مراحل IVa و IVb جهت تولید الدئید دو مسیر پیشنهاد شده است. یک مسیر شامل افزایش تییدروژن به کمپلکس آسیل است که با افزایش حالت اکسایش فلز از I به III همراه است که به دنبال آن به وسیله حذف کاهشی، الدئید و کاتالیزور تولید می شوند.



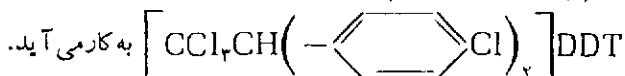
مسیر دوم شامل حذف دو هسته ای الدئید از اجزای آسیل و تییدرید است:



با توجه به اینکه عمر کاتالیزور به وسیله سموم خارجی مثل اسیدهای قوی،  $\text{H}_2\text{S}$ ،  $\text{HCN}$  یا  $\text{COS}$  کم می شود لازم است قبلاً موادی را که به دستگاه تغذیه می کنند خالص سازند.

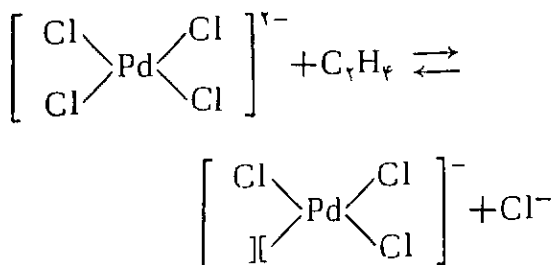
**فرایند واکر:** تبدیل یک مرحله ای اتیلن به استالید. استالید یکی از مواد خام مهم برای تهیه تعدادی از دیگر مواد آلی بر مصرف است:

(i) کلرال  $-\text{CCl}_2\text{CHO}$  حد واسطی که برای ساختن



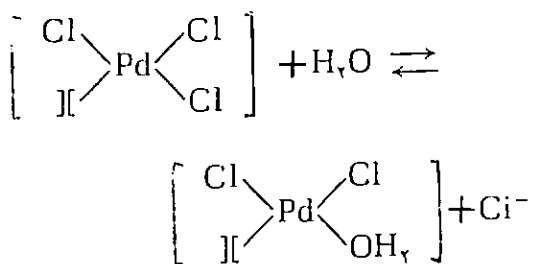
(ii) پنتا اریتریتول  $\text{C}(\text{CH}_2\text{OH})_5$  که از استالید و

در فرایند واگر طرح زیر پیشنهاد شده است:  
الف) تشکیل کمپلکس  $\pi$  اولفین - فلز:

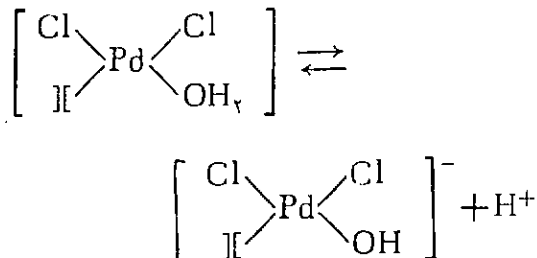


با افزایش غلظت یون کلرید، سرعت اکسایش اتیلن کم می شود و این مشاهده تجربی در تأیید برقراری تعادل بالاست.

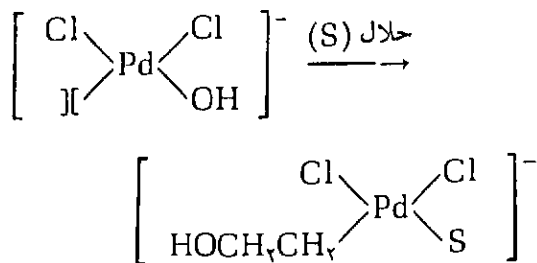
ب) جانشینی یک کار دیگر به وسیله مولکول  $\text{H}_2\text{O}$ :



ج) جدا شدن یک پروتون:



د) مهاجرت هیدروکسیل به اولفین که مرحله تعیین کننده سرعت واکنش است.

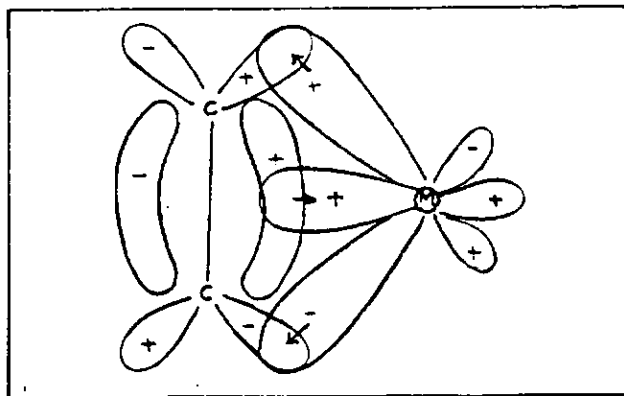


اتانول نیز به وسیله کلرید پالادیم (II)، اکسید می شود ولی سرعت اکسایش آن از سرعت اکسایش اتیلن کمتر است و این مشاهده تجربی می رساند که اکسایش اتیلن شامل تشکیل اتانول به عنوان حد واسط نیست.

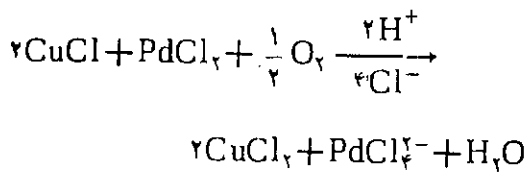
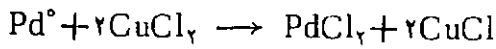
استخلاف  $\text{OH}^{-}$  یک واکنش هسته دوستی است ولی به طوری که در بالا اشاره شد واکنشهای معمولی آلکنها از نوع افزایشی و الکترون دوستی است پس برای جانشین کردن تیدروژن اتیلن به وسیله یک هسته دوست، نخست باید شیمی آن را تغییر داد. انجام این تغییر چگونه میسر است؟

نمک زایس،  $[\text{K}[\text{PtCl}_4(\text{C}_2\text{H}_4)]]$ ، با عبور دادن اتیلن از درون محلول نمک پلاتین به صورت بلورهای پایدار و سوزنی شکل به دست می آید. این بلورها در محلول خنثی یا مختصر قلیایی برای اثر حرارت دادن تجزیه شده، پلاتین و استالندئید می دهند. کمپلکس پالادیم (II) - اتیلن در مقایسه با پلاتین (II) - اتیلن به مراتب پایداری کمتری دارد و در اثر تماس با آب خود به خود تجزیه شده، فلز پالادیم و استالندئید می دهد. به طوری که ملاحظه می شود مولکول اتیلن در نتیجه کوئوردیناسیون با یک فلز واسطه، به خصوص پالادیم (II)، نسبت به حمله هسته دوستی به وسیله یونهای هیدروکسید بسیار حساس شده است.

چنانچه تشکیل پیوند بین فلز واسطه و مولکول اتیلن را در نظر بگیریم، پیوند آنها شامل دو جزء است. یک جزء سیگما که در آن اوربیتال  $\pi$  مولکول اتیلن نقش سیگما الکترون دهی به فلز را ایفا می کند و یک جزء  $\pi$  که در آن دانسیته الکترون از فلز به اوربیتال  $\pi^*$  اتیلن جریان دارد. پس کوئوردیناسیون آلکن به فلز هم به وسیله تضعیف اوربیتال  $\pi$  اولفین و هم به وسیله افزایش جزیه ضد پیوندی  $\pi^*$ ، سبب تضعیف پیوند  $\text{C}=\text{C}$  می گردد به طوری که حساسیت مولکول اولفین برای حمله هسته دوستی بیشتر می شود. در مورد کمپلکس پلاتین، تشکیل پیوند برگشتی از فلز به اتیلن در مقایسه با کمپلکس پالادیم بیشتر است و از این رو حساسیت کمپلکس پلاتین برای حمله هسته دوستی کمتر است.

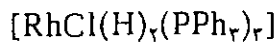
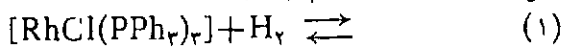




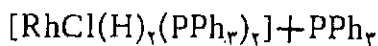
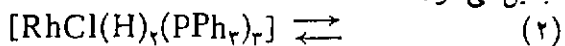


**تیدروژن دار کردن آلکنها:** کاتالیزور ویلکینسون  $\text{RhCl}(\text{PPh}_3)_3$  تیدروژن دار کردن آلکنها از نظر صنعتی مهم است و در صنایع پتروشیمی، در تهیه روغن نباتی و در صنعت داروسازی به کار می آید. در ترکیباتی که مولکولهای آنها چندین پیوند دوگانه دارند، برای تیدروژن دار کردن پیوند دوگانه خاصی از آن مولکول به کاتالیزوری که انتخابی تر و کارآیی بیشتر داشته باشد نیاز است. کاتالیزور ویلکینسون از این نوع است و به صورت محلول در تیدروکربنهای آروماتیک مثل بنزن و تولوئن به عنوان کاتالیزور همگن مؤثر است.

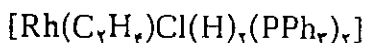
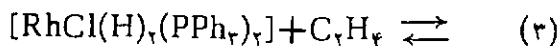
با وارد کردن جابجایی تیدروژن در محلول حاوی کاتالیزور ویلکینسون یک واکنش افزایشی همراه با اکسایش به سرعت و به طور برگشت پذیر انجام می گیرد. در این واکنش حالت اکسایش رودیم از یک در کمپلکس تریس (تری فنیل فسفین) کلرو رودیم (I) به سه در کمپلکس تریس (تری فنیل فسفین) کلرو دی تیدریدو رودیم (III) افزایش می یابد:



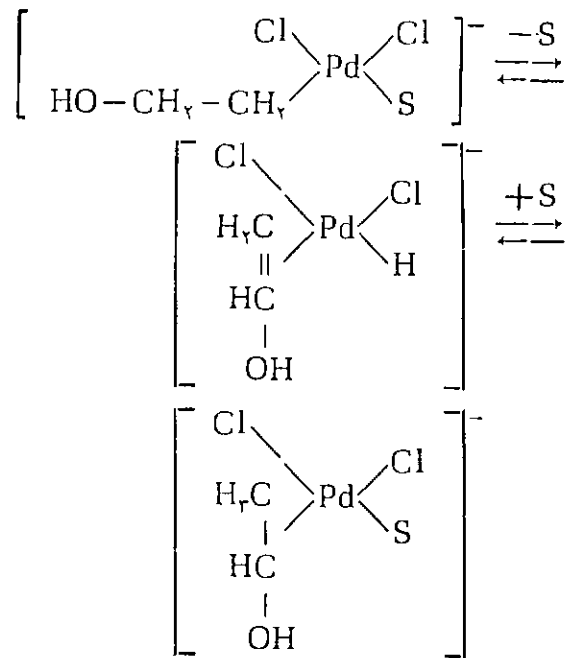
محصول این واکنش به طور برگشت پذیر لیگاند تری فنیل فسفین از دست می دهد و به یک کمپلکس پنج کوئوردینانسی تبدیل می شود:



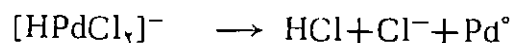
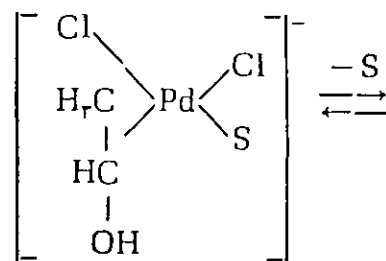
این کمپلکس پنج کوئوردینانسی که در آن فضای کوئوردیناسیون رودیم سیر نشده است می تواند با مولکول اولفین کوئوردیناسیون بدهد [این نکته حائز اهمیت است که کمپلکس مشابهی از ایریدیم  $\text{IrCl}(\text{H})_2(\text{PPh}_3)_3$  نمی تواند برای تیدروژن دار کردن آلکنها به عنوان کاتالیزور عمل کند زیرا به طور برگشت پذیر لیگاند تری فنیل فسفین از دست نمی دهد]:



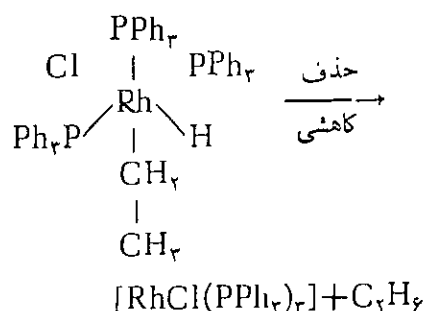
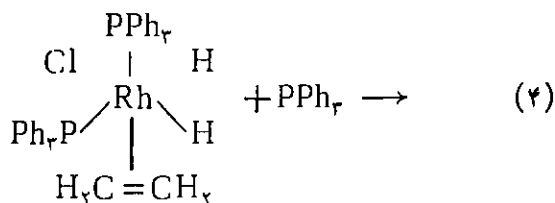
ه) مرحله بعد شامل حذف تیدروژن  $\beta$  و تشکیل  $\pi$ -وینیل الکل است که بلافاصله در پیوند  $\text{Pd}-\text{H}$  قرار می گیرد. با انجام اکسایش اتیلن در  $\text{D}_2\text{O}$  نشان داده شده که اتم دو تریمر در استالدهید وارد نمی شود در نتیجه تیدروژنهای موجود در استالدهید همان تیدروژنهای مولکول اتیلن است.



و) سرانجام، در یک واکنش حذف  $\beta$ ، استالدهید تولید می شود و پالادیم در محل واکنش به  $\text{Pd}^{2+}$  اکسید می شود.



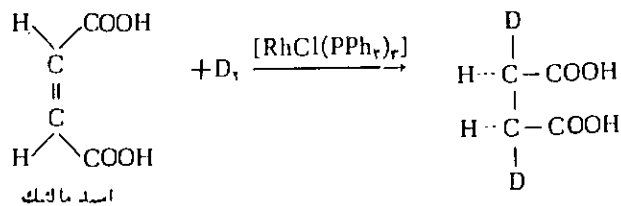
مرحله بعد شامل انتقال اتمهای تیروژن به آلکن کوئوردیناسی و تولید آلکان است. در اینجا ابتدا یکی از اتمهای تیروژن منتقل شده کمپلکس آلکیل به وجود می آید و انتقال دومین اتم تیروژن بلافاصله و گاهی هم با کمی تأخیر انجام می گیرد به طوری که امکان تبادل تیروژن در رودیم (III) اتفاق می افتد.



مشاهدات تجربی زیر به روشن شدن مکانیسم واکنش کمک می کند:

- ۱- وقتی یک آلکن ساده بدون شاخه جانبی را در مجاورت کاتالیزور ویلکینسون با مخلوط  $\text{H}_2$  و  $\text{D}_2$  کاهش دهیم، محصولات عمده واکنش، آلکان و دی دوتریو آلکان است و تنها مقدار کمی مونودوتریو آلکان به دست می آید. این تجربه نشان می دهد که هر دو اتم H (یا D) در  $\text{H}_2$  (یا  $\text{D}_2$ ) که به رودیم متصل می شوند به مولکول آلکن واحدی انتقال می یابند.
- ۲- وقتی سیکلو هگزان را به وسیله مخلوط  $\text{H}_2$  و  $\text{T}_2$  (ترینیم) در مجاورت کاتالیزور ویلکینسون کاهش دهیم مقداری هم مونوتریتیو سیکلو هگزان تشکیل می شود. چنانچه بین انتقال نخستین و دومین تیروژن یا ترینیم مختصری تأخیر وجود داشته باشد، تیروژن یا ترینیم باقیمانده روی رودیم (III) می تواند با محیط خود مبادله شود و در نتیجه این تبادل، دومین اتمی که برای تولید آلکان منتقل می شود ممکن است با نخستین اتم منتقل شده متفاوت باشد و از این رو تشکیل مونوتریتیو - سیکلو هگزان قابل توجیه است.

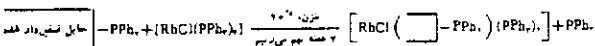
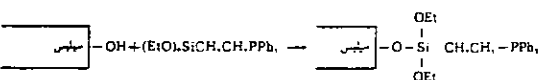
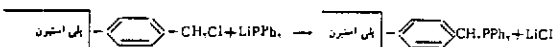
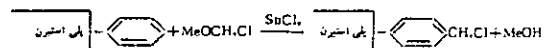
- ۳- دو تریمر دار کردن اسید مالئیک به طور عمده اسید مزو -
- ۲- دی دوتریو سوکسینیک می دهد که فاقد کایرالیته است:



اسید مالئیک

این تجربه نشان می دهد که هر دو اتم دوتریم به یک سمت پیوند دوگانه اضافه شده اند و این افزایش از نظر فضایی انتخابی و در وضعیت سیس است.

به طوری که ملاحظه شد می توان به وسیله کاتالیزور ویلکینسون واکنش تیروژن دار کردن را به طور انتخابی در وضعیت سیس انجام داد. ولی چون این کاتالیزور انحلال پذیر است نمی توان آن را در خاتمه واکنش مانند یک کاتالیزور ناهمگن به وسیله صافی جدا کرد و چون جدا کردن آلکان تولید شده از کمپلکس رودیم به طور کامل انجام نمی گیرد مقداری از رودیم عملاً تلف می شود که با توجه به گران بودن رودیم یک نقطه ضعف برای این سیستم به شمار می آید. برای رفع این نقیصه می توان کاتالیزور را روی یک حایل انحلال ناپذیر سوار کرد. به عنوان حایل می توان از دانه های پلیمر چلیپایی پلی استیرن یا مواد معدنی مثل سیلیس استفاده کرد.

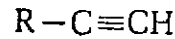


کاتالیزوری که روی حایل پلیمر یا شیشه سوار شده به حالت جامد است و می توان در خاتمه واکنش آن را به وسیله صاف کردن جدا کرد. کلیه اتمهای رودیم در این کاتالیزور جامد فضای کوئوردیناسیون یکسانی دارند و از این رو همان مزیتهایی را که با توجه به انتخابی بودن برای کاتالیزور همگن برشمریم در این مورد هم خواهیم داشت.

در تهیه این مقاله از مجله **Chemical Education**

ماه مارس ۱۹۸۶ استفاده شده است.

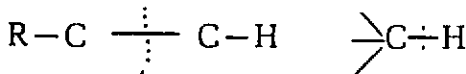
# بررسی خواص اسیدی ترکیبهای استیلنی حقیقی (۱- آلکینها)



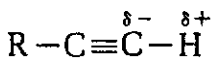
این مقاله به بررسی خواص اسیدی آلکینها و همچنین خواص اسیدی آلکینها و آلکینها در سولفات مربوط است.

رجب افشارچی معلم شیمی دبیرستان البرز

هیدروکسید ربنهای استیلنی حقیقی پروتون جدا کند. در مورد پروتون دهی استیلن و ۱- آلکینها با مقایسه با سایر هیدروکسیدها و علت تحرك زیاد هیدروژن  $\equiv C-H$  با تحرك هیدروژن متصل به کربن چهار وجهی  $C-H$  ممکن است این طور استنباط کرد، در واقع شش الکترون مربوط به بند سه تایی استیلن که بین دو هسته اتم کربن قرار دارند وضعیت نسبی آنها نسبت به سه جفت الکترون مربوط به کربن چهار وجهی از دو الکترون سازنده بند  $C-H$  فاصله زیادتری دارد:



بنابراین کاهش نیروی رانشی بر طبق فرمول  $F = \frac{mm'}{d^2}$  به الکترونهاى بند  $C \equiv H$  امکان می دهد که به اتم کربن خیلی نزدیک شده و هیدروژن استیلنی خاصیت مثبت بیشتری نشان دهد و به آسانی توسط يك عامل جذب پروتون کننده شود:

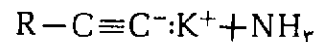
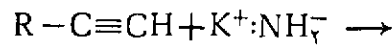


نظریه دومی که در مورد خاصیت اسیدی استیلن می توان ارائه داد زیاد شدن درجه الکترونگاتیوی کربن در ۱- آلکینهاست. می دانیم هیبریداسیون کربن در هیدروکربنهاى یاد شده از نوع  $sp$  است که در واقع ۵۰٪ از اربیتال هیبرید خصلت الکترون  $p$  و ۵۰٪ بقیه خصلت الکترون  $s$  را دارد. چون الکترون  $2s$  در اتم کربن بیش از الکترون  $p$  تحت تأثیر هسته است پس افزایش خصلت  $s$  در اربیتال هیبرید، میزان پایداری الکترون و خاصیت الکترونگاتیویته اتم کربن را بیشتر می سازد به طوری که درجه الکترونگاتیوی کربن در هیبرید  $sp$  ارزش عددی ۳/۱ را پیدا می کند. در واقع اتم کربن بند سه تایی ۱- آلکینها و استیلن برابر يك اتم کلر الکترو منفی می شود، همین امر باعث آزاد شدن و رها شدن پروتون از استیلن و ۱- آلکینها می شود. در خاتمه یادآور می شود که خاصیت اسیدی استیلن از آب خیلی کمتر است اما ۱۰۱۲ بار از خاصیت اسیدی آمونیاک و ۱۰۱۸ بار از خاصیت اسیدی اتیلن یا اتان قوی تر می باشد. در جدا سازی هیدروکربنهاى استیلنی حقیقی و غیر حقیقی نیز می توان از راه رسوب گیری استفاده کرد، ۱- آلکینها با يك نمک نقره آمونیاکی رسوب می دهند که در نتیجه اثر يك اسید معدنی بر رسوب مزبور ۱- آلکین آزاد می شود.

منبع

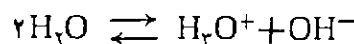
شیمی آلی نو، ترجمه دکتر عطاءالله دانشراد.

استیلن و ۱- آلکینها می توانند با بازهای قوی واکنش دهند و نمک تولید کنند، این واکنش در سنتز اهمیت زیادی دارد:

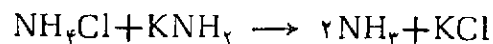


حلال (آمونیاک) + نمک

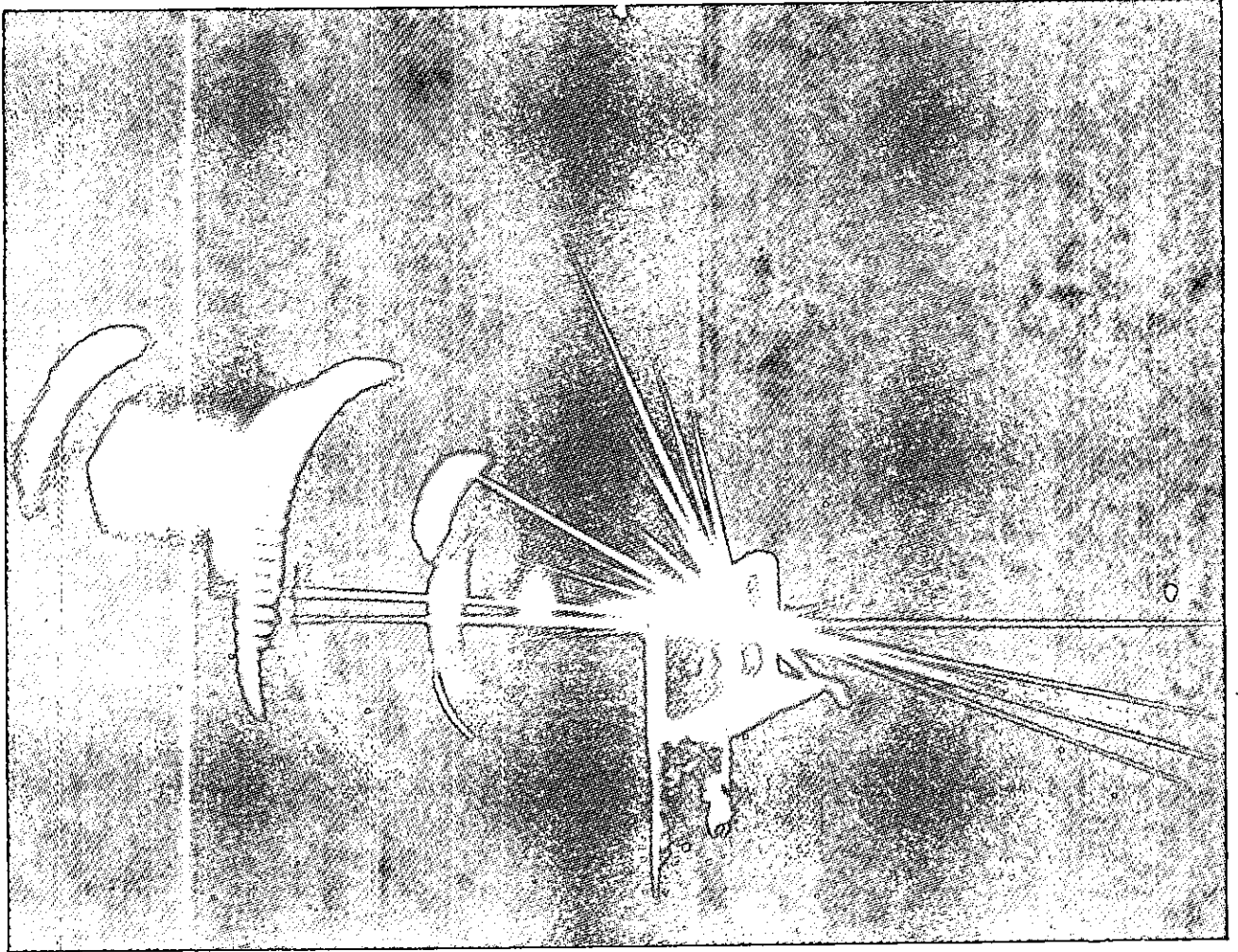
بنابراین ۱- آلکینها مانند اسیدها می توانند به بازهای قوی پروتون بدهند لذا چون آمونیاک مایع حلال خوبی برای ترکیبهای معدنی و آلی است بهمین دلیل يك محیط واکنش مناسبی در سنتزهای شیمیایی به شمار می رود. یونیزاسیون زیر مقایسه یونیزاسیون آمونیاک مایع را با آب نشان می دهد:



ملاحظه می شود یون آمونیم مشابه یون هیدرونیوم و یون آمید  $NH_2^-$  شبیه یون هیدروکسید می باشد. پس يك واکنش خنثی شدن را برای حلالی مانند آمونیاک مایع از آمیختن محلول نمکهای آمونیم با اکسیدها مانند  $KNH_2$  می توان انجام داد:



بنابراین با مقایسه  $KNH_2$  و  $KOH$  می توان نتیجه گرفت که حلال  $KNH_2$  يك باز قوی می باشد از این رو می تواند از



## کاربرد لیزر در مسایل شیمی

دکتر اسمعیل ساعی و گروه شیمی دانشکده علوم دانشگاه تهران

مقدمه

از نظر تاریخی اختراع لیزر به سالهای ۱۹۶۰-۶۱ بر می گردد. زمانی که می من (Maiman) برای اولین بار ظهور لیزر یاقوتی را اعلام نمود، به دنبال آن جوان\* (Javan)، بنت (Bennett) و هریوت (Herriott) از آزمایشگاه بل پیدا کرده و کتابهای زیادی نیز در این تلفن (Bell, Tel.) لیزرگازی هلیم - نئون را ساختند. در سال ۱۹۶۲ برای شده اند. لذا قبل از ورود به اصل مطلب اولین بار لیزر نیم هادی به طور نسبتاً فقط توضیحات بسیار مختصری را برای همزمان در انگلیس و آمریکا تولید شد. آشنایی خوانندگان در اینجا ارائه کاربرد لیزر هم اکنون دامنه بسیار وسیعی می دهیم.

لیزر (LASER) مخفف کلمات  
(Light Amplification by  
Stimulated Emission of  
Radiation)

به معنی «تقویت نور به وسیله تهییج تشعشع نوری» می باشد. خواص لیزر که آن را از نورهای معمولی متمایز می کند عبارتند از:

- (۱) نور فوق العاده تک رنگ می باشد.
- (۲) در نتیجه باریک بودن باند موج، می توان آن را در فواصل بسیار دور با تمرکز و یا تداخل مورد استفاده قرار داد.
- (۳) تابش لیزر بسیار موازی است و در نتیجه این خاصیت چنانکه بر روی نقطه ای از شبکه چشم متمرکز شود، ممکن است به چشم آسیب برساند. لذا لیزر نباید حتی بعد از انعکاس روی چشم بیافتد و برای این کار لازم است از عینکهای مخصوص برای حفاظت چشم استفاده کرد.

اصول عمل لیزر

این اصول ذیلاً توضیح داده می شود.

نشر تهییج شده

(Stimulated Emission)

بر خورد یک اتم یا مولکول با یک فوتون می تواند به سه طریق زیر انجام گیرد:

جذب

یک فوتون با انرژی  $h\nu$  ممکن است انرژی یک اتم را از سطح انرژی ۱ (شکل ۱) به یک سطح انرژی بالاتر که کوانتیزه می باشد و اختلاف این سطوح انرژی برابر  $E_2 - E_1 = h\nu$  است بالا برد. در این صورت جذب انجام گرفته است.

نشر آنی (ناگهانی)

یک اتم در سطح انرژی ۲ ممکن است با نشر انرژی خود به صورت یک فوتون  $h\nu$  به سطح پایین تر ۱ برگردد.

نشر تهییج شده

یک اتم در سطح انرژی ۲ ممکن است

برای نشر انرژی به صورت یک فوتون  $h\nu$  با فوتون دیگری که دارای انرژی یکسان است برخورد کرده و تهییج شده باشد. این نوع نشر را نشر تهییج شده نامند.

احتمالات این سه مرحله در سال ۱۹۱۷ توسط اینشتین بسا در نظر گرفتن تئوری کوانتم مربوط به تشعشع جسم سیاه محاسبه شده است. ضرایب جذب و نشر تهییج شده برابر می باشند. از این رو اگر یک فوتون به یک دسته اتم برسد احتمالات جذب و یا نشر تهییج شده آن به نسبت اعداد  $n_2$  و  $n_1$  در دو سطح انرژی می باشد. مکانیک آماری می گوید که برای یک دسته اتم در حالت تعادل، در دمای  $T$  نسبت این دو حالت از رابطه زیر حاصل می شود:

$$n_2 = n_1 \exp[-(E_2 - E_1)/kT]$$

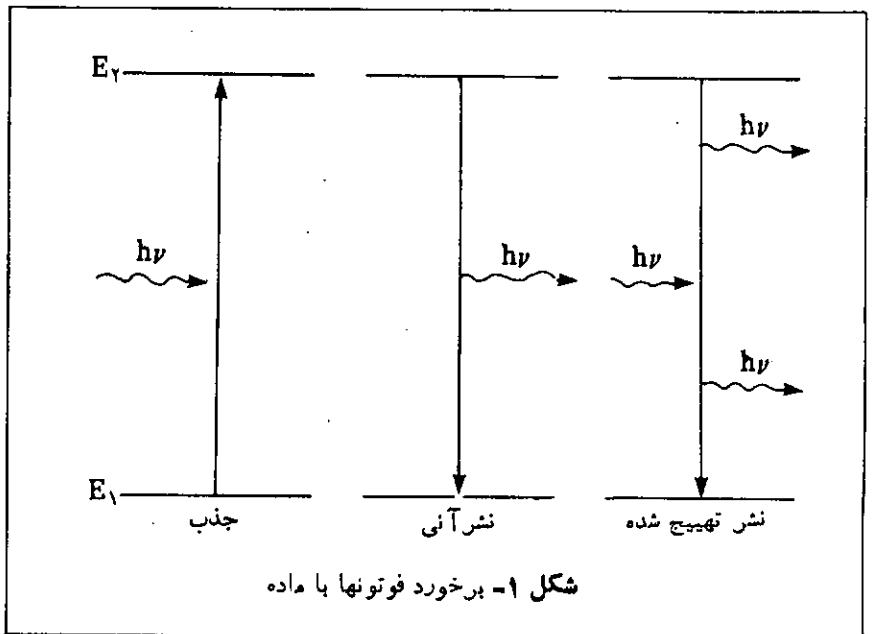
معنی این رابطه این است که برای ناحیه نورمرئی،  $n_2$  در دمای  $T = 300K$  نورمرئی، خیلی کمتر از  $n_1$  است. از این رو عمل جذب نسبت به نشر تهییج شده بسیار محتمل خواهد بود، مگر اینکه جمع معمولی  $n_2$  و  $n_1$  تغییر کرده باشند.

تجمع معکوس

(Population inversion)

اگر بتوانیم نظم را چنان برقرار کنیم که  $n_2 > n_1$  باشد در این صورت نشر تهییج شده مؤثر خواهد شد. به عبارت دیگر تعداد اتمهای تهییج شده در سطح انرژی ۲ بیشتر از تعداد اتمهایی است که در سطح انرژی ۱ قرار دارد. این خاصیت را

\* پرفسور جوان که اصلاً ایرانی است به علت اختراع لیزرگازی به پدر لیزر گازی معروف است. (۴)



## جدول ۱

## لیزرهای گازی

لیزرهای هلیم - نئون - بازده این لیزرها به طور پیوسته در حدود ۱mW برای استفاده در آزمایشگاههای آموزشی است. ولی لیزرهای از این نوع با بازده حدود ۵۰mW موجود است\*.

لیزرهای یون آرگون - بازده این لیزر در چند طول موج ناحیه مرئی نسبتاً بیشتر و در حدود ۱۵mW است.

لیزر  $CO_2$  - این لیزر می تواند بازده بسیار بالایی در حدود دهها کیلووات به طور پیوسته داشته باشد. از آنجاییکه جو برای طول موجهای بین ۸ تا ۱۳ میکرون شفاف می باشد. این لیزر در طول موج مادون قرمز، حدود ۱۰/۶ میکرون می تواند برای گذر از مسیرهای طولانی جو مورد استفاده قرار گیرد.

لیزرهای مولکولی - تعدادی از لیزرهای مولکولی در ناحیه مادون قرمز - آب و  $H_2N$  در جدول ۱ داده شده است.

لیزر  $N_2$  - این لیزر برخلاف لیزرهای دیگر، در ناحیه فرا بنفش و به صورت زنبی عمل می کند.

### لیزرهای گازی

### طول موجهای

He-Ne	$6328\text{\AA}$ و $1/15\mu\text{m}$ و $3/39\mu\text{m}$
Argon ion	$4880$ و $5145\text{\AA}$
$N_2$	$3370\text{\AA}$
$CO_2$	$9/6 - 10/6\mu\text{m}$
HCN	$337\mu\text{m}$
$H_2$ He } لیزرهای حالت جامد	$< 20000\text{\AA}$ ماوراء بنفش خلاء
Ruby( $Cr^{2+}$ )	$6943\text{\AA}$
Nd/YAG	$1/06\mu\text{m}$ و دیگری نزدیک خطوط مادون قرمز
لیزرهای رنگی	
Rhodamine G	قرمز - سبز
لیزرهای نیمه هادی	
Gallium Arsenide	$9000\text{\AA}$
Gallium Arsenide Phosphide	$6500\text{\AA}$

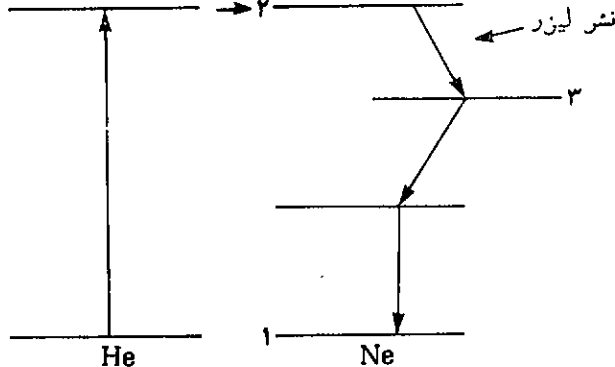
### مشخصات برخی از لیزرها

جدول ۱ نشان دهنده طول موجهای تعدادی از لیزرهای است که هم اکنون مورد استفاده قرار دارند. مشخصات آنها ذیلاً بیان می شود.

جمع معکوس گویند و در بعضی حالات نظیر لیزر یاقوتی (Ruby) و لیزر هلیم - نئون میتوان به این خاصیت دست یافت.

### لیزرهای حالت جامد و لیزرهای گازی

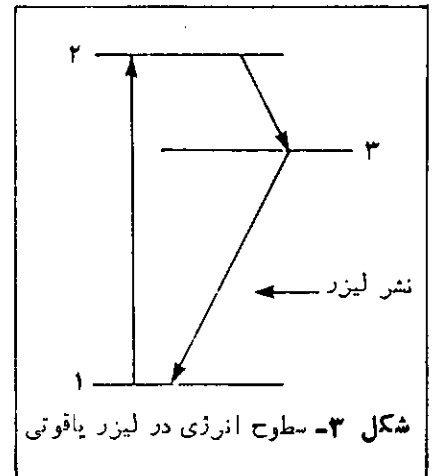
بازده یک لیزر ممکن است پیوسته و یا به صورت زنبی (Pulse) به مدت میکروثانیه و یا کمتر باشد. لیزرهای حالت جامد (نظیر یاقوتی و ...) معمولاً به صورت زنبی و لیزرهای گازی بصورت پیوسته عمل می کنند. ولی زمانیکه به یک توان لحظه ای خیلی بالا نیاز باشد میتوان از لیزرهای گازی به صورت زنبی استفاده کرد.



شکل ۲ - سطوح انرژی ساده شده لیزر هلیم - نئون

## لیزرهای مواد جامد

لیزر یاقوتی (Ruby) - بازده خط قرمز این لیزر می‌تواند از ۱/۵ ژول در هر زنبش (Pulse) برای یک میله کوچک (۵۰ میلی‌متر طول و ۶ میلی‌متر قطر) به ۷۵ ژول برای یک میله (۱۵۰ میلی‌متر طول و ۱۵ میلی‌متر قطر) تغییر کند. در زنبش‌های ۱۰nS (ثانیه  $10^{-9}$ ) با عمل (Q - Switching) می‌توان به توان بالای مگاوات ( $10^6 W$ ) و با حتی زیگاووات ( $10^9 W$ ) دست یافت.



شکل ۳- سطوح انرژی در لیزر یاقوتی

لیزر یاقوتی شامل تعداد بسیار کمی از یونهای  $Cr^{3+}$  در شبکه کریستالی  $Al_2O_3$  می‌باشد. یونهای گرم به وسیله جذب نور از لامپ زنون (Xenon) قرار داده شده در نزدیکی میله یاقوتی، در یک لحظه (عمر فلاش کمتر از ۱ میلی ثانیه است)، از سطح ۱ به سطح ۲ تهییج می‌شوند. بیشتر یونهای تحریک شده در سطح ۲ که دارای طول عمر حدود  $10^{-8}$  ثانیه می‌باشند به سطح ۳ با طول عمر  $5 \times 10^{-3}$  ثانیه منتقل می‌شوند. بنابراین بعد از یک زمان بسیار کوتاه تجمع سطح ۳ ممکن است بیشتر از سطح ۱ باشد که تخلیه کرده خواهند شد. این عمل به «تله‌بازی نوری» (Optical Pumping) معروف

است. با فراهم شدن تجمع معکوس، عمل لیزر - تقویت نور - به‌منصه ظهور می‌رسد.

## لیزرهای کمیاب خاکی

تعدادی از عناصر کمیاب خاکی نظیر نئودیمیم می‌تواند در مواد مختلف سخت به کار روند. در این حالت به کمک این عناصر ممکن است میله بزرگ شیشه‌ای باسختی نسبتاً خوب به دست آورد. استفاده از YAG (Yttrium Aluminum Garnet) (مخفف Yttrium Aluminum Garnet) به عنوان یک ماده سخت تولید توانهای بالایی می‌کند. به طوری که در سال ۱۹۷۳ بازدهی بیش از ۱۰۰W به طور پیوسته و زنبشی (Pulse) به قدرت ۱۰۰GW ( $10^9 W = 1GW$ ) گزارش شده است. Nd در طول موج ۱۰۶ میکرون و طول موجهای دیگری حدود ۱۰۳۵ - ۱۰۹ میکرون تولید لیزر بسیار قوی می‌کند.

## لیزرهای رنگی (Dye lasers)

ماده محکم این لیزر یک محلول رنگی مناسب است. لیزر رنگی به صورت زنبشی (Pulse) عمل می‌کند و رنگت به کار رفته معمولاً ردآمین - G می‌باشد که در ناحیه قرمز - سبز مربوط به طیف نور مرئی تولید لیزر مینمایند.

## لیزرهای نیمه‌هادی

اولین لیزر نیمه‌هادی که در سال ۱۹۶۲ ساخته شد با استفاده از ارسنید گالیم (Ga As) بود که در ناحیه نزدیکی  $9000A^\circ$  قرار داشت. بازدهی این لیزر وقتی که ماده آن با نیتروژن و یا هلیوم مایع سرد شود بیشتر خواهد بود. لیزرهای دیگر نیمه‌هادی می‌تواند دارای طول موجهای بین فرا بنفش و مادون قرمز باشد.

## لیزر در شیمی

رشد سریع لیزر و ارتباطش با تکنولوژی موجب شده است که یک انقلابی در زمینه طیف‌سنجی (Spectroscopy) به وجود آید. طیف‌سنجی در تمام شکلهای مربوط به خودش یکی از متداولترین شیوه‌ها برای تجزیه شیمیایی است و می‌توان انتظار داشت که لیزر در این مورد زمینه وسیعی را تحت پوشش قرار دهد. امروزه به جز طیف‌سنجی رامن (Raman Spectroscopy) که لیزر کاربردی است، لیزری که بتواند اندازه‌گیری لازم تحلیلی را با قیمت ارزان و براحتی انجام دهد وجود ندارد. ولی بالقوه امکان جایگزینی برای این تکنیکها وجود دارد. مسئولیت این کار به عهده شیمیست‌های تجزیه‌ای یا دانشمندانی که به عنوان شیمیست تجزیه‌ای کار می‌کنند می‌باشد تا اتحاد بین لیزر و سیستم‌های شیمیایی را به وجود آورند.

در این مقاله مختصراً به کاربرد لیزر در شیمی تجزیه اشاره کرده و کاربرد لیزر مرئی و فرا بنفش در فتوشیمی را به طور تفصیلی شرح خواهیم داد.

طیف‌سنج جذبی - این نوع طیف‌سنج شاید وسیع‌ترین وسیله تحلیلی است. طیف‌سنج مادون قرمز (IR) به طور گسترده در تجزیه گاز و شناسایی ساختمان مواد آلی به کار می‌رود، در صورتیکه طیف‌سنج مرئی - فرا بنفش (UV-Visible) به صورت وسیع در تجزیه کمی به کار میرود. لیزر به خصوص در زمینه مادون قرمز وسیله بسیار ارزشمندی است، به طوری که بالا بودن شدت و باریک بودن عرض باندها، مشکلات درازمدت دستگاههای با شدت

منبع کم و حساسیت پایین آشکارسازها را حل نموده است. کاربرد طیف سنج مرئی-فرا بنفش بسیار محدود شده است زیرا به خاطر خطوط جذب پهن تر که از مشخصه‌های فاز تراکم (Condensed Phase) است نیازی به منابع با طیف باریک وجود ندارد. با این وصف، لیزر کاربرد تعدادی از تکنیکهای جذب را که امکان اندازه گیری هادیهای بینهایت کوچک در آن وجود دارد ممکن ساخته است.

**طیف سنج فلورسانس - این نسوع**  
طیف سنج یک روش تحلیلی است که در بیشتر زمینه‌های علوم کاربرد دارد و می‌توان آن را به دو طیف سنج فلورسانس اتمی و فلورسانس مولکولسی تقسیم کرد. شدت فلورسانس می‌تواند تاجایی که شدت تهییج به نقطه اشباع برسد افزایش یابد. در فلورسانس اتمی، لیزر منبع راحتی برای تهییج خطوط باریک مربوط به انتقالات اتمی (Atomic Transitions) باشدتهای

بالا می‌باشد. در شدتهای بالاتر عواملی غیر از شدت منبع تهییج کاربرد فلورسانس اتمی را محدود می‌کنند. در فلورسانس مولکولی، تکنیک کار بوسیله شدت تهییج محدود نشده است، بلکه طبیعت عریض بودن باند مربوط به انتقالات مولکولی مسوجب این محدودیت گشته است. البته روشهایی برای حل این مشکلات تحت مطالعه است که در اینجا به آن اشاره‌ای نمی‌کنیم.

بالاترین اوج قدرت (Peak Power) لیزر در یک روش کاملاً جدید آشکارسازی (Detection) به دست آمده است که در آن، یونیزاسیون حاصل از انتقال یک فوتون به یک حالت تحریک شده در مجاورت یونیزاسیون پیوسته

(Ionization Continuum) و یا از انتقال چندین فوتون به یونیزاسیون پیوسته را می‌توان مستقیماً اندازه گیری کرد. این روش قابلیت و امکان تشخیص اتم تنها را فراهم کرده و کاربرد وسیع آن را برای اندازه گیریهای تحلیلی (تجزیه‌ای) چه به وسیله خودش و چه در ارتباط با سایر روشها، نظیر طیف سنج جرمی، نوید می‌دهد.

لیزر حوزه کاملاً جدیدی برای طیف سنجی خطی باز نموده است. زیرا لیزر یک منبع نوری پیوسته و یکنواخت بوده و می‌تواند روی مکانهای محدود شده نقطه‌ای متمرکز شود. میدان الکتریکی حاصل از لیزر در نقطه کانونی می‌تواند به آسانی به میدان الکتریکی داخل یا بین مولکولی نزدیک شده و یا آن را تحت الشعاع قرار دهد. زمانی که شدت نور در حدود انرژی پیوند مولکولی می‌شود، هیچ رابطه خطی بین میدان

الکتریکی موج الکترومغناطیسی و پلاریزاسیون ایجاد شده در ماده حاصل نمی‌شود. در این صورت اثر پدیده‌ای فراوان غیر خطی اهمیت می‌یابد. مخصوصاً احتمال ارتعاشات مولکولی با نور و در نتیجه تهییج تفرق رامن (Raman Scattering) باعث تولد تعدادی از طیف سنجهای رامن با نور پیوسته و یکنواخت می‌شود که با طیف سنج رامن معمولی فرق می‌کند. برای اطلاع بیشتر به ماخذ شماره (۲) مراجعه شود.

زمینه‌های فراوان و جالب دیگری نیز برای کاربرد لیزر در شیمی تجزیه و فتوشیمی و ... وجود دارد که برای آشنایی بیشتر با این زمینه‌ها مطالبی در شماره بعدی مجله ارائه خواهیم کرد. چنانکه

پرسشهایی برای خوانندگان گرامی طرح شود، می‌توانند از طریق مجله و یا به آدرس شخصی اینجانب در دانشگاه تهران - دانشکده علوم - گروه شیمی ارسال دارند تا به پرسشهای آنها پاسخ گفته شود.

\* چنانکه در شکل ۲ دیده می‌شود لیزر در مابین سطوح ۲ و ۳ اتمهای نئون رخ می‌دهد. سطح ۲ در اتم نئون ابدأ با فوتونها تحریک نشده بلکه بوسیله تخلیه الکتریکی از طریق مخلوط هلیوم - نئون و در اثر برخورد با اتمهای هلیوم تحریک شده است. علت انتخاب هلیوم تهییج شده به مناسبت همجواری سطوح ۲ هلیوم با نئون می‌باشد که باعث تشدید انتقال انرژی بین این دو اتم می‌گردد و این عمل را «برخورد نوع دوم» نامند. باید توجه نمود که سطح ۳ در نئون حالت پایه (برخلاف لیزر یاقوتی) نیست و سطحی خالی و خیلی بالاتر از سطح پایه می‌باشد. این سطح خیلی آسانتر از لیزر یاقوتی نقش تجمع معکوس (Population Inversion) را به خود می‌گیرد.

#### منابع مورد استفاده در این مقاله:

1. «Optics and its Uses» by Lothian, G. F., Van Nostrand Reinhold Company, London, 1975.
2. «Applications of Lasers to Chemical Problems», Ed. Evans, T. R., John Wiley & Sons, New York, 1982.





این مقاله به کتابهای شیمی سال چهارم دبیرستان آموزش بازرگانی و حرفه‌ای، کودکیاری و سال چهارم علوم تجربی - ریاضی و فیزیک مربوط است.

## شیمی در خدمت پزشکی

### آوات (آرمان) طاهرپور

مروری بر تاریخ تحولات علوم نشان می‌دهد که بشر تا به چه حد در شناسایی مجهولات خویش در تلاش و تکاپو بوده است. وقتی به سیر تاریخی علوم مختلف و از جمله علم شیمی می‌نگریم و تلاشهای دانشمندان و عالمان را در یافتن و کشف واقعیهایی پیچیده و جستجوی آنان را در ارتباط هر یک از اجزاء طبیعت با دیگر اجزاء مطالعه می‌کنیم به حقایق جالبی بر می‌خوریم که ما را به رازهای جدیدتر رهنمون می‌کند.

ایام گذشته با آن همه رویدادهای پرفراز و نشیبش گوشه‌هایی از دیدگاههای بشر را در کشف واقعیات، جدیدتر و تازه‌تر می‌نمایاند.

راجع به شیمی و شعبه‌های مختلف آن به قدری تحقیقات علمی به عمل آمده و از اصول علمی آن استفاده‌های عملی شده که حتی اشاره به رئوس آنها مستلزم شرح و بسط زیادی است. یکی از جالب‌ترین و هیجان‌انگیزترین تلاشها، کوشش شیمیدانان در برخورد با بیماریها بود.

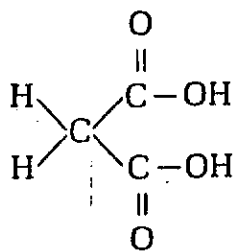
هنوز می‌توان کیمیاگرانی را که در جستجوی اکسیر جادویی، خود را در زیر زمینها و دخمه‌ها پنهان کرده بودند مجسم کرد. انگیزه‌های این کیمیاگران هر چه که بوده، پایه‌گذار تحولات عظیمی در علوم، به خصوص در علم شیمی

شد. چه بسیار مواد و عناصر جدیدی بودند که در همین زیر زمینها و دخمه‌ها به هنگام آزمایش بر روی مواد مختلف توسط این دانشمندان به صورت کاملاً تصادفی ظاهر گشته و عاملی در به وجود آوردن ترکیبها و روشهای جدید در آزمایشها بوده‌اند. کیمیاگری را اروپاییان از اعراب و اعراب خود از یونانیان گرفته بودند. کیمیاگران (و البته نه حيله‌گران و دغلبازان) همانند شیمیدانان کنونی بودند، ولی آنان اهدافی را دنبال می‌کردند که پاره‌ای از آنها فریبنده و انجام ناپذیر بود. نخستین هدف کیمیاگران این بود که فلزهای کم بها چون «مس» و «سرب» را به طلا تبدیل کنند و دومین هدف آنها یافتن چیزی بود که آن را «سنگ فیلسوفان» می‌نامیدند، که به گمان برخی از آنان عامل تبدیل فلزات به طلاست و به گمان بعضی دیگر شفای همه دردها و اکسیر حیات و حتی راز جاویدان ماندن. اولین قدم را شخصی به نام «پاراسلسوس فن هوهنهايم» (۱۵۴۱-۱۴۹۳ میلادی) برداشت، پدرش به او پزشکی آموخت. بسیار فعال بود، مرتباً سفر می‌کرد و از این طریق توانست داروهای بسیاری به دست آورد. به طوری که همکاران خانه‌نشین وی از وجود این داروهای بی اطلاع بودند و بدین ترتیب به جایی رسید که «نام آور» شد. او موجبی برای طلا ساختن نمی‌دید، بلکه اعتقاد او بر این بود که کار کیمیاگر، یاری کردن پزشک در مداوای بیماران است، روی این اصل تمامی توجه خود را برای ساختن و به دست آوردن سنگ فیلسوفان معطوف گردانید و حتی مدعی شد که سنگ مذکور را کشف کرده است و در جاویدان ماندن خود شک نکرد، ولی پیش از رسیدن به سن پنجاه سالگی بر اثر سقوط از بلندی از این جهان رفت.

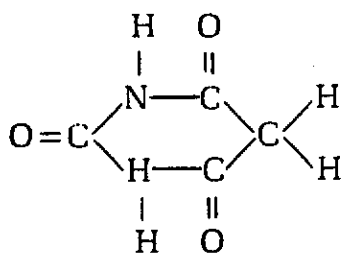
توجه پاراسلسوس به کیمیاگری سبب شد که برای مداوا به کانیها روی آورد، به طوری که به گواهی شواهد تاریخی نهرست داروهای او شامل پمادهای حیوه‌ای و گوگردی بود که حتی تا به امروز نیز در مداوای بیماران پوستی از آنها استفاده می‌شود. او از نمکهای آهن و آنتیموان و شیره‌های گیاهی در تهیه داروهای خویش استفاده می‌کرد. در ابتدا شیمی تنها می‌توانست برخی از مواد را که در طبیعت یافت می‌شد و جنبه درمانی داشت استخراج کند و در دسترس پزشک قرار دهد ولی داروشناسی با توجه به انواع بیماریها و روشهای مختلف درمانی نمی‌توانست خود را به این محدوده قانع کند. امروزه شیمیدانها و داروسازان هر روزه داروهای

امروزه از مشتقات ماده‌ای به نام اسید باربیتوریک (Barbituric acid) به عنوان داروی خواب‌آور استفاده می‌شود.

آکون شیمیدانان بر اثر تحقیق بر روی ساختمان این اسید و همچنین خواص فیزیولوژیکی آن در یافته‌اند که اسید باربیتوریک تنها در صورتی خواب‌آور است که شامل بیش از چهار اتم کربن در گروه آلکلیلی خود باشد. هر اندازه تعداد این اتمهای کربن بیشتر باشد دوره و سرعت عمل آن افزونتر خواهد گشت.



اسید مالونیک



فرمول ساختاری اسید باربیتوریک

در اوایل قرن حاضر کوشش شیمیدانان بر روی تهیه رنگهای جدید مبذول داشته شد. ماده اولیه این عمل اسید سولفانیلک (Sulphanilic acid) بود. این اسید دارای مولکولی است که به آسانی می‌توان ساختار آن را تا حدود زیادی تغییر داد. شیمیدانها پس از تحقیقات زیاد توانستند مولکول اسید سولفانیلک را به مولکول رنگ با ارزشی تبدیل کنند. یکی از موارد استفاده مهم آن در رنگسازی و داروسازی است.

اولین شخصی که به فکر افتاد که از رنگها ترکیبهای دارویی به دست آورد و موفق شد، دانشمند شیمی به نام گرهارد دومانگ بود. او در یک کارخانه رنگرزی کار می‌کرد و به دنبال آن بود که از رنگها مورد استفاده پزشکی پیدا کند. مطالعه اصولی را آغاز کرد. توجه او بر روی ماده مصنوعی که به رنگ قرمز نارنجی بود و به نام تجاری «پروتوزیل» معروف بود معطوف شد. در سال ۱۹۳۲ «دوماک» کشف کرد که تزریق

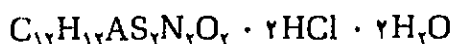
جدیدتری را کشف می‌کنند که هر یک در درمان نوعی بیماری مورد استفاده قرار می‌گیرند. مداوای مردم هدف اساسی بود. بنابر اسناد و مدارک تاریخی نخستین داروی مصنوعی بیش از یکصد سال پیش ساخته شد.

این دارو که از مدتها پیش در درمان رماتیسم شناخته شده بود اسید سالیسیلیک (Salicylic acid) نامیده می‌شود. ولی تهیه آن از گیاهان و مواد اولیه بسیار دشوار و طاقت فرسا بود، تا اینکه در سال ۱۸۷۴ میلادی روش ساده‌ای برای تهیه این اسید از فنل ابداع شد. اسید سالیسیلیک که فرمول آن  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})(\text{COOH})$  است، پودری سفیدرنگ و در هوا پایدار است.

موارد استفاده آن در تهیه محصولات نظیر سالیسیلاتها، رزینها، مواد رنگی و... است، این ماده یک معرف سنتزی است. نشانه‌هایی که در نتیجه مسمومیت با اسید سالیسیلیک ایجاد می‌شود را سالیسیلیسم (Salicylism) می‌گویند.

آنچه مشخص است این است که طول عمر پاره‌ای از داروها کوتاه است و همواره داروهای جدیدتر وارد جهان پزشکی می‌شود. ولی بعضی داروها طول عمر طولانی‌تری دارند، چنانکه آسپیرین مدتهای زیادی مورد استفاده قرار گرفته است. آسپیرین (Aspirin) دارای فرمول

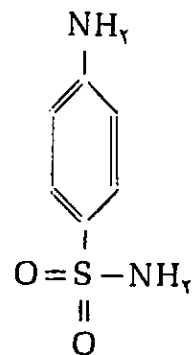
$\text{CH}_3\text{COOC}_6\text{H}_4\text{COOH}$  است. «پاول ارلیش» دانشمند آلمانی سالهای زیادی را بر روی داروی شفا بخش در مورد بیماری خواب‌کار کمره، از آزمایشهایی که او انجام می‌داد، نتیجه مناسبی نمی‌گرفت تا اینکه در ششدهوشمین کوشش وی بود که راه مؤثر و داروی مورد نظر خود را پیدا کرد، که نام آن را سالوارسان (Salvarsan) نهاد. به این ترتیب نه تنها بیماری به نام خواب‌مورد علاج واقع شد بلکه دارویی نیز در درمان بیماری سفلیس نیز به دست آمد، به گواهی تاریخ او در نهصد و چهاردهمین کوشش خود داروی قویتر از سالوارسان را به دست آورد (امروزه ارسفناپین که مترادف با سالوارسان است بیشتر به کار برده می‌شود). سالوارسان فرمولی به صورت زیر دارد



با افزایش روز افزون پیشرفتهای زندگی ماشینی ناراحتیهای روحی و بی‌خوابی‌ها بیشتر و بیشتر شد. شرکتهای داروسازی در تلاش برای غلبه بر این نوع بیماری نیز شروع به فعالیت کردند.

این ماده اثر بسیار قوی بر عفونتهای حاصل از «استرپتوکوک» درموش دارد. به زودی موقعیت آزمایش برای وی پیش آمد و توانست آن را در مورد انسان نیز آزمایش کند. دختر دوماگت در اثر حادثه‌ای با سوزن آلوده به استرپتوکوک مجروح شد، هیچ درمانی سودمند نشد تا آنکه دوماگت با ناامیدی تمام مقادیر زیادی پرونتوزیل به دخترش تزریق کرد. این عمل باعث نجات وی شد و در سال ۱۹۳۵ داری جدیدی وارد جهان پزشکی شد.

مدتی نگذشت که در فرانسه گروهی از محققین متوجه شدند که قسمتی از مولکول پرونتوزیل که دارای پروتینی به نام «سولفانیلامید» (Sulphanilamid) است در درمان و از میان بردن استرپتوکوک لازم است، البته این ماده در سال ۱۹۰۸ توسط شیمیدانها شناخته شده بود. «سولفانیلامید» که به نام (Sulfadrag) نیز نامیده می‌شود بسیار مورد استفاده دارویی قرار می‌گیرد. به علت سمیت و اثرات جانبی آنها به طور محدود مورد استفاده قرار می‌گیرند (اغلب آنتی‌بیوتیکهای غیر سمی عموماً ارزشمندتر هستند). فرمول بسته آن به صورت  $C_6H_8N_2SO_4$  است. فرمول ساختاری آن به صورت زیر است:



سولفانیلامید (Sulphanilamid)

و بدین ترتیب خانواده‌ای از داروها به نام (Sulfa) شناخته شد. رایج‌ترین داروهای این خانواده عبارتند از سولفاپیریدین، استرپتوسید سولفامتیل تیازول و سولفامزاتین. یکی دیگر از داروهایی که شناخته شد، سمی بود که از قمر جنگلهای آمریکای جنوبی به اناقهای عمل آورده شد. بومیان آمریکای جنوبی برای زهر آگین کردن تیرهای خود از سمی کشنده به نام کورار (Curare) استفاده می‌کردند. این سم از یک گیاه پیچک به نام استریکنوس توکسی‌فرا (Toxifera) به دست آورده می‌شود. شیمیدانها به دنبال یافتن علت مهلك

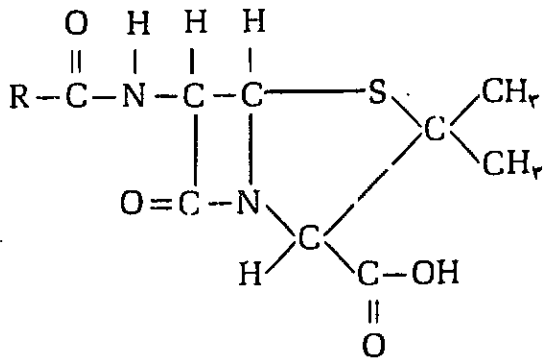
بودن این سم شروع به تحقیق کردند. آنها دریافتند که عامل موجود در سم کورار، آلکالوئیدی موسوم به توبوکورارین (Tubocurarine) است. با وارد شدن این ماده به جریان خون و رسیدن به بافتهای ماهیچه‌ای، ماهیچه‌ها خاصیت انقباض خود را از دست میدهند. این اثر بر روی ماهیچه‌های تنفسی نیز دیده می‌شود و همین امر سبب مرگ شخص مسموم می‌شود. نوعی توبوکورارین  $d-Tubocurarine Chloride$  می‌باشد. موارد استفاده آن به صورت دارو است و ماهیچه‌ها را سست می‌کند.



کلرید d-توبوکورارین

ولی این سم در شرایط ویژه‌ای می‌تواند مفید واقع شود. به عنوان مثال جراحان به هنگام جراحی پیچیده قلب، هنگامی که از دستگاه شش مصنوعی استفاده می‌کنند به منظور سست کردن ماهیچه‌های تنفسی از این ماده استفاده می‌کنند. اما برای تهیه ارزان قیمت این ماده، نیاز به روشی جدیدتر بود، با بررسی‌های بیشتر بر روی مولکول مزبور روشن شد که در ساختمان مولکولی این سم اتمهای نیتروژن با بار مثبت وجود دارد که بایستی فواصل آنها از یکدیگر مناسب باشد. نخست مولکولی را که از لحاظ ساختمانی از مولکول توبوکورارین ناقص‌تر بود تهیه کردند، سپس به تدریج مولکول ساخته شده را کامل تر کردند تا اینکه به مولکولی به نام سنکورین (Syncorine) که دوبار قویتر از توبوکورارین بود رسیدند. واژه شیمی درمانی (Chemotherapy) لغتی بود که توسط پاول ارلیش به فرهنگ درمان بیماریها افزوده شد. بایشرفت دانش بشری و آنچه که در درمان بیماریها به عنوان روشهای درمان به کار می‌رود، نیاز به شیمی درمانی روزافزونتر می‌شود. اما بوده‌اند سوءاستفاده‌گرانی که از دستاوردهای علم در جهت نفع خود استفاده کرده‌اند و بسیاری را به کام مرگ کشانده‌اند. شاید یکی از بارزترین فرآورده‌های آنها ماده‌ای به نام (ال اس دی-۲۵) باشد، این دارو در بسیاری از کشورهای غرب به عنوان ماده مخدری که علائم شیذوفرنی (اختلالات روحی) را با ایجاد حالت خلسه کاذب به طور مصنوعی از بین می‌برد به کار برده می‌شود. بنابر آمارهایی که هر ساله در مجلات پزشکی منتشر می‌شود درصد افرادی که پس از استفاده از قرصهای مهلك (ال اس دی-۲۵)

چندین روز پنی سیلین از کپک خارج شده به درون محیط و مایع اطراف آن که کپک در میان آن قرار گرفته وارد می شود.



پنی سیلین (Penicillin)

سیس این مایع را صاف می کنند و پنی سیلین را به طور خالص از آن به دست می آورند، که یا روی کسرین و زغال ته نشین می شود و یا با جریانی از استات آمیل (Amyl acetate) ته نشین شدن صورت می گیرد (با روشهای دیگر). انواع مختلف پنی سیلین تولید شده از طریق واکنشهای بیوشیمیایی؛ هم خانواده های دیگر این گروه از داروها هستند. موارد مضر آن در صورت وجود آلرژی و حساسیت به پنی سیلین در بین افراد مستعد ظاهر می شود.

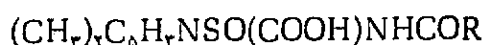
دانشمند دیگری که سعی در کشف عاملهای مبارز با باکتریهای بیماریزا داشت متخصص فرانسوی به نام «رنه ژول دو بو» زاده ۱۹۵۱ بود. او در سال ۱۹۳۹ آنتی بیوتیکی به نام تیروتریسین (Tyrothricine) را از یک باکتری خاکزی به دست آورد. به دنبال فعالیت های او و آغاز جنگ جهانی دوم لزوم ایجاد فعالیت های بشر در جهت درمان بیماری های عفونی افزایش یافت. دو دانشمند به نامهای «هوارد و والتر فلوری» آسیب شناس انگلیسی زاده اتریش و «ارنست بوریس چن» دانشمند انگلیسی دیگر توجه خود را به تهیه مقادیر زیاد پنی سیلین معطوف داشتند. آبراهام واکسمن (همانکه واژه آنتی بیوتیک را به فرهنگ واژه های زیست شناسی و درمان افزود) مانند «ارلینش» به ساختن مواد مصنوعی همت گماشت و به صورتی اساسی باکتری های خاکزی را مورد بررسی قرار داد تا این که در سال ۱۹۴۳ توانست آنتی بیوتیکی را به دست آورد. این آنتی بیوتیک بر بسیاری از باکتریها که پنی سیلین بر آنها بی اثر بود مؤثر واقع گشت، این آنتی بیوتیک در سال ۱۹۴۵ با نام استرپتومایسین (Streptomycin) به بازار عرضه شد. استرپتومایسین دارای فرمول  $C_{27}H_{39}N_7O_{12}$  است.

به حالت عادی برنگشته اند چندان نادر نیست. یکی دیگر از عال مرگومیر به خصوص در جوامع ماشینی و صنعتی در نتیجه انفارکتوس میوکارد (سکته قلبی) و سکته های مغزی است. اختراع داروها و عواملی که به طریقی سبب انبساط و فراخی نسبی دیواره رگهای مغز می شوند پدیده هایی نو در مقابله با این عوارض بوده اند. کشفها در زمینه داروهای گوناگون برای درمان بیماریهای گوناگون همچنان، ادامه می یابد و با مطالعه و تحقیق بر روی کشفهای جدید، رازهای جدیدتر و شگفت انگیزتری در مقابل دیدگان ما نمایان می شوند و دریچه های نوی در توجیه ناشناخته ها گشوده می شوند.

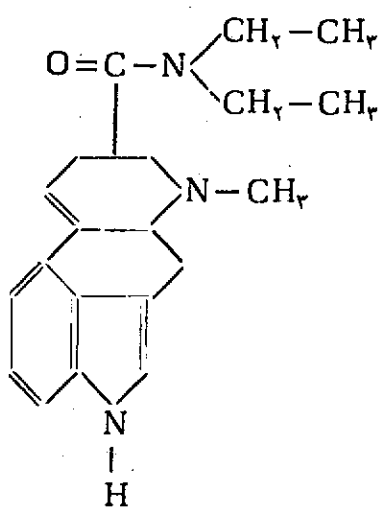
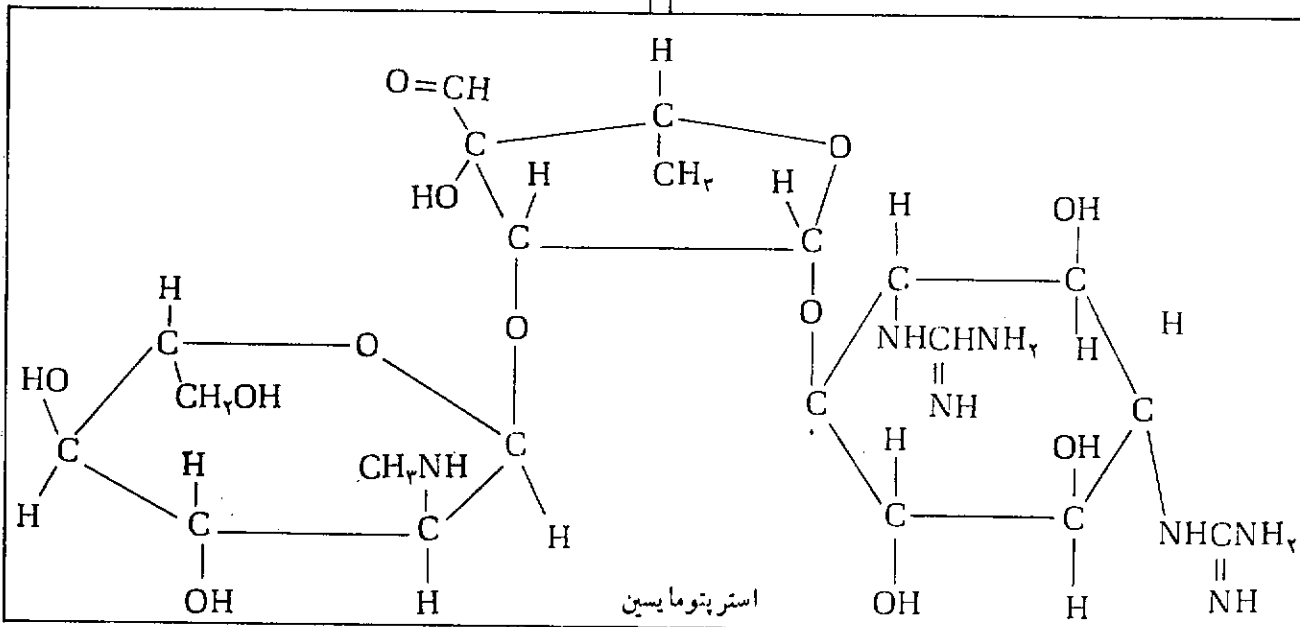
### آنتی بیوتیکها

کشف آنتی بیوتیکها سر فصل تازه ای را در لیست داروهای مورد نیاز بشر گشود، کلمه آنتی بیوتیک (Antibiotic) اولین بار توسط آبراهام واکسمن بر روی دسته ای از مواد قرار گرفت که بیماری های عفونی را علاج می کردند. اما کشف این مواد از مدتها قبل آغاز گشته بود، آلکساندر فلمینگ در سال ۱۹۲۸ مقداری از «استافیلوکوک» کشف کرده بود. وی به طور کامل اتفاق متوجه شد هنگامی که روی محیط های کشت را نمی پوشاند کلتیهای کشت شده حل می شوند. او پس از جدا کردن کفک از محیط های کشت دریافت که این کفک پنی سیلیوم نوتاتوم (Penicillium Notatum) است. وی ماده تراوش شده از کفک را «پنی سیلین» نامید. پنی سیلین بر روی گلبول های سفید خون بی اثر است و بر روی سایر سلولهای بدن تأثیری نمی گذارد و در این حال باکتری را که عامل بیماری است از بین می برد.

پنی سیلین (Penicillin) به فرمول



می باشد. ترکیبات آنتی بیوتیکی از این قبیل برای مقابله با فعالیت باکتریها است. این ماده از صاف کردن کپک (Mould) به دست می آید. پنی سیلیوم نوتاتوم و پنی سیلین کری سوژنیوم (Penicillin Chrysogenum) محصولاتی هستند که یا از این راه و یا از طریق واکنشهای سنتزی که با تخمیر همراه است ایجاد می شوند. کپک رشد می کند. محیط رشد کپک شامل لاکتوز یا دکستروز است. بعد از



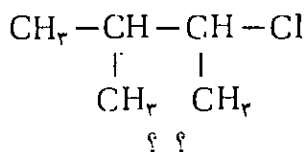
ساختمان اسید لیزرژیک دی اتیل آمید  
(LSD-۲۵)

### منابع

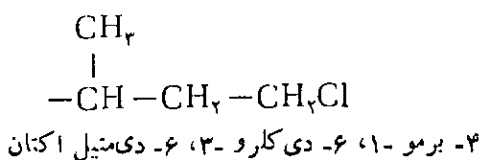
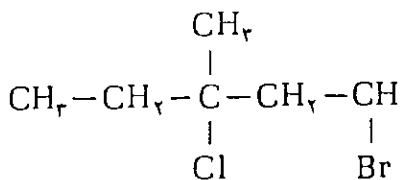
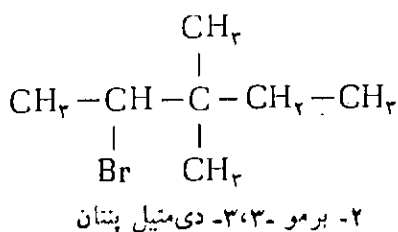
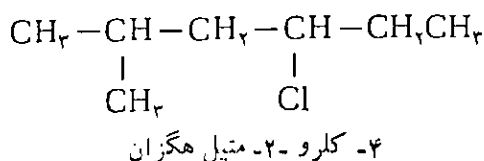
- ۱- تاریخ علوم پیرروسو
- ۲- از کیمیا تا شیمی د. تریفونوف، ل. ولاسوف  
ترجمه: افشین آزادمنش
- ۳- سرگذشت زیست شناسی ایزاک آسیموف  
ترجمه: دکتر محمود بهزاد
- ۴- Condensed Chemical dictionary  
by: Gessner G. Hawly

اکنون بیش از نیم قرن از کشف پنی سیلین توسط «فلمینگ» می گذرد ولی در همین مدت، بسیاری از ترکیبات خانواده آنتی بیوتیک شناسایی شده اند کسسه در درمان بسیاری از بیماریهای عفونی مورد استفاده قرار می گیرند. آنتی بیوتیکهایی که در این دسته قرار می گیرند بیش از یک هزار نوعند. اما همواره این مبارزه بین بیماریهای ناشی از باکتریها و ویروسها و بشر ادامه دارد چرا که دائماً باکتریها برای تنازع بقاء به مانند هر موجود زنده دیگر نژادهایی را باقی می گذارند که نسبت به آنتی بیوتیکهای قبلی مقاومترند و این لزوم استفاده از آنتی بیوتیکهای جدید را سبب می شود. در ایفای این مهم، روشهای سنتز شیمیایی به یاری بشر می آیند. بعضی از آنتی بیوتیکها نظیر «پنی سیلین» به کمک میکروارگانیسمها تولید می شوند ولی عده ای دیگر نظیر سینتومايسين (Syntomycine) هم هستند کسسه بشر آن را به روشهای شیمیایی به دست می آورد. این مطالب تنها بخش کوچکی از فعالیت انسان را با یاری علم شیمی در مبارزه با بیماریها و تدارك دیدن و تجهیز کردن بشر در مقابله با این عوامل نشان می دهد. حاصل آنکه بیماریهای میکروبی بر اثر کشف آنتی بیوتیکها و داروهای دیگر تا حدود بسیار زیادی تحت کنترل درآمده اند. این مطالب به صورت بسیار محدود، تلاشهای انسان را در رسیدن به این مهم نشان می دهد.

به روش معمولی، نامی در اختیار داشته باشیم. برای مثال، ترکیبی را که دارای ساختمان زیر است، نمی‌توان به روش معمولی نامگذاری کرد.



در نامگذاری آیوپاک، مشتقات هالوژن‌دار را به عنوان تی‌درو کربنهایی که یک یا چند اتم تی‌دروژن آنها به وسیله اتمهای هالوژن جانشین شده است، در نظر می‌گیرند. در این روش، از پیشوندهای برم، کلر، فلوئور و یدو استفاده می‌شود. شماره‌گذاری زنجیر اصلی (طول‌ترین زنجیر کربنی موجود در ترکیب) همان است که در نامگذاری تی‌درو کربنهای سیر شده عنوان شد. یعنی شماره‌گذاری از جهتی انجام می‌شود که به شاخه (گروه آلکیل یا هالوژن) نزدیکتر باشد.



(همان طور که نشان داده شده است، هالوژنهای مختلف و گروههای آلکیل را در نام ترکیب به ترتیب حروف الفبای لاتین ذکر می‌کنند.)

اگر اتمهای هالوژن و گروههای آلکیل بر روی زنجیر اصلی،

این مقاله به کتاب شیمی سال چهارم دبیرستان مربوط است.

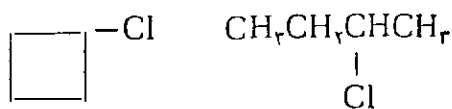
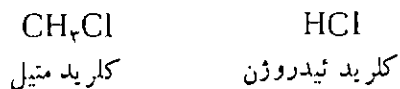
## نامگذاری ترکیبات آلی

دکتر علی سیدی دانشیار دانشگاه، تهران

### هالیدهای آلکیل

یک گروه آلکیل را معمولاً با علامت «R» و یک هالوژن (F، Cl، Br، I) را با علامت «X» مشخص می‌کنند. بنابراین، هالیدهای آلکیل را، به عنوان یک دسته ترکیب، با علامت اختصاری «RX» نشان می‌دهند.

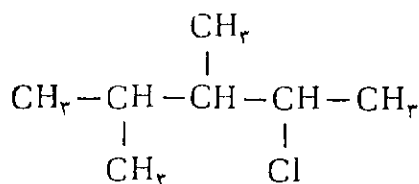
در نامگذاری معمولی، هالیدهای آلکیل را به عنوان مشتقات آلکیل‌دار هالیدهای تی‌دروژن در نظر می‌گیرند.



کلرید سیکلو بوتیل      کلرید s- بوتیل

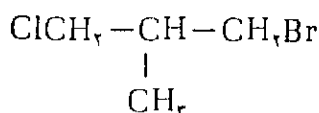
این روش تا موقعی قابل استفاده است که برای گروه آلکیل،

مواضع مشابهی اشغال کرده باشند، هالوژن مقدم بر گروه الکلیل قرار می‌گیرد. یعنی شماره‌گذاری از جهتی انجام می‌شود که به هالوژن نزدیکتر باشد.



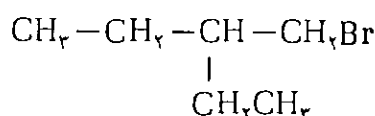
۲- کلرو -۳، ۴- دی‌متیل پنتان

با وجود این، به نامگذاری ترکیبات زیر توجه کنید:



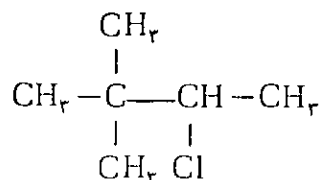
۱- برم -۳- کلرو -۲- متیل پروپان

در این مورد، برم بر کلر ترجیح داده شده است زیرا برم، به ترتیب حروف الفبای لاتین، مقدم بر کلر قرار می‌گیرد.



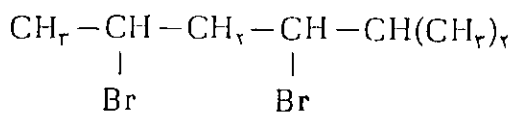
۳- (برومتیل) پنتان

در این مورد، زنجیر اصلی (طویلترین زنجیر کربنی) پنج اتم کربن دارد. بنابراین، گروه  $-\text{CH}_2\text{Br}$  (برومتیل) در شاخه قرار می‌گیرد.



۳- کلرو -۲، ۲- دی‌متیل بوتان

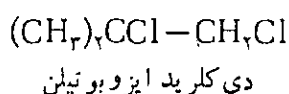
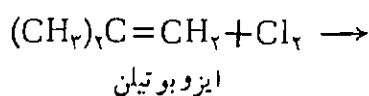
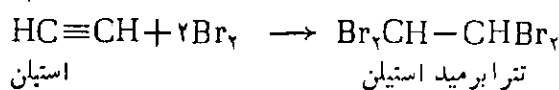
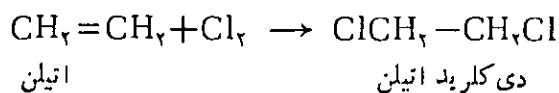
در این مورد، اگر زنجیر اصلی را از دو سوی مختلف شماره‌گذاری کنیم، دو سری اعداد ۲، ۲، ۳ و ۳، ۲، ۳ به دست می‌آید که سری اول ترجیح داده می‌شود، زیرا در اولین نقطه اختلاف (عدد دوم در دو سری) ۲ مقدم بر ۳ قرار می‌گیرد. در نامگذاری ترکیب زیر نیز با مسأله مشابهی مواجه می‌شویم:



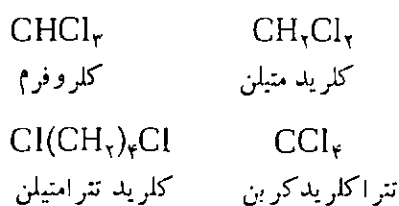
۳، ۵- دی برم -۳- متیل هگزان

شماره‌گذاری زنجیر اصلی از سمت راست، سری اعداد ۲، ۳، ۵ و شماره‌گذاری از سمت چپ سری اعداد ۲، ۴، ۵ را نتیجه می‌دهد. اعداد سری اول ترجیح داده شده است (اولین نقطه اختلاف عدد دوم در دو سری است).

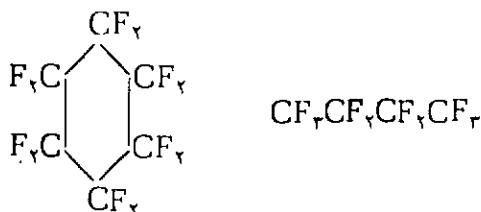
بعضی از مشتقات هالوژن‌دار آلی از افزایش هالوژن به یک تیدروکسربن سیر نشده به دست می‌آیند. این ترکیبات را گاهی به صورت زیر نامگذاری می‌کنند:



بعضی از مشتقات هالوژن‌دار آلی با چند اتم هالوژن دارای نامهای متداولی هستند که اغلب مورد استفاده قرار می‌گیرند و باید آنها را بهمین صورت فرا گرفت:



ترکیباتی را که در آنها تمام اتمهای تیدروژن موجود در تیدروکربن به وسیله هالوژن استخلاف شده باشند، با استفاده از پیشوند «پر Per» نامگذاری می‌کنند. برای مثال:



پرفلوروتورو سیکلوهگزان

پرفلوروتورو بوتان

۱- رشد آموزش شیمی، شماره‌های ۱۲، ۱۳، نامگذاری ترکیبات آلی. دکتر علی سیدی

# بنزین

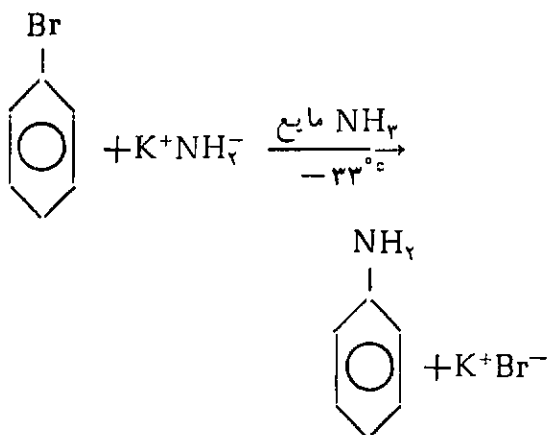
## (۱۰۲- دی هیدروبنزن)

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

دکتر حسن لاریجانی

گروه شیمی دانشگاه رازی دانشکده تربیت دبیر سنندج

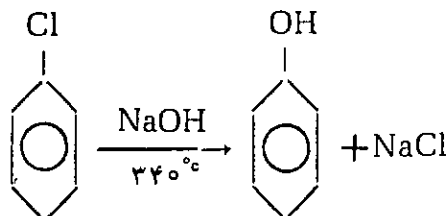
در ضمن واکنش آمیدیدپتاسیم (یون آمید،  $\text{NH}_2^-$ ، باز بسیار قوی) با هالیدهای آریل مانند برموبنزن حتی در  $33^\circ\text{C}$  - (گرمای جوش آمونیاک مایع که به عنوان حلال به کار می رود) فوق العاده شدید است.



عاملی که وارد بر حلقه می شود همیشه، دقیقاً در محلی که هالوژن از آن محل جدا شده جایگزین نمی شود و لو این که در لوله های

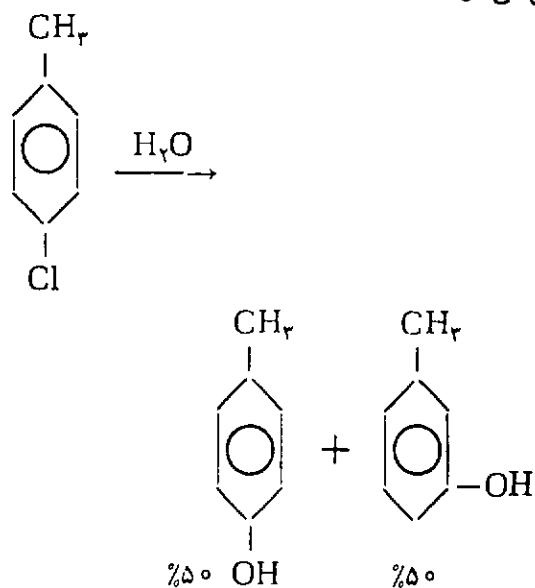
در ترکیبات آلی مولکول های فراوانی یافت می شوند که پایدار نیستند و فقط به عنوان ترکیبات واسط گذرا در واکنش های شیمیایی به وجود می آیند و در بعضی از موارد این مواد به عنوان یک ماده اصلی جهت رسیدن به ماده مورد نظر نقش اساسی را در واکنش ایفا می نمایند که یکی از این نوع ترکیبات بنزین می باشد.

می دانیم که میل ترکیبی هالیدهای آریل مانند هالو بنزن، با معرف های هسته دوست بسیار ضعیف می باشند، اما در دماهای بالا و در حضور بازهای قوی، واکنش استخلافی انجام می گیرد. مثلاً کلروبنزن در  $340^\circ\text{C}$  با محلول سود وارد واکنش شده فنل تولید می شود.

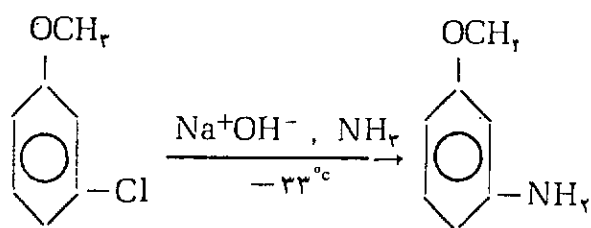




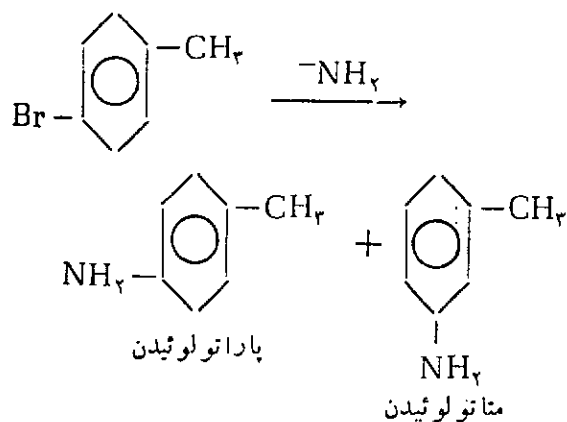
مهروموم شده گ—رما داده شود. مثلاً در اثر هیدرولیز  
۴- کلرومتیل بنزن در ۳۴۰° در مخلوط مساوی از متا پارا کرزول  
حاصل می شود.



همچنین آمیناسیون ارتو کلرو آنیزول به تشکیل متا آمینو آنیزول  
منتهی می شود که خود یک واکنش غیر منتظره است.



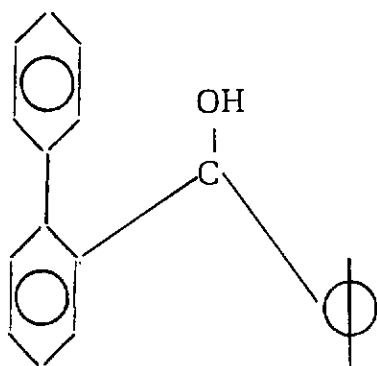
چنین واکنش‌هایی مسیر عمومی استخلاف آروماتیکسی هسته  
دوست را طی نمی کنند زیرا اگر ما پارا - برموتولون را  
با سدیم آمید ترکیب کنیم در می یابیم که محصول تنها پارا -  
تولوئیدین نیست بلکه مخلوطی از متا پارا تولوئیدین می باشد.



عقیده براین است که مکانیسم این نوع واکنش‌ها شامل مجموعه  
مراحل حذفی و افزایشی می باشد که در مرحله حذفی، واکنش  
به تشکیل یک ماده واسطه که بنزین نامیده می شود، ختم می شود.  
به همین دلیل مکانیسم مربوط به این نوع واکنش‌ها را مکانیسم  
حذفی افزایشی یا مکانیسم بنزین می نامند.

واقعیات امر فوق اولین بار در سال ۱۹۵۳ توسط جان -  
دی - رابرت\*\* از انستیتو تکنولوژی کالیفرنیا گزارش، و  
این تاریخ آغاز شیمی بنزین محسوب گشت.

یادآوری می شود که در سال ۱۹۴۲ ویتینگ\*\*\* دریافته بود  
که فلوئورو بنزن و فنیل لیتیم با هم وارد واکنش شده تولید  
ارتولیتویی فنیل می کند و چنانچه آب به آن اضافه شود منجر  
به تولید دی فنیل می شود و با اضافه کردن بنزوفنون الکل نوع  
سوم حاصل می شود.



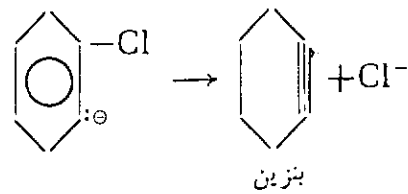
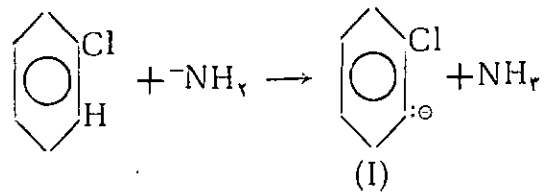
در آغاز واکنش، دو مرحله حذفی که منجر به تشکیل بنزین  
می شود انجام می پذیرد، به نحوی که ابتدا یون تیدروژن از یکی  
از موقعیت‌های ارتو نسبت به هالوژن جدا شده کاربانیون (I)

\* Benzyne (1,2 - Dehydrobenzene)

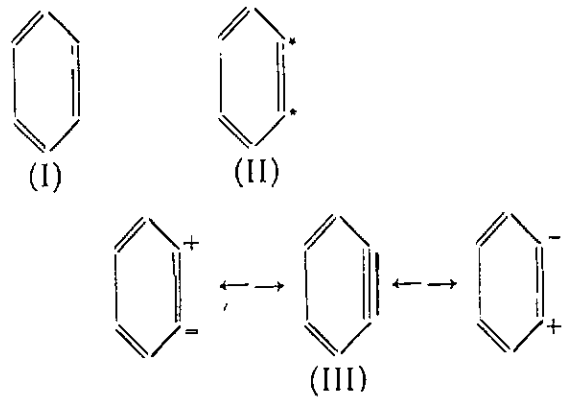
\*\* John. D. Robert

\*\*\* Witting

تشکیل می شود، آنگاه این کاربانیون يك يون هاليد از دست داده بنزین حاصل می شود.



ماده واسطه الکن، بنزین، باعث پیشرفت واکنش می شود. بنزین با داشتن يك پیوند اضافی مابین دو اتم کربن مجاور با بنزین تفاوت فاحش دارد اما این پیوند اضافی بروی خاصیت آروماتیکی بنزین تأثیری بجا نمی گذارد. برای بنزین می توان سه نوع ساختار در نظر گرفت:



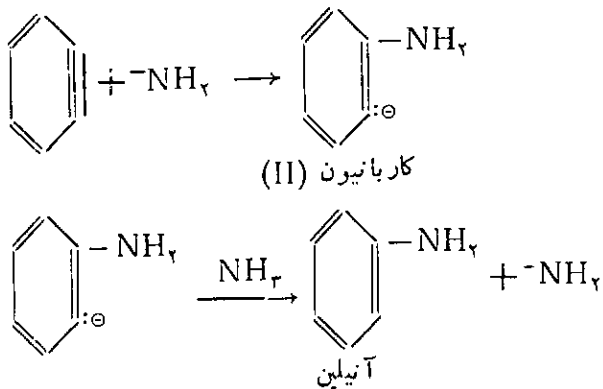
اگر ساختار (I) را بپذیریم بنزین دارای ساختار استیلینی کشش دار خواهد بود، زیرا الکن ها دارای ساختار هندسی خطی با هیبریداسیون  $sp$  مابین دو اتم کربن می باشند در حالیکه بنزین نمی تواند چنین ساختار هندسی را دارا باشد، زیرا حلقه بنزین زاویه پیوندی در حدود  $120^\circ$  را به ساختمان بنزین تحمیل می کند به عبارت دیگر ساختمان بنزین زاویه  $120^\circ$  را بر  $180^\circ$  ترجیح می دهد لذا اتم های کربن مربوط به پیوند سه گانه بنزین هیبریداسیونی نزدیک به  $sp^2$  را دارا خواهند بود که ابر پیوندی  $\pi$  در بالا و پایین حلقه و در يك صفحه جایگزین شده و دارای کشش داخلی کمی است، به عبارت دیگر هم پوشانی ضعیفی در اوربیتال هیبریدی  $SP^2$

وجود دارد که باعث می شود بنزین بغایت ناپایدار بوده و به راحتی و سریع با هر نوع هسته دوستی که در مجاور خود بیاید وارد واکنش شده و امکان جداسازی آن در دمای اتاق مقدور نباشد. اما با تراکم کردن بنزین بر سطح گسترده ای از گاز بی اثر آرگون در  $8^\circ K$  توانسته اند آن را تفکیک کنند. طیف ناپایدار آن نیز با به کارگیری تکنیک های نوری اندازه گیری شده است و بر اساس گزارش، بلافاصله بعد از اولین تابش نور پیک  $m/e = 76$  که مربوط به بنزین می باشد ناپدید می شود در حالیکه پیک  $m/e = 152$  همواره به رشد خود ادامه می دهد. تمام مدت فرایند در حدود ۳۰۰ میکرو ثانیه به طول می انجامد. در ضمن به روش مشابه موفق شده اند طیف فرا بنفش آن را اندازه گرفته و سرعت دیمریزاسیون بنزین را به دی فنیلین اندازه گیری کنند.

ساختار (II) نامحتمل است زیرا بنزین در رفتارهای شیمیایی خود شباهت اندکی با دی رادیکال ها از خود نشان می دهد.

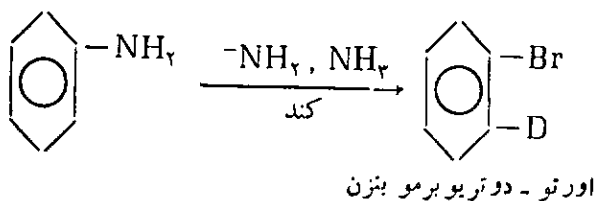
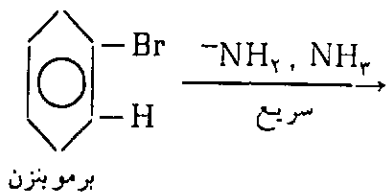
ساختار (III) بنزین به مثابه يك يون دو قطبی ارائه شده است که بر اساس این ساختمان می توان جمله هسته دوست هایی مانند  $^-NH_3$  را به حلقه بنزین توجیه کرد. به علت عدم قطعیت ساختمان بنزین بعضی ها ترجیح می دهند که آن را ۱،۲-دی هیدرو بنزن بنامند (نه بنزین که مبین وجود يك پیوند سه گانه است).

در مرحله افزایشی یون آمید با بنزین پیوند یافته کاربانیون (II) حاصل می شود آنگاه این کاربانیون يك يون تیدروژن از محلول آمونیاک کسب کرده محصول نهایی یعنی آنیلین به دست می آید.



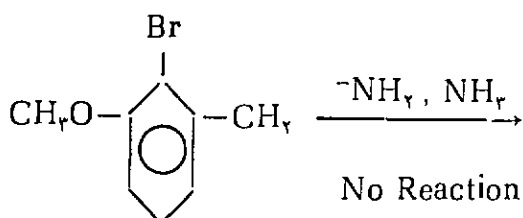
شواهد تجربی ذیل دلایلی بر صحت مکانیسم فوق است.

ب: با به کارگیری اورتو - دوتریو برمو بنزن به وضوح مشخص می شود که نیدروژن اورتو، در تشکیل پیوند شرکت می جوید.



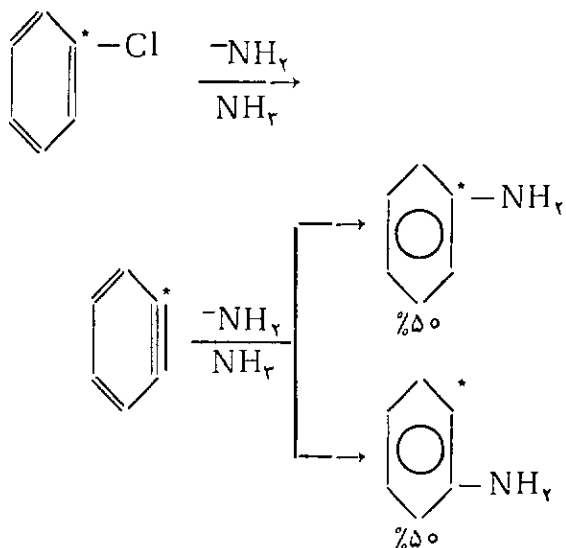
یادآوری می شود که اورتو - دوتریو برمو بنزن نسبت به برمو بنزن واکنشگر ضعیف تری است. به عبارت دیگر پیوند کربن - دوتریم خیلی آهسته تر از پیوند کربن - نیدروژن می شود. این امر مدلل می دارد که علاوه بر اینکه نیدروژن اورتو، در عمل واکنش درگیر است در تعیین سرعت واکنش نیز دارای نقش اساسی است.

ج: ترکیباتی که دارای دو گروه اورتو نسبت به هالوژن هستند مانند ۲- برمو - ۳- متیل آنیزول، به دلیل نداشتن اتم های نیدروژن در موقعیت اورتو، به طور کلی از خود واکنش نشان نمی دهند.



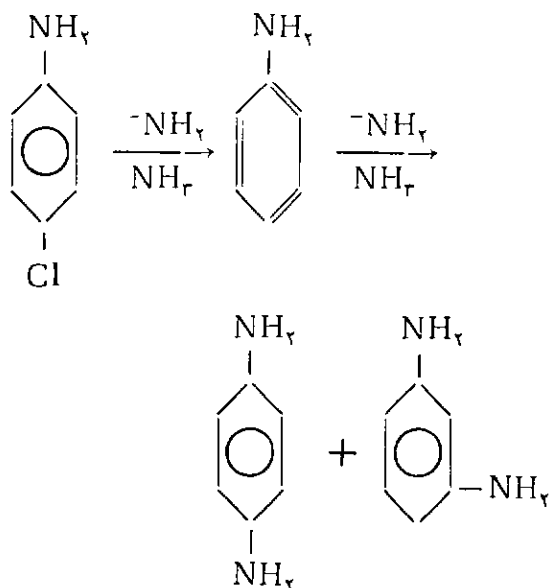
د: بر اساس تجربه معلوم شده است که ایزومرهای هالیدهای آریل مانند متا کلرو آنیزول و اورتو کلرو آنیزول در اثر واکنش با  $\text{NH}_2^-$ ، محصول یکسانی به دست می دهند. در حقیقت این نیز دال بر تشکیل بنزن به عنوان یک محصول واسط است.

الف: وقتی که اتم کلر، در کلرو بنزن به ایزوتوپ  $^{14}\text{C}$  متصل و سپس با یون آمید وارد واکنش شود محصول عمل، مخلوطی از دو نوع مولکول خواهد بود به نحوی که در یکی، گروه آمین به  $^{14}\text{C}$  و در دیگری به کربن اورتو آن متصل خواهد شد.



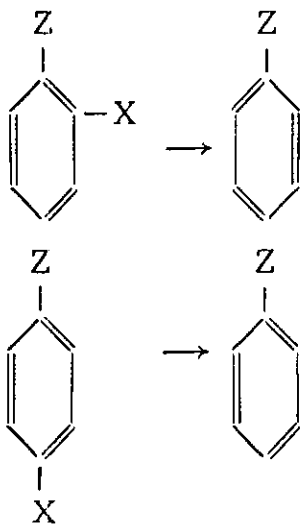
واکنش فوق در حقیقت دال بر تشکیل بنزن است که در آن یون  $\text{NH}_2^-$  می تواند خود را به دو انتهای پیوند اضافی که در بنزن موجود است متصل کند.

در ضمن بدون استفاده از هالیدهای علامت دار و با بهره گیری از استخلاف هالیدهای پارا آریل مانند پارا کلرو - تولوئن که به وسیله یون  $\text{NH}_2^-$  مورد حمله قرار می گیرد می توان بر صحت تشکیل بنزن پی برد.

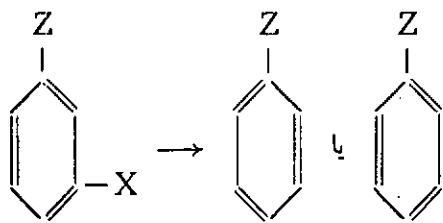


یادآوری می‌شود که واکنش فوق از طریق ایجاد کار با نیونی پایدارتر و بسا تشکیل بنزین ادامه می‌یابد در ضمن در واکنش‌های فوق گروه  $-OCH_3$  یک اثر القایی ( $-I$ ) را اعمال می‌کند که در نتیجه کار با نیونی که بار منفی آن در مجاورت گروه  $-OCH_3$  قرار می‌گیرد پایدارتر خواهد بود.

به طور کلی می‌توان گفت واکنش‌هایی که از طریق تشکیل محصول میانی آریل پیش می‌روند اولاً جهت اثر موقعیت گروهی، به گروه‌های ترک‌کننده وابسته است بدین معنی که اگر گروه ترک‌کننده در موقعیت اورتو یا پارا قرار گیرند انتخابی جهت جایگزینی وجود نخواهد داشت. مانند:

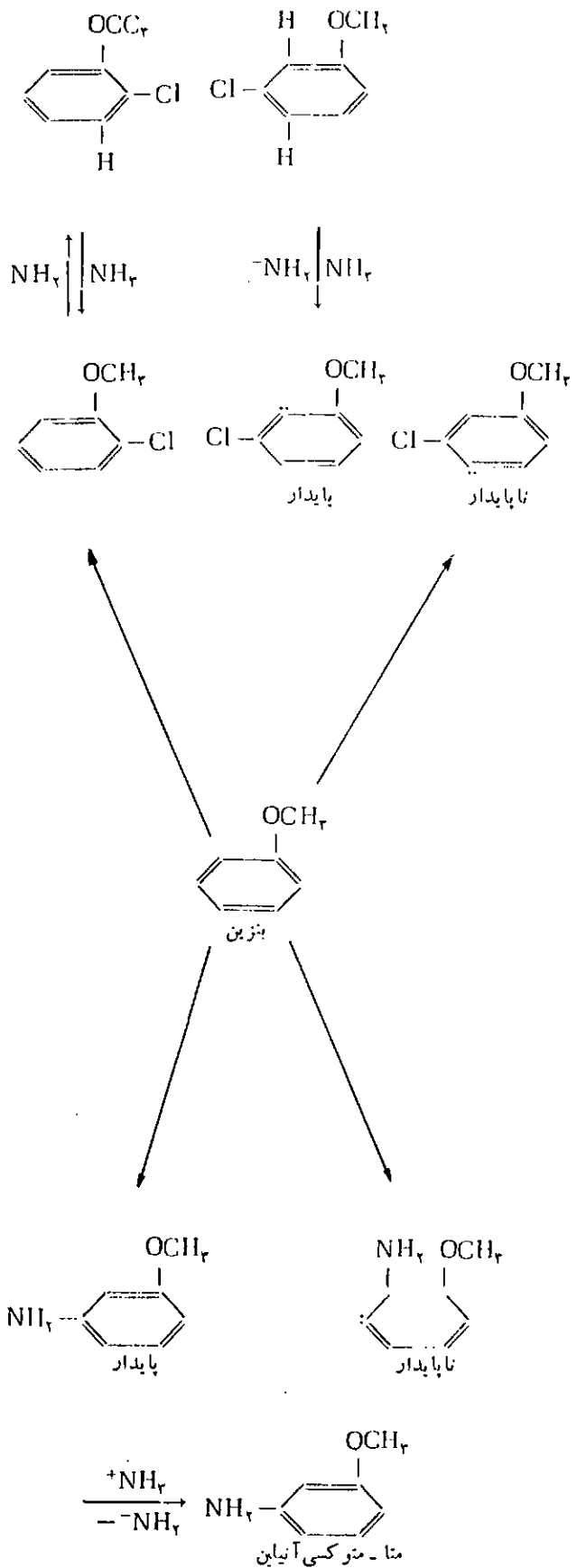


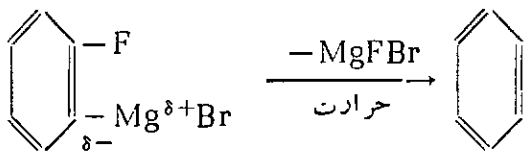
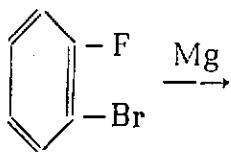
اما اگر گروه ترک‌کننده در حالت متا قرار گیرد امکان تشکیل بنزین به دو صورت وجود خواهد داشت:



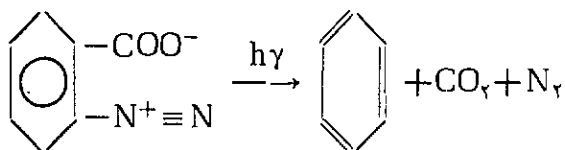
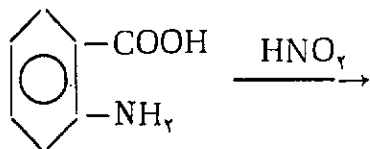
در چنین حالتی تیدروژنی که اسیدینه‌تر است از حلقه جدا می‌شود بالطبع اسیدینه حلقه به اثر Z وابسته خواهد بود.

ثانیاً جهت اثر موقعیت گروهی، به ساختار بنزین نیز بستگی دارد. در این حالت گروه وارد شونده (هسته دوست) ممکن است به یکی از دو موقعیت پیوند سه‌گانه آن حمله کند. این





د: در اثر دی ازت دار کردن اسید آنترانیلک، اورتو - دی ازوبنزن کربوکسیلیک اسید حاصل می شود که در اثر نور به بنزین تجزیه می شود.



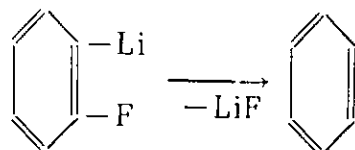
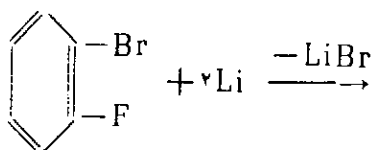
در واکنش فوق حلال باید بدون پروتون باشد. زیرا در این صورت واکنش های جانبی حاصل از حلال هسته دوست به حداقل می رسد. یادآوری می شود که در ترکیب فوق یکی از گروه های ترک شونده با جفت الکترون به اشتراک گذاشته شده، و دیگری بدون جفت الکترون به اشتراک گذاشته شده از حلقه جدا شده است.

علاوه بر چندین موارد فوق که به تهیه بنزین می انجامد، واکنش های دیگر نیز وجود دارد که به بنزین ختم می شوند مثلاً واکنش های گرینیار با اورتو - دی هالوژن ها مانند

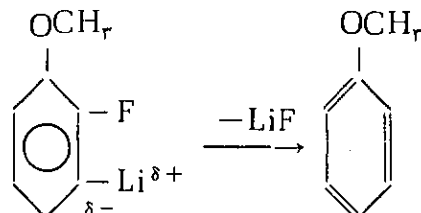
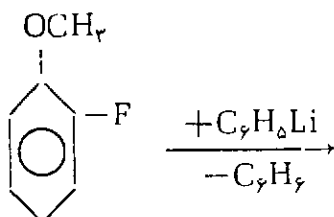
حمله به وسیله محصول میانی کاربانیون پایدارتر به عامل هسته دوست تحمیل می شود که این امر نیز به اثر القایی Z بستگی دارد. برای گروه های (-I) کاربانیون پایدارتر، آن کاربانیونی است که بار منفی آن به محل استخلاف نزدیک تر باشد.

### تهیه بنزین

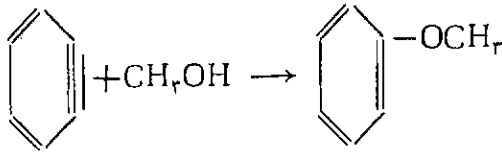
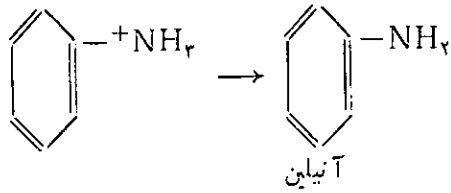
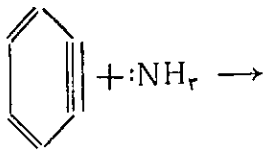
الف: ویتنک از اثر اورتو - فلوئوروبرمو بنزن بر ملغمه لیتیم توانست به وجود بنزین پی برد.



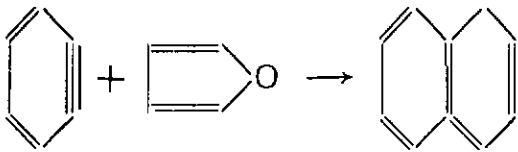
ب: در واکنش هایی که مابین هالیدهای آریل با ترکیبات اورگانولیتیم رخ می دهد بنزین به عنوان محصول میانی حاصل می شود.



ج: از اثر ۱- برمو - ۲- فلوئوروبرنزن بر منیزیم در حضور اکسایسکلوپنتان (تتراهدروفوران) و در دمای بالا بنزین به دست می آید.

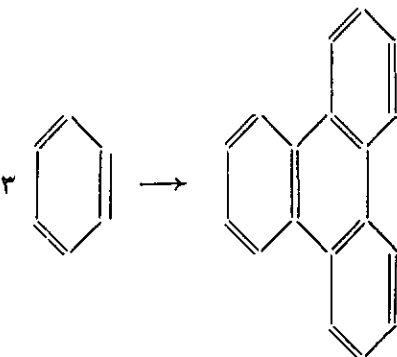
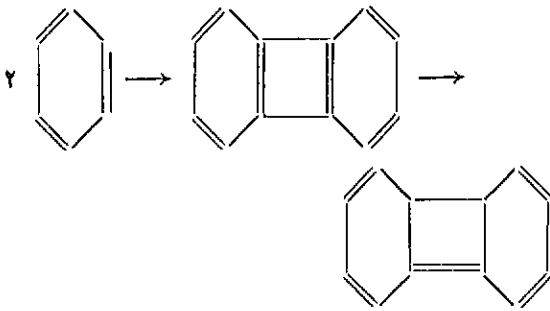


اگر در محیط عمل يك دی ان مزدوج مانند فوران وجود داشته باشد بنزین نقش يك دی ان دوست را ایفاء کرده و واکنشی از نوع دی الز - آلدرد\* صورت می پذیرد.

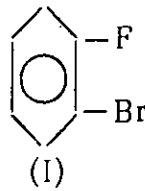


۱، ۴- دی هیدرو نفتالین - ۱، ۴- اندواکسید

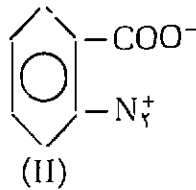
اگر در محیط عمل معرف مناسبی وجود نداشته باشد بنزین با خودش به صورت دیمروتریمر وارد واکنش شده دی فیلین و تری فیلین می دهد.



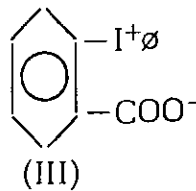
ترکیب (I) باعث ایجاد بنزین می شود.



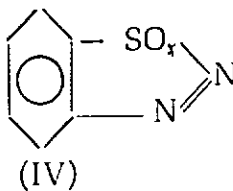
یا نمک دویونی مانند ترکیب (II) در اثر حرارت یا نور به بنزین منتهی می شود.



در اثر فتولیز، اورتو، دی یدوبنزن و نمک یدونیم دویونی (III) بنزین حاصل می شود.



همچنین در اثر ترمولیز انیدرید فتالیک و بنزوتبادی زول (II) بنزین به دست می آید.



### واکنش های بنزین

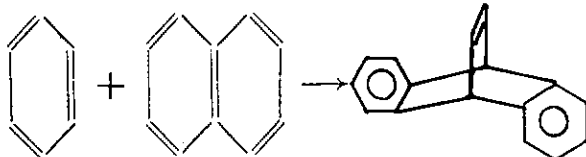
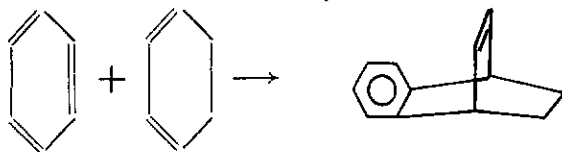
همانطوریکه متذکر شدیم بنزین بسیار فعال بوده و میل ترکیبی فراوان دارد و با هر معرف هسته دوست که نزدیک شود به سرعت و به راحتی وارد واکنش می شود مثلاً با آمونیاک یا الکل متیلک که هسته دوست بوده و به عنوان حلال به کار گرفته می شوند سریعاً وارد واکنش می شود:

## REFERENCES

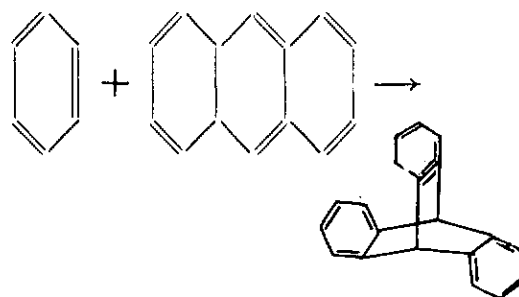
- 1- William J. Le NOBLE, Highlights of Organic Chemistry, Marcel Dekker inc New York, 1974.
- 2- Albert Zlatkis, Eberhard Breitmaier, & ... , A. Concise Introduction to Organic Chemistry, Mc Graw Hill Book Company New Oork, 1973.
- 3- Norman L. Allinger, Michael P. Cava & ... , Organic Chemistry, 2nd Ed., Worth Publishers inc., 1976.
- 4- Morrison & Boyd, Organic Chemistry, 3rd Ed., Ailyn & Bacon, inc Boston, 1976.
- 5- A. N. Nesmeyanov, N A. Esmeyanvov, Translated From The Russian by Aytavaz Beknazarov, Fundamentals of Organic Chemistry, Volume 3. Mir Publishers Mosscow, 1977.
- 6- Jerry March, Advanced Organic Chemistry, Mc Graw Hill Book Company, 1977.
- 7- John D. Roberts, Marjorie C. Caserio, Basic Principles of Organic Chemistry, 2nd Ed., W. A. Benjamin. inc, London, 1981.
- 8- Stanley H. Pine, James B. Hendrikson & ... , Organic Chemistry, 4th Ed., Mc Graw Hill International Book Company Japan, 1981.
- 9- J. M Sehgal, Organic Chemitry, 5th Ed. R. Chand & Co, New Delhi, 1983.
- 10- P. L. Sowi, Text Book of Organic Chemistry, 18th Revised Ed Ed., Sultan Chand & Sons, 1985.
- 11- V. S. Parmar, H. M. Chawla, Principles of Reaction Mechanism in Organic Chemistry, Sultan Chand & Sons, 1985.

\* Diels - Alder Reaction

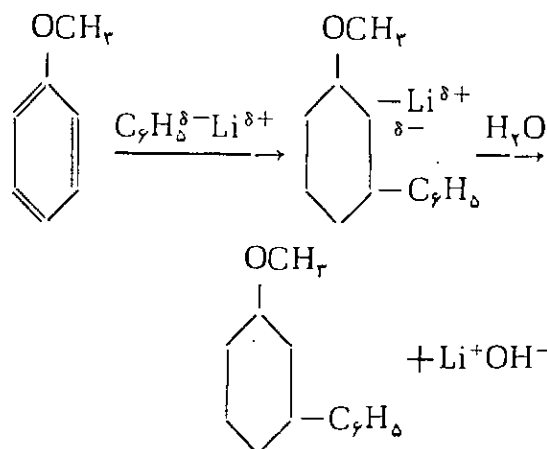
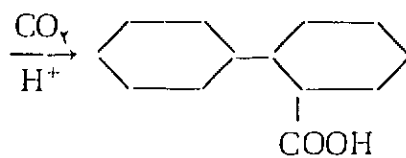
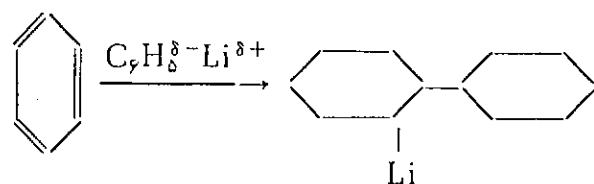
بنزن و نفتالین نیز با بنزین وارد واکنش شده و به ترتیب بنز/دی/باز/درلن و دی بنز/دی/باز/درلن حاصل می شود.



بنزین با آنتراسن وارد واکنش شده ترتیبسین تولید می کند.



ترکیبات اورگانولیتیم مانند فنیل لیتیم با بنزین وارد واکنش شده ترکیبات اورگانولیتیم بد دست می آید.



استان کزنیش (انجمن برای دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی کشور)

سال تحصیلی ۱۳۶۷-۶۸



صبح  
پنجشنبه

آزمون اختصاصی

شیمی

مدت پاسخگویی: ۳۵ دقیقه تعداد: ۴۵ سوال

گروه آزمایشی

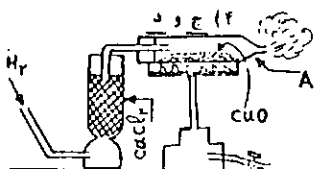
علوم تجربی



شماره درو طبیب:

نام و نام خانوادگی:

۱۴۱- فرمول  $CuMnO_4$  را به کدام دو ترکیب مقابل می‌توان بست داد؟ الف) مگنات من (I) ب) مگنات من (II) ج) برمگنات من (I) د) برمگنات من (II)



۱۴۲- گازندروژن را مطابق شکل از لوله A عبور می‌دهیم. ماده ناشناخته در لوله مواد دای که از آن خارج می‌شود، کدام است؟

- ۱) الف و ب  
۲) الف و د  
۳) ب و ج  
۴) ج و د
- ۱)  $H_2O$  و  $Cu$   
۲)  $HCl$  و  $Cu$   
۳)  $H_2O$  و  $CuCl_2$   
۴)  $HCl$  و  $CuCl_2$

۱۴۳- در کدام ردیف از جدول مقابل، نموده‌هایی که برای انواع مخلوط داده شده، درست است؟

مخلوط	سوسانسیون	ایولسیون	کلوسید
۱ آب گل آلود	شیر	شیر	خون
۲ شیر	سرکه	سرکه	جیب
۳ سرکه	جیب	جیب	شیر
۴ جیب	بروتولاسم ساخته	بروتولاسم ساخته	آب گل آلود

۱۴۴- نخستین بار، چه کسی توانسته بود الومسیم را (به صورت ناخالص) تهیه کند؟

- ۱) اورستد  
۲) بسمه  
۳) حوت  
۴) هال

۱۴۵- ترکیبات بوسی در حالت جامد عمیق جریان برق هستند، زیرا:

- ۱) الکترونهای غیرمتحرک، در شبکه بلور درگیر بوده و نمی‌توانند آزادانه حرکت کنند  
۲) به علت زیاد بودن انرژی شبکه بلور، یونها در شبکه درگیر بوده، قابلیت جابه‌جایی ندارند  
۳) با هر یون در هدایت جریان توسط بوسی که مار مخالف دارد، خنثی می‌شود  
۴) مجموع بار منفی آئونها با مجموع بار مثبت کاتیونها برابر و بلور از نظر الکتریکی خنثی است

یون	$A^{2+}$	$B^{3+}$	$C^{4+}$	$D^{-}$
آرایش الکترونی	$2p^6$	$2p^6$	$2p^6$	$3p^6$
آخرین تراز				

۱۴۶- ما بوجه نه داده‌های جدول مقابل، کدام دو عنصر زیر، در یک دوره جدول تناوبی قرار دارند؟

- ۱) A و B  
۲) A و C  
۳) B و D  
۴) C و D

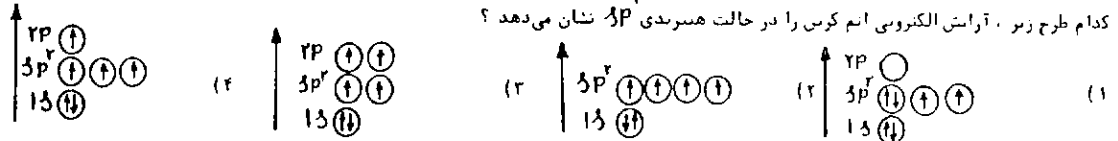
۱۴۷- کدام مطلب زیر، در مورد اشعه رادواکتیو درست است؟

- ۱) دره آلفا با جذب دو الکترون، به اتم هلیم می‌تواند تبدیل شود  
۲) اشعه بتا از جنس اشعه ایکس بوده، به سمت قطب مثبت میدان الکتریکی منحرف می‌شود  
۳) اشعه گاما برخلاف اشعه آلفا و بتا با سولفید روی رنگ سبز تولید می‌کند  
۴) با خارج شدن اشعه گاما، اتم رادواکتیو به ذره ای مثبت تبدیل می‌شود  
۱۴۸- علل اساسی افزایش الکترونگاتیوی عناصر، بر اثر افزایش عدد اتمی در هر دوره از جدول تناوبی، کدامند؟

- ۱) ثابت ماندن تعداد ترازهای فرعی اشغال شده و افزایش بار هسته  
۲) ثابت بودن تعداد ترازهای اصلی و افزایش بار الکتریکی هسته  
۳) زیاد شدن الکترونهای لایه ظرفیت و کاهش شمع اتمی  
۴) زیاد شدن تعداد ترازهای فرعی اشغال شده و کاهش شمع اتمی



۱۴۹ - کدام طرح زیر، آرایش الکترونی اتم کربن را در حالت هیبریدی  $3p^2$  نشان می‌دهد؟



۱۵۰ - در کدام ترکیب زیر، اتم مرکزی به آرایش الکترونی گازی اثر هم‌دوره خود نرسیده است؟  
 (۱)  $COCl_2$  (۲)  $Cl_2O$  (۳)  $NO_2$  (۴)  $SOCl_2$

۱۵۱ - تعداد پیوندهای کدام دو ترکیب مقابل، با هم برابر است؟ الف)  $P_4$  ب)  $C_2H_6$  ج)  $SF_6$  د)  $SF_4$   
 (۱) الف و د (۲) الف و ج (۳) ب و د (۴) ب و ج

۱۵۲ - به کدام علت زیر، حلالیت سد در تتراکلرید کربن، در مقایسه با حلالیت سد در آب به مراتب بیشتر است؟

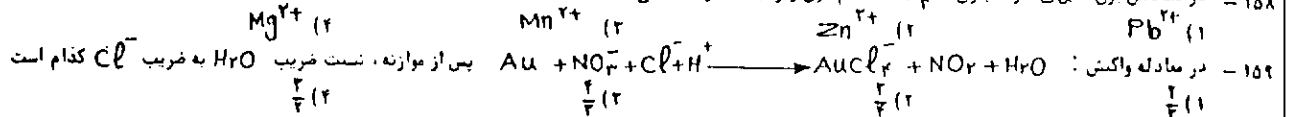
- (۱) بیشتر بودن مقدار  $\Delta H$  حل در تتراکلرید کربن  
 (۲) نزدیک تر بودن جرم مولکولی سد به جرم مولکولی تتراکلرید کربن  
 (۳) نسیان بودن قطبیت پیوند در مولکولهای سد و تتراکلرید کربن  
 (۴) نسیان بودن قطبیت پیوند در تتراکلرید کربن  
 ۱۵۳ - مولکولی کدام ترکیب  $\Delta$  سدروژن با عنصر X حاصل می‌شود، در صورتی می‌تواند در تشکیل پیوند  $\Delta$  سدروژنی شرکت کند که ...  
 (۱) اتم X دارای الکترونگاتیوی زیاد و حجم کوچک باشد  
 (۲) اتم X دارای الکترونگاتیوی زیاد و حجم بزرگ باشد  
 (۳) مولکول حاصل قطبی بوده و محلول آن در آب خاصیت اسیدی داشته باشد  
 (۴) مولکول حاصل قطبی بوده و محلول آن در آب به خوبی به یونیا تفکیک شود

۱۵۴ - اگر ثابت تفکک یونی اسید HA از اسید  $HA'$  بزرگتر باشد، کدام مطلب زیر در مورد pH های محلول این دو اسید درست است؟  
 (۱) ما مولارته یکسان pH اسید HA از اسید  $HA'$  کوچکتر است  
 (۲) در دمای یکسان pH اسید HA از اسید  $HA'$  بزرگتر است  
 (۳) pH اسید HA همواره از اسید  $HA'$  بزرگتر است  
 (۴) pH اسید HA همواره از اسید  $HA'$  کوچکتر است

۱۵۵ - ما نوحه به اینکه انحلال گاز آمونیاک در آب، در دمای معمولی پدیده‌ای خودبخودی است، می‌توان نتیجه گرفت که:  
 (۱) آمونیاک به صورت محلول، خاصیت بازی ضعیفی دارد  
 (۲) آمونیاک در آب، به صورت مولکولی حل می‌شود  
 (۳) این فرایند با افزایش میزان سی نظمی مواد همراه است  
 (۴) این فرایند در جهت کاهش نظم انرژی مواد است

۱۵۶ - عنصر شیمیایی ... شامل اتمهایی با نوترونهای مسا است (۲) شامل اتمهایی با پروتونهای برابر است (۳) قابل تبدیل به ذره‌های یکسان می‌باشد (۴) قابل تبدیل به ذره‌های ساده تر نمی‌باشد  
 ۱۵۷ - ما توجه به داده‌های مقابل:  $HF + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + F^-$ ,  $K = 6.8 \times 10^{-4}$  و  $H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$ ,  $K = 1.2 \times 10^{-14}$  نتجه گرفت که ...

(۱) در مقابل HF نقش اسیدی و در مقابل  $H_2O$  نقش بازی دارد  
 (۲) در مقابل  $H_2O$  نقش اسیدی و در مقابل  $F^-$  نقش بازی دارد (۴) بون  $F^-$  در مقایسه با یون  $SO_4^{2-}$  قدرت بازی بیشتری دارد  
 در تشخیص یون  $Ba^{2+}$  توسط یون  $SO_4^{2-}$  کدام یون زیر ایجاد مزاحمت می‌کند؟



۱۶۰ - فلئور را در صنعت به کدام روش زیر تهیه می‌کنند؟

- (۱) الکترولیز محلول غلیظ فلئورید سدیم در آب  
 (۲) الکترولیز محلول فلئورید سدیم در فلئورید سدیم مذاب  
 (۳) الکترولیز محلول فلئورید سدیم در فلئورید سدیم مذاب  
 (۴) الکترولیز فلئورید سدیم توسط برنکات سدیم در مجاورت اسید سولفوریک  
 ۱۶۱ - ما توجه به داده‌های مقابل: ولت  $E^\circ(Fe^{2+}/Fe) = -0.44$  و ولت  $E^\circ(Ni^{2+}/Ni) = -0.25$  و ولت  $E^\circ(H^+/H_2) = 0$  یکپداری کدام محلول، در کدام طرف عملی است؟

(۱) نیکل‌های سنگل در ظرف آهنی (۲) نیکل‌های آهن در ظرف نیکلی

۱۶۲ - ما نوحه به موقعت هالوژنها در جدول تناوبی، تمایل یونهای هالید برای اکسید شدن به کدام ترتیب زیر است؟  
 (۱)  $I^- < Br^- < Cl^-$  (۲)  $Br^- < Cl^- < I^-$  (۳)  $I^- > Br^- > Cl^-$  (۴)  $Br^- > I^- > Cl^-$

۱۶۳ - کدام مطلب زیر، در مورد عناصر گروه IIIA درست است؟  
 (۱) آلومینیم، فراوان ترین عنصر گروه است که به حالت آزاد یافت می‌شود  
 (۲) بور، به علت داشتن پیوندهای کووالانسی، در گرداز تر است  
 (۳) تمیزات خواص عناصر در این گروه نسبت به سایر گروهها منظم تر است  
 (۴) کالیم، به علت داشتن بزرگترین شعاع اتمی در گروه، زودگذارتر است

۱۶۴ - در مقایسه خواص اکسژن و ازن درست است؟  
 (۱) مولکول  $O_3$  برخلاف مولکول  $O_2$  قطبی است  
 (۲) مولکول  $O_3$  مانند مولکول  $O_2$  قطبی است  
 (۳) مولکول  $O_3$  از مولکول  $O_2$  اکسید کننده تر است  
 (۴) مولکول  $O_3$  از مولکول  $O_2$  پایدارتر است

۱۶۵ - به کدام علت اساسی زیر، فسفر سفید برخلاف فسفر قرمز، در هوا خودبخود آتش می‌گیرد؟  
 (۱) مائس تر بودن نقطه ذوب فسفر سفید  
 (۲) مائس بودن ساختمان فسفر سفید و لایه ای بودن ساختمان فسفر قرمز  
 (۳) زیاد بودن مقدار انرژی فعالسازی فسفر سفید  
 (۴) کمتر بودن مقدار انرژی پیوند P-P در فسفر سفید نسبت به فسفر قرمز

۱۶۶ - اگر در واکنش آلومینیم با محلول سود، پس از ۳۰ ثانیه حجم گاز حاصل (در شرایط متعارفی) به ۵۶۰ میلی لیتر برسد، سرعت متوسط آلومینیم بر حسب مول در دقیقه کدام است؟  
 (۱)  $\frac{1}{30}$  (۲)  $\frac{1}{75}$  (۳)  $\frac{5}{100}$  (۴)  $\frac{25}{100}$

۱۶۷ - یک مول CO را با ۳ مول H<sub>2</sub>O در ظرف بسته حرارت می دهیم تا تعادل گازی:  $CO + H_2O \rightleftharpoons H_2 + CO_2$  برقرار شود. اگر در این حالت  $[CO_2] = 0.5$  مول بر لیتر باشد، مقدار K در دمای آزمایش کدام است؟

- ۱)  $2 \times 10^{-2}$  (۱) ۲)  $1 \times 10^{-2}$  (۲) ۳)  $2 \times 10^{-1}$  (۳) ۴)  $1 \times 10^{-1}$  (۴)
- ۱۶۸ - با ۲/۵ گرم سود ۸۰ درصد، چند میلی لیتر محلول ۰/۲ نرمال تیتریکسید سدیم می توان تهیه کرد؟ (H=1, O=16, Na=23)
- ۱) ۲۵۰ (۱) ۲) ۲۱۲ (۲) ۳) ۲۹۰ (۳) ۴) ۲۰۰ (۴)

۱۶۹ - ۰/۴ اکی والان گرم دی کرومات پتاسیم در محیط اسید سولفوریک توسط چند مول تیتریکسید تیروزین احیا می شود؟

۱) ۰/۸ (۱) ۲) ۰/۴ (۲) ۳) ۰/۲ (۳) ۴) ۰/۲ (۴)

با توجه به داده های مقابل:  $K_{sp} = 2/4 \times 10^{-5} \text{ mol}^2/\text{l}^2$   $CaSO_4 \rightleftharpoons Ca^{2+} + SO_4^{2-}$  به هر میلی لیتر محلول ۰/۰۱ مولار  $CaCl_2$

۱۷۰ - یک میلی لیتر محلول حید مولار  $Na_2SO_4$  باید افزود تا محلول سر شده بی از سولفات کلسیم حاصل شود؟

۱)  $2/66 \times 10^{-2}$  (۱) ۲)  $2/4 \times 10^{-2}$  (۲) ۳)  $5/88 \times 10^{-2}$  (۳) ۴)  $9/6 \times 10^{-2}$  (۴)

۱۷۱ - اگر به جای یکی از تیروزینهای ۲، ۳، ۴ - تری متیل بنیان، کلر قرار گیرد، امکان تشکیل چند ایزومر ساختمانی وجود دارد؟

۱) ۲ (۱) ۲) ۴ (۲) ۳) ۵ (۳) ۴) ۶ (۴)

۱۷۲ - از پلیمرزاسون دو مول استیل در شرایط مناسبت و تیروزیناسون محصول عمل (به نسبت مولی برابر) کدام ماده زیر را می توان به دست آورد؟

۱) ۲۰۱ - بوتادین (۱) ۲) ۳۰۱ - بوتادین (۲) ۳) بوتان نرمال (۳) ۴) وینیل استیلن (۴)

۱۷۳ - در حفاظت کاتدی وسایل فلزی، آنها را در تماس با فلزی قرار می دهند که ...

۱) بنانسیل الکترودی کمتری داشته باشد (۲) فعالیت شیمیایی کمتری داشته باشد (۳) قطب منبت سل حاصل را تشکیل دهد (۴) کاتد سل حاصل را تشکیل دهد

۱۷۴ - با افزودن مقداری اسید سدیم به محلولی از اسید استیک، محلولی حاصل می شود که ...

- ۱) اگر به آن، کمی اسید کلریدرک سفزائیم، pH آن به شدت کاهش می یابد
- ۲) pH آن نسبت به محلول اولیه بیشتر است، زیرا تعدادی از یونهای  $H^+$  به صورت  $CH_3COOH$  در می آیند
- ۳) اگر به آن به هر میزان اسید کلریدرک سفزائیم، pH آن کمتر محسوسی نمی کند
- ۴) pH آن نسبت به محلول اولیه کمتر است، زیرا تعدادی از یونهای  $OH^-$  به صورت  $NaOH$  در می آیند

۱۷۵ - چند ترکیب به فرمول  $C_4H_9Br$  که بر نور پلاریزه موثر باشند، می توان در نظر گرفت؟

۱) ۱ (۱) ۲) ۲ (۲) ۳) ۳ (۳) ۴) ۴ (۴)

۱۷۶ - کدام مطلب زیر، در مورد خواص بنزن درست است؟

- ۱) در مجاورت اکسیدکننده ها به آسانی اکسید شده، به اسید بنزونیک تبدیل می شود (۲) به علت داشتن پیوندهای  $\pi$  غیر مستقر، در واکنشهای افزایشی به آسانی شرکت می کند
- ۳) طول پیوند C-C در بنزن از طول پیوند C-C در اتیلن کوتاه تر است (۴) انرژی تیروزیناسون هر مول آن از سه برابر انرژی تیروزیناسون هر مول اتیلن کمتر است

۱۷۷ - چند ایزومر به فرمول مولکولی  $C_8H_{16}O$  که دارای هسته بنزنی بوده و پیوند تیروزینی تشکیل نمی دهند می توان در نظر گرفت؟

۱) ۲ (۱) ۲) ۴ (۲) ۳) ۵ (۳) ۴) ۶ (۴)

۱۷۸ - کدام مطلب زیر، در مورد خواص الکل ها و یا متول ها درست است؟

- ۱) درجه یونیزاسون متول ها در آب از الکل ها کمتر است
- ۲) در واکنش استری شدن متول ها با اسیدهای کربوکسیلیک،  $H_2O$  تشکیل می شود
- ۳) نقطه جوش متول ها از الکل های هم کربن بالاتر است
- ۴) در واکنش استری شدن الکل ها با تیواسیدها  $H_2O$  تشکیل می شود

۱۷۹ - با توجه به واکنشهای مقابل:  $A \xrightarrow{Cl_2} B \xrightarrow{NaOH} C \xrightarrow{O_2} COCl_2$  : A ممکن است کدام ماده زیر باشد؟

۱) اسید استیک (۱) ۲) پروپانون (۲) ۳) فرمالدئید (۳) ۴) کتال (۴)

۱۸۰ - فرمول ساختمانی L-(-)-گلیسرآلدئید کدام است؟



۱۸۱ - از تانتر تیتریکسید سدیم بر استری به فرمول  $C_4H_8O_2$ ، استات سدیم حاصل می شود. الکل تشکیل دهنده این استر کدام است؟

۱) اتانل (۱) ۲) متانل (۲) ۳) پروپانل (۳) ۴) پروپانل (۴)

۱۸۲ - کالوچورا به کدام منظور زیر ولکانیزه می کنند؟

۱) افزایش حلالیت آن در حلالهای غیر قطبی

۲) بالا بردن میزان مقاومت آن در مقابل اسیدها

۳) بالا بردن میزان مقاومت آن در مقابل اکسید کننده ها

۱۸۳ - حجم اکسژن لازم برای سوختن کامل کدام تیتریکسید زیر، دو برابر حجم  $CO_2$  حاصل از آن (در شرایط یکسان) است؟

۱)  $CH_4$  (۱) ۲)  $C_2H_6$  (۲) ۳)  $C_3H_8$  (۳) ۴)  $C_4H_{10}$  (۴)

۱۸۴ - ۰/۴۵ گرم از کدام اسید زیر با ۳۷/۵ میلی لیتر محلول ۰/۲ مولار تیتریکسید سدیم واکنش می دهد؟ (H=1, C=12, O=16)

۱)  $C_2H_5COOH$  (۱) ۲)  $CH_3COOH$  (۲) ۳)  $C_3H_7COOH$  (۳) ۴)  $C_4H_9COOH$  (۴)

۱۸۵ - واکنش سرنگ شدن آب برم توسط سیکلو پروپان، از کدام نوع زیر است؟

۱) حاشینی رادیکالی (۱) ۲) حاشینی یونی (۲) ۳) افزایشی رادیکالی (۳) ۴) افزایشی یونی (۴)

# پاسخ پرسشهای شبیهی داشته علوم تجربی آزمون سال ۱۳۶۷-۶۸ تجویلی

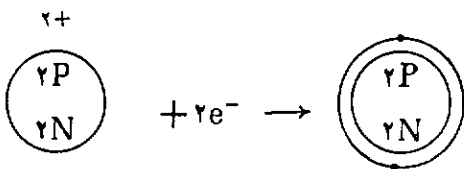
حام امینی

۱۴۵- در جامدهای یونی مذاب، به علت گسسته شدن شبکه بلوری، یونها می‌توانند با حرکت به سوی الکترودها و تبادل الکترون، موجب هدایت جریان برق شوند ولی در حالت جامد یونها در شبکه بلور درگیر بوده و به علت زیاد بودن انرژی شبکه بلور، قابلیت جابجایی و حرکت به سوی الکترودها را ندارند. از این نظر این نوع جامدها در حالت جامد جریان برق را هدایت نمی‌کنند (ولی در حالت مذاب و یا محلول جریان برق را هدایت می‌کنند).

۱۴۶- با استفاده از آرایش الکترونی یونها، آرایش الکترونی عنصرهای مربوط به هر یون را می‌نویسیم و با استفاده از آرایش الکترونی، موقعیت هر عنصر را در جدول تناوبی مشخص می‌کنیم.

A: ... $2p^4$	دوره دوم
B: ... $2p^6 3s^2$	دوره سوم
C: ... $3p^6 4s^1$	دوره چهارم
D: ... $3p^5$	دوره سوم

۱۴۷- ذره  $\alpha$  با دارا بودن دو پروتون و دو نوترون، همان هسته اتم هلیم است بنابراین با جذب دو الکترون به اتم هلیم مبدل می‌شود

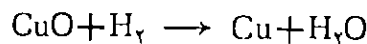


۱۴۸- در هر دوره عناصر اصلی جدول تناوبی، تعداد ترازهای اصلی ثابت است (مثلاً عناصر دوره اول شامل یک تراز اصلی، عناصر دوره دوم شامل دو تراز اصلی و ...) بنابراین با افزایش عدد اتمی، نیروی جاذبه هسته بر تراز ظرفیت افزایش می‌یابد، در نتیجه شعاع اتمی کاهش و عدد الکترونگاتیوی افزایش می‌یابد.

۱۴۹- گزینه ۴. نشان می‌دهد که اربیتال s اتم کربن با دو اربیتال p هیبرید شده و یک اربیتال p غیر هیبریدی باقی مانده است.

۱۴۱-  $MnO_4^-$ ، یون منگنات و  $MnO_4^{2-}$ ، یون پرمنگنات نام دارد. با توجه به اینکه مس می‌تواند کاتیونهای مس (I)،  $Cu^+$  و مس (II)،  $Cu^{2+}$  تشکیل دهد بنابراین فرمول  $CuMnO_4$  را می‌توان پرمنگنات مس (I)،  $(Cu^+ + MnO_4^-)$  و منگنات مس (II)،  $(Cu^{2+} + MnO_4^{2-})$  نامید.

۱۴۲- گاز  $H_2$  ضمن عبور از کلرید کلسیم (که نمگیر است)، رطوبتی را که احتمالاً همراه دارد از دست می‌دهد و با  $CuO$  که به قدر کانی حرارت داده شده است واکنش می‌دهد



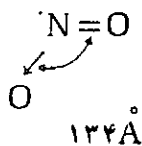
در لوله Cu باقی می‌ماند و بخار  $H_2O$  خارج می‌شود. ۱۴۳- آب گسل آلود نمونه‌یی از مخلوط سوسپانسیون، شیر نمونه امولسیون و خون نمونه مخلوط کلوتید است.

۱۴۴- اورستند، دانشمند دانمارکی توانسته بود آلومینیم را نخستین بار از واکنش زیر به دست آورد:

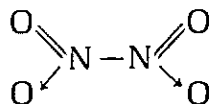


روشن است که این روش ارزش صنعتی ندارد.

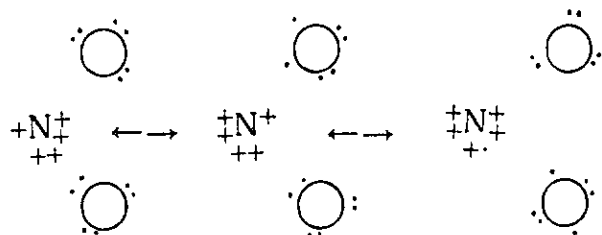
۱۵۰- در دی اکسید نیتروژن، تراز الکترونی نیتروژن به آرایش الکترونی گاز بی اثر نرسیده است. طبق فرمول ساختمانی زیر یک الکترون مفرد در تراز الکترونی نیتروژن وجود دارد.



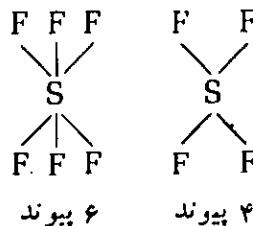
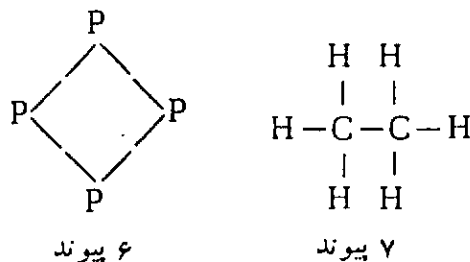
توضیح آنکه، دی اکسید نیتروژن به علت داشتن اربیتال تک الکترونی پارامگنتیک و رنگی است. دو مولکول NO<sub>۲</sub> با شرکت دادن اربیتالهای تک الکترونی به صورت دایمر N<sub>۲</sub>O<sub>۴</sub> در می آیند که دیامگنتیک است



دی اکسید نیتروژن را می توان هیبریدرزوانسی از سه فرم رزونانسی زیر دانست:



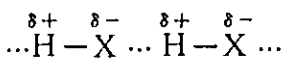
۱۵۱- تعداد پیوندها در مولکولهای داده شده به صورتهای زیر است:



بنابراین SF<sub>۶</sub> و P<sub>۴</sub> از نظر تعداد پیوندها برابرند.

۱۵۲- نیروی بین مولکولی در ید و تتراکلرید کسربن از نوع واندروالسی لاندن است. بنابراین انحلال ید در تتراکلرید کسربن با تبادل انرژی زیادی همراه نیست در حالیکه مولکولهای آب با پیوند هیدروژنی به یکدیگر متصلند که با انحلال ید باید گسته شوند که لازمه آن صرف انرژی قابل توجهی است. از این نظر اثر عامل بی نظمی در انحلال ید در تتراکلرید کسربن بیشتر است تا در انحلال آن در آب.

۱۵۳- در مولکول H<sup>δ+</sup>-X<sup>δ-</sup> در صورتی که X دارای الکترونگاتیوی زیاد باشد بار جزئی قطبها نیز زیاد است، در صورتی که حجم عنصر X نیز کوچک باشد پیوند هیدروژنی بین مولکولها به صورت



برقرار می شود. کوچک بودن شعاع اتمی از آن نظر مؤثر است که اربیتال دو الکترونی عنصر X تراکم الکترونی بیشتری داشته و بهتر می تواند با هیدروژن مولکول مجاور که آنهم حجم کوچک دارد پیوند تشکیل دهد.

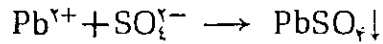
۱۵۴- ثابت تفکیک یونی الکترولیت به غلظت الکترولیت بستگی ندارد در صورتی که تراکم یونها در محلول به غلظت الکترولیت بستگی دارد بنابراین در صورتی که مولاریته دو اسید برابر باشد اسیدی که ثابت تفکیک یونی بیشتری دارد تراکم H<sup>+</sup> بیشتری در واحد حجم خواهد داشت و pH آن کوچکتر خواهد بود.

۱۵۵- با توجه به اینکه انحلال گاز آمونیاک در آب در جهت کاهش میزان بی نظمی است بنابراین در صورتی انحلال خودبخودی خواهد بود که گرمازا یعنی در جهت کاهش سطح انرژی باشد.

۱۵۶- عنصر شیمیایی به نوع اتمهایی اطلاق می شود که پروتونهای برابر داشته باشند.

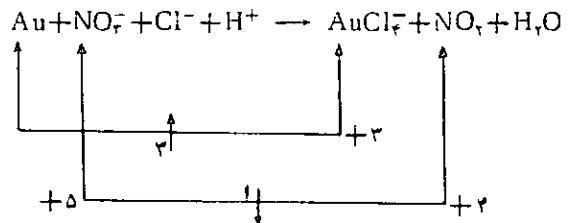
۱۵۷- کمتر بودن ثابت تفکیک یونی HF در آب در مقایسه با HSO<sub>۴</sub><sup>-</sup> نشان می دهد که HF از نظر قدرت اسیدی از HSO<sub>۴</sub><sup>-</sup> ضعیف تر است به بیان دیگر F<sup>-</sup> تمایل بیشتری برای جذب H<sup>+</sup> در مقایسه با SO<sub>۴</sub><sup>-</sup> خواهد داشت و با توجه به نظریه بروشتند - لوری قدرت بازی بیشتری دارد.

۱۵۸- به علت نامحلول بودن  $PbSO_4$  در آب، واکنش:

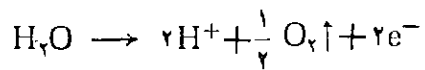


انجام شده و در تشخیص رسوب  $BaSO_4$  مزاحمت ایجاد می‌شود.

۱۵۹- در  $AuCl_4^-$  عدد اکسیداسیون Au برابر ۳+ است بنابراین تغییر عدد اکسیداسیون Au نیز ۳ می‌باشد که آنرا ضریب  $NO_3^-$  قرار می‌دهیم و تغییر عدد اکسیداسیون N را کمه برابر ۱ می‌باشد ضریب Au قرار داده به کمک آنها سایر ضرایب را محاسبه می‌کنیم



۱۶۰- به علت بالا بودن پتانسیل الکترونی  $F_2$  اکسیداسیون یون  $F^-$  با مواد اکسیدکننده انجام پذیر نیست بنابراین تهیه  $F_2$  از الکترولیز  $KHF_2$  صورت می‌گیرد. در صورتی که محلول  $KF$  در آب الکترولیز شود در مقام رقابت برای از دست دادن الکترون،  $H_2O$  از  $F^-$  الکترون دهنده تر است و نیم واکنش اجزای



در آند انجام شده گاز  $O_2$  به دست می‌آید.

۱۶۱- به طوری که مقادیر  $E^\circ$  نشان می‌دهد یون  $H^+$  نسبت به یونهای  $Fe^{2+}$  و  $Ni^{2+}$  قدرت الکترون گیری بیشتری دارد بنابراین محلول اسیدها را در ظرف آهنی یا نیکلی نمی‌توان نگاهداری کرد. ولی چون  $Fe^{2+}$  نسبت به  $Ni^{2+}$  اکسیدکننده ضعیف‌تری است نمکهای آهن را در ظرف نیکلی می‌توان نگاهداری کرد.

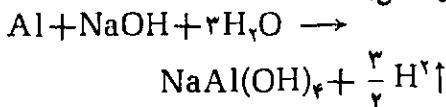
۱۶۲- در هالوژنها با افزایش عدد اتمی تمایل هالوژن برای جذب الکترون کاهش می‌یابد و برعکس تمایل آتون‌ها لید برای از دست دادن الکترون یعنی اکسید شدن زیاد می‌شود.

۱۶۳- در عناصر گروه سوم، عنصر B به علت کوچک بودن شعاع اتمی در حالت جامد، پیوندهای کووالانسی بین اتمهای آن برقرار است، به بیان دیگر جزو جامدهای کووالانسی به‌شمار می‌رود بنابراین نقطه ذوب بالاتری نسبت به عناصر دیگر گروه IIIA دارد. گرچه آلومینیم فراوانترین عنصر این گروه است ولی به حالت آزاد یافت نمی‌شود از این نظر گزینه (۱) نمی‌تواند پاسخ درست باشد.

۱۶۴- مولکول  $O=O$  غیر قطبی ولی مولکول  $O=C=O$  به علت زاویه دار بودن و وجود اربیتال دو الکترونی غیر پیوندی در اتم مرکزی قطبی است.

۱۶۵- در فسفر سفید ( $P_4$ ) زوایای پیوندی برابر ۶۰ درجه است. اتمهای فسفر به منظور تشکیل مولکول  $P_4$  باید از وضع عادی خود (که زاویه ۹۰ درجه دارند) منحرف شده به حالت ناپایدار درآیند این عامل موجب می‌شود که پیوند در فسفر سفید از پیوند در فسفر قرمز مست‌تر باشد و تحت اثر اکسیژن هوا گسسته شده و فسفر اکسید شود. چون این واکنش گرمازا است موجب آتش گرفتن فسفر سفید در هوا می‌شود.

۱۶۶- طبق واکنش:



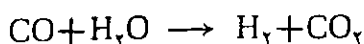
می‌توان از حجم تیدروژن آزاد شده جرم آلومینیم مصرف شده را محاسبه کرد.

mol, Al	ml, $H_2$
۱	$3 \times 11200$
x	۵۶۰
	$x = \frac{1}{60}$ مول

چون زمان واکنش برابر ۳۰ ثانیه یا  $\frac{1}{4}$  دقیقه است سرعت متوسط بر حسب مول در دقیقه چنین است:

$$V_m = \frac{\frac{1}{60}}{\frac{1}{4}} = \frac{1}{30} \text{ مول در دقیقه}$$

۱۶۷- با توجه به واکنش:



می توان دانست به ازاء واکنش يك مول CO با يك مول  $\text{H}_2\text{O}$ ، يك مول  $\text{H}_2$  و يك مول  $\text{CO}_2$  حاصل می شود بنابراین غلظت مواد در حال تعادل چنین است

$$[\text{CO}_2] = 0/5 \quad \text{مول}$$

$$[\text{H}_2] = [\text{CO}_2] = 0/5 \quad \text{»}$$

$$[\text{CO}] = 1 - 0/5 = 0/5 \quad \text{»}$$

$$[\text{H}_2\text{O}] = 3 - 0/5 = 2/5 \quad \text{»}$$

پس:

$$K = \frac{0/5 \times 0/5}{0/5 \times 2/5} = 2 \times 10^{-1}$$

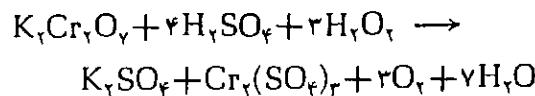
۱۶۸- جرم سود خالص را در ۲/۵ گرم سود ناخالص (۸۰ درصد) معین می کنیم

۱۰۰	گرم سود خالص	۸۰	گرم سود ناخالص
۲/۵		x = ۲	گرم

با توجه به اینکه در سود ۰/۲ نرمال در هر لیتر  $0/2 \times 40 = 8$  گرم سود خالص حل شده است می توان نوشت:

گرم سود	میلی لیتر محلول سود
۸	۱۰۰۰
۲	x
میلی لیتر	x = ۲۵۰

۱۶۹- طبق واکنش:

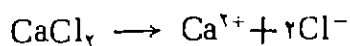


هر مول  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  می تواند توسط ۳ مول  $\text{H}_2\text{O}_2$  احیا شود و چون تغییر اعداد اکسیداسیون دو اتم گرم در دی کرومات پتاسیم برابر ۶ می باشد هر مول دی کرومات پتاسیم برابر ۶ اکی والان است یعنی شش اکی والان گرم دی کرومات پتاسیم توسط ۳ مول  $\text{H}_2\text{O}_2$  احیا می شود و ۰/۴ اکی والان گرم آن با ۰/۲ مول

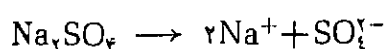
$\text{H}_2\text{O}_2$  احیا خواهد شد.

در راه حل دیگر می توان گفت که هر اکی والان ماده اکسید کننده يك اکی والان ماده احیا کننده را اکسید می کند و چون اکی والان  $\text{H}_2\text{O}_2$  برابر  $\frac{1}{2}$  مول است پس ۰/۴ اکی والان دی کرومات پتاسیم، ۰/۲ مول  $\text{H}_2\text{O}_2$  را اکسید خواهد کرد.

۱۷۰- چون دو محلول به حجم های برابر مخلوط شده اند غلظت هر کدام از نمکها پس از مخلوط شدن به نصف کاهش خواهد یافت در صورتی که غلظت  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  برابر x مول فرض شود پس از مخلوط شدن دو محلول غلظت یونها چنین است



$$[\text{Ca}^{2+}] = \frac{1}{2} \times 0/01 = \frac{1}{200} \text{ M}$$



$$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{1}{2} x$$

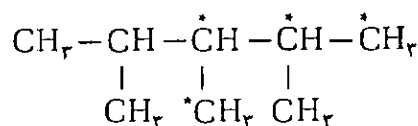
با توجه به مقدار  $K_{sp}$  می توان نوشت:

$$[\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = 2/4 \times 10^{-5}$$

$$\left(\frac{1}{200}\right)\left(\frac{x}{2}\right) = 2/4 \times 10^{-5}$$

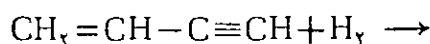
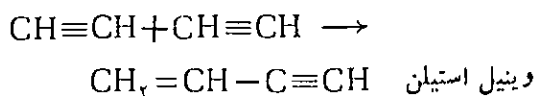
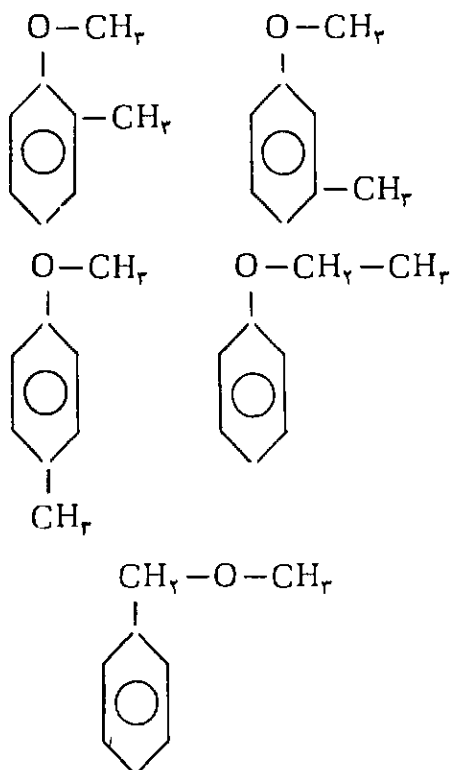
$$x = 9/6 \times 10^{-2} \text{ M}$$

۱۷۱- در فرمول ساختمانی ۲، ۳، ۴- تری متیل پنتان، نیدروژنهایی را که با قرار گرفتن کلر به جای آنها امکان تشکیل ایزومر وجود داشته باشد با علامت (\*) مشخص می کنیم

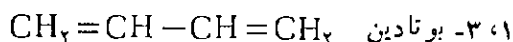


گروههای متیل که به کربنهای ۲ و ۴ متصلند در يك وضعیت می باشند.

۱۷۷- برای فرمول مولکولی  $C_8H_{10}O$  که دارای هسته بنزنی بوده و پیوند تیدروژنی تشکیل نمی‌دهند ایزومرهای زیر را می‌توان در نظر گرفت



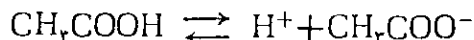
وجود دارد. با افزودن یون استات، تعادل در جهت معکوس جابجا شده تعدادی از یونهای  $H^+$  به صورت مولکول  $CH_2COOH$  در می‌آیند، در نتیجه به pH محلول افزوده می‌شود.



تیدروژناسیون وینیل استیلین به نسبت مولی برابر انجام شده است یعنی یک مول تیدروژن با یک مول وینیل استیلین واکنش داده است.

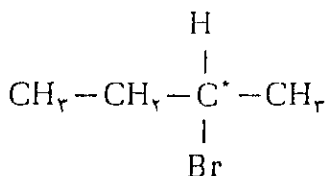
۱۷۳- در حفاظت کاتدی وسایل فلزی وسیله مورد نظر را با فلزی در تماس قرار می‌دهند که پتانسیل الکترودی کمتری دارد و در نتیجه آندپیل حاصل را تشکیل می‌دهد.

۱۷۴- در محلول اسید استیک، تعادل:



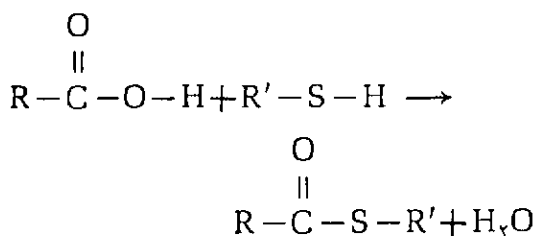
۱۷۸- وجود دارد. با افزودن یون استات، تعادل در جهت معکوس جابجا شده تعدادی از یونهای  $H^+$  به صورت مولکول  $CH_3COOH$  در می‌آیند، در نتیجه به pH محلول افزوده می‌شود.

۱۷۵- با توجه به اینکه ماده زیر دارای یک کربن نامتقارن است.



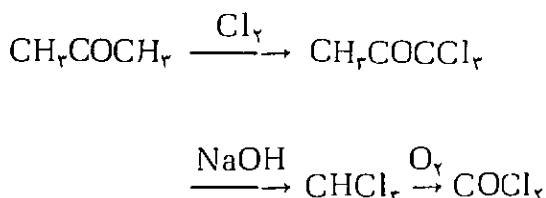
شامل دو ایزومر نوری راست‌گردان و چپ‌گردان نور پلاریزه است بنابراین دو ترکیب موثر بر نور پلاریزه به فرمول  $C_4H_9Br$  وجود خواهد داشت.

۱۷۶- به علت وجود ابر  $\pi$  غیر مستقر در بنزن و پدیده رزونانس، انرژی تیدروژناسیون هر مول آن از سه برابر انرژی تیدروژناسیون هر مول اتیلن به اندازه ۳۶ کیلوکالری برمول (انرژی رزونانس بنزن) کمتر است.

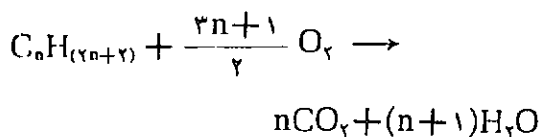


۱۷۹- چون ماده C تحت اثر اکسیژن به فسژن تبدیل شده است

پس ماده C کلروفرم است بنابراین ماده A پروپانون خواهد بود.



۱۸۳- چون با توجه به پاسخها تمام تئیدروکربنها سیر شده  
زنجیری هستند می توان نوشت:

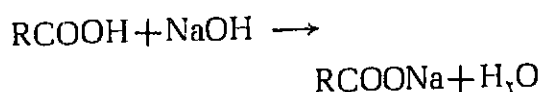


طبق متن پرسش

$$V_{O_2} = 2 V_{CO_2}$$

$$\frac{3n+1}{2} \times 22/4 = 2 \times n \times 22/4 \rightarrow n=1$$

۱۸۴- طبق متن پرسش بنیان اسیدها سیر شده زنجیری است



$$M \text{ گرم} \quad 1000 \times 5 \text{ میلی لیتر}$$

$$0/45 \quad 37/5 \rightarrow M=60$$

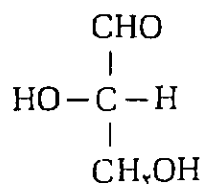


$$n=1$$

۱۸۵- مولکول سیکلو پروپان به علت انحراف پیوندها ضمن

تشکیل حلقه ناپایدار است و در اثر نور به صورت  
رادیکالی گسسته می شود بنابراین واکنش، افزایش رادیکالی  
است.

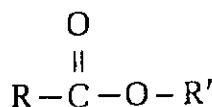
۱- برای مطالعه بیشتر در مورد آلوتروپهای فسفر به مجله رشد  
آموزش شیمی شماره ۱۳، بخش پرسش و پاسخ رجوع شود.



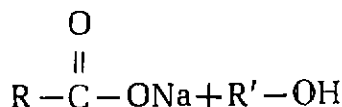
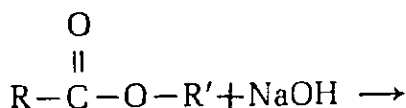
چون گروه OH سمت چپ قرار گرفته است، فرم L را

دارد و دستگاه پلاریمتر نشان می دهد که این جسم چپ  
گردان نور پلاریزه است که در فرمول با علامت (-)  
نشان داده شده است.

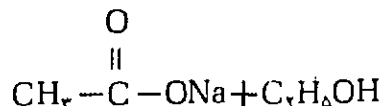
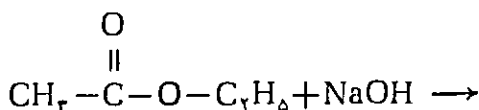
۱۸۱- در صورتیکه فرمول کلی استرها را به



نشان دهیم، R بنیان اسید تشکیل دهنده استر و R' بنیان  
الکل تشکیل دهنده آن خواهد بود که با تئیدروکسید  
سدیم به ترتیب زیر واکنش می دهد:



چون نمک حاصل استات سدیم است به جای R بنیان  
CH<sub>3</sub> قرار می دهیم، در نتیجه بنیان R' بنیان دو کربنی  
خواهد بود

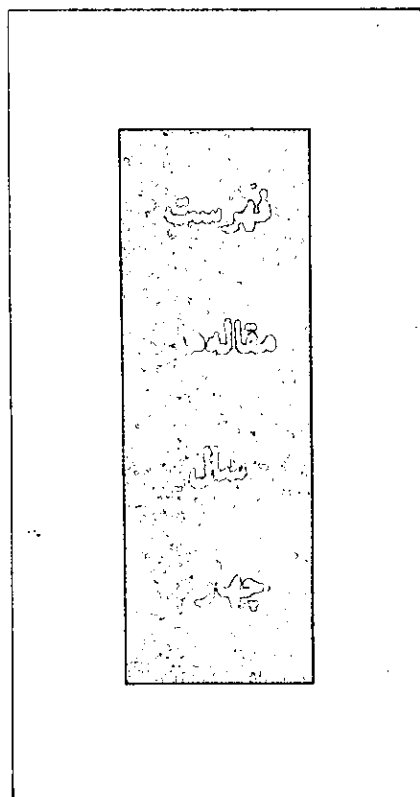
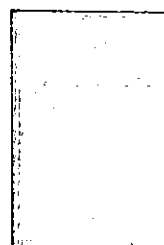
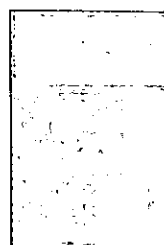
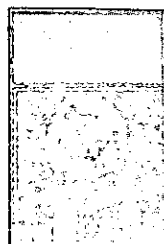


۱۸۲- کائوچو را با گوگرد حرارت می دهند تا مولکولهای  
گوگرد با پیوند کووالانسی رشته های دراز کائوچو را به  
یکدیگر پیوند دهند و خاصیت کشسانی آن افزایش یابد.



شماره ۱۴

۳	سردبیر	پیشگفتار
۴	سیدرضا آقاپور مقدم	بریستلی
۸	دکتر محمد رضا ملاردی	مروری بر مفاهیم ظرفیت و عدد اکسایش عناصر
۲۶	دکتر علی سیدی	شیمی و زندگی
۳۴	دکتر منصور عابدینی	چند مطلب درباره فلزات واسطه
۴۲	دکتر حسین آقائی	واکنشهای بیو شیمیایی انرژی زا
۴۷	شعبانعلی بینش	آشنایی با عوامل حملات شیمیایی و ...
۵۰	دکتر عیسی یوری	شناساگرهای خوراکی برای اسید و باز
۵۲	سیدجلال امیر آفتابی	روشهای کلی حل مسایل شیمی
۵۵	م. ی. نوروزیان	دستور ساخت سلسله وسایل آزمایشگاه شیمی
۵۹	گروه شیمی	امتحان گزینش دانشجو
۶۰	حسام امینی	باسخ تستهای شیمی رشته تجربی
۶۷ و ۶۳		معرفی کتاب
۶۴	ابوطالب عبدالشاه	آشنایی با کارخانه سنگ کوبی و کارگاه ...
۶۶		فرم درخواست شرکت در کنگره



شماره ۱۵

۳	سردبیر	پیشگفتار
۴	دکتر عیسی یوری	برودین، الکساندر
۶	سیدرضا آقاپور مقدم	نظریه فلوریزستون در ...
۱۰	دکتر محمد رضا ملاردی	گوشه‌ای از زمینه‌های تاریخ علم شیمی
۲۱		گفتگو با برادر دکتر هوشنگ اسلامی
۲۴	دکتر محمد رؤف درویش	جنگ شیمیایی
۳۵	دکتر علی سیدی	ایزومری سیس و ترانس و ...
۳۸	دکتر حسین آقائی	ماده و ضد ماده
۴۴	دکتر منصور عابدینی	زندگینامه
۴۶	دکتر مهران غیائی	اثرات بارانهای اسیدی بر ...
۵۰	محمد باقر جلالی	زنیورهای پلی استرساز و ...
۵۶	محسن انتظاری مقدم	خشک شویی - لک بری
۶۰	سیدجلال امیر آفتابی	روشهای کلی حل مسایل شیمی
۶۶		باهم به حرفهای برادر سلیم حاجی میرزا ...
۶۷	خلیل علمی غیائی	کار آزمایشگاهی
۷۶	م - ی - نوروزیان	دستور ساخت سلسله وسایل آزمایشگاهی
۷۸	حسام امینی	پرسش و پاسخ
۸۰	عبدالله جهانتاب	آشنایی با کارخانه سیمان
۸۲		اخبار

شماره ۱۳

۳	سردبیر	پیشگفتار
۴	دکتر محمد رضا ملاردی	خواص بنیادی اتم
۱۶	دکتر منصور عابدینی	پیوند در مولکول آب
۲۰	دکتر علی سیدی	نامگذاری ترکیبات آلی
۲۴	دکتر علی پور جوادی	الیاف سنتزی
۳۲	خلیل علمی غیائی	کار آزمایشگاهی
۳۶	دکتر کریم زارع	مطالعه آنزیمها
۴۲	عباس صادقی	آب و برخی از ویژگیهای آن
۴۶	مرتضی نیکپور	قندسازی
۵۰	صدیقه ابراهیمی	مقدمه‌ای بر آلودگی هوا
۵۶	حسام امینی	پرسش و پاسخ
۶۰		امتحان گزینش دانشجو (بخش ویژه دانش آموزان)
۷۲	دکتر عیسی یوری	شیمی در رنگ آمیزی تخم مرغ
۷۷		ارتباط مجله با دوستان اران علوم
		به ویژه شیمی
۷۹	م - ی نوروزیان	چوب پنبه سوراخ کن
۸۰		معرفی کتاب

مفاهیم و یا جایجایی آنها در کتابهای درسی، به همکاران عزیز اشاره می‌شود: برنامه تفصیلی، هدفهای آموزشی و برخی اصول برنامه‌ریزی و روشهای آن که در کتابها و انتشارات حرفه‌ای مربوط به روشهاست، رجوع کنند. بدین وسیله می‌توان از انبوه تجارب و نظرات همکاران عزیز به نحو علمی‌تر و پربارتری استفاده کرد و به تحولات ارزنده‌تری در برنامه و کتابهای درسی رسید. تحولاتی که تنها به تغییر موضوعات و محتوای علمی کتابها نیاچامد، بلکه به بهبود بخشیدن به راه و روش رسیدن به مفاهیم و مهارتها توجه داشته باشد.

در اینجا به چند مآخذ سودمند در مورد برنامه‌ریزی آموزش شیمی برای مراجعه می‌دهد.

۱ - سلسله مقالات «هدفهای آموزشی و اصول ارزشیابی در آموزش شیمی» در مجله‌های رشد آموزش شیمی شماره‌های ۱۰/۹/۸/۶ (این مقاله‌ها ادامه دارد).

۲ - کتاب الگوهای تدریس شیمی نوشته مرتضی خلخالی از انتشارات مرکز نشر دانشگاهی. این کتاب تحلیل مفصلی روی هدفهای آموزش شیمی در ایران، همچنین اصول کاربرد برخی اصول طراحی آموزشی در تنظیم برنامه و روشهای تدریس آن انجام می‌دهد.

۳ - کتاب روشها و فنون در آموزش علوم، تألیف برخی صاحب‌نظران یونسکو و ترجمه و نشر دفتر کمک آموزشی وابسته به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی. این کتاب نیز به مفهوم واقعی آموزش علوم و تجارب جهانی به ویژه تلاشهای کشورهای جهان سوم، در امر برنامه‌ریزی و ایجاد تحول در روشهای برنامه‌ریزی و تدریس علوم تجربی می‌پردازد. به امید روزی هستیم که هم کمبود نیروی انسانی متخصص در امر برنامه‌ریزی درسی و روشها جبران شود و هم مکانیسم برنامه‌ریزی پیش دانشگاهی مستحول و هماهنگ شده و تنگناهای مربوط به مسائل و اعتبارات مالی برطرف شود.

گروه برنامه‌ریزی آموزش شیمی  
دفتر تحقیقات و برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی

## اطلاعیه

### در باره 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 هر سه ماه یکبار - چهار شماره در سال - منتشر می‌شود.

این نشریات در حال حاضر عبارتند از:

- |                     |                          |                            |
|---------------------|--------------------------|----------------------------|
| ۱ - رشد آموزش ریاضی | ۴ - رشد آموزش شیمی       | ۷ - رشد آموزش جغرافیا      |
| ۲ - رشد آموزش زبان  | ۵ - رشد آموزش زمین‌شناسی | ۸ - رشد آموزش زیست‌شناسی   |
| ۳ - رشد آموزش فیزیک | ۶ - رشد آموزش ادب فارسی  | ۹ - رشد آموزش معارف اسلامی |

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، جاده آملی، خیابان سازمان آب بیستمتری خورشید مرکز توزیع انتشارات سازمان پژوهش کد پستی ۱۶۵۹۸ - تلفن ۷۸۵۱۱۰

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

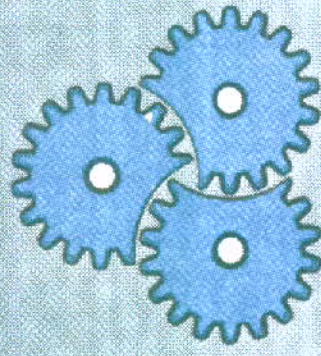
### فرم اشتراک مجلات رشد تخصصی

اینجانب  
نشانی دقیق متقاضی:  
با ارسال فیش واریز مبلغ ۴۰۰ ریال، متقاضی اشتراک یکساله مجله رشد آموزش  
استان  
شهرستان  
خیابان  
کوچه  
پلاک  
کد پستی  
تلفن  
هستم.

## فروهندک اصطلاحات صنعتی و فنی

انگلیسی - فارسی

برای  
مهندسان



نام کتاب: فرهنگ اصطلاحات صنعتی و فنی

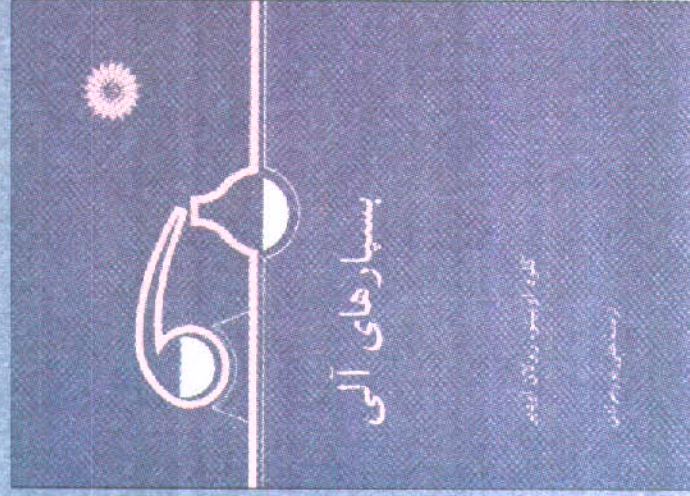
انگلیسی - فارسی

ناشر: مؤسسه انتشارات امیرکبیر

تاریخ انتشار: چاپ دوم ۱۳۶۷

کتاب در ۵۶۴ صفحه همراه با جدولهای تبدیل یکاها به یکدیگر

گردآوری: عبدالله ارگانی



نام کتاب: بسیارهای آلی

ناشر: مرکز نشر دانشگاهی

تاریخ انتشار: چاپ اول ۱۳۶۷

کتاب در ۱۹۰ صفحه شامل نه فصل همراه با واژهنامه

فصل ۱ شناخت درشت مولکول؛ فصل ۲ سنتز بسیارها؛ فصل ۳

محلولهای درشت مولکول

فصل ۴ پلی مولکولارینه - جزء به جزء کردن؛ فصل ۵ تعیین جرم

مولکولی و مشخصات ترمودینامیکی محلولها؛ فصل ۶ حالت فیزیکی

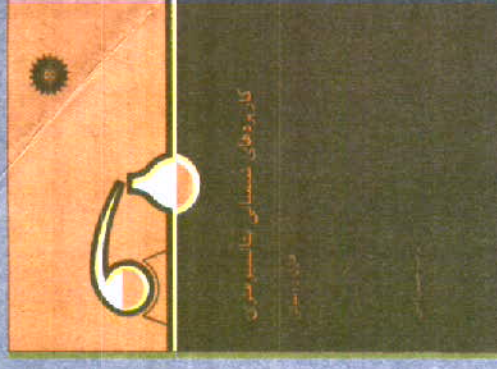
بسیارهای جامد؛ فصل ۷ خواص مکانیکی بسیارها؛ فصل ۸ کاربرد

مواد پلاستیکی؛ فصل ۹ واکنشهای شیمیایی درشت مولکولها.

تألیف: کلود اوبینو، رولان اودبر

Claude Aubineau et Roland Audebert

ترجمه: دکتر علی پور جوانی



نام کتاب: کاربردهای شیمیایی پانسیومتری

ناشر: مرکز نشر دانشگاهی، تهران

تاریخ انتشار: چاپ اول ۶۷

کتاب در ۳۱۵ صفحه شامل عنوانهای زیر:

پیشگفتار؛ فهرست نمادهای اصلی؛ مقدمه؛ سلولهای بدون انتقال؛

اندازه گیری نیروی محرکه الکتریکی؛ نیروی محرکه الکتریکی نیم -

سلول استاندارد؛ انواع سلولها؛ کاربرد نیروی محرکه الکتریکی در محاسبات

سلولها برای پیشگویی؛ کاربرد نیروی محرکه الکتریکی در محاسبات

ترمودینامیکی؛ انواع نیم سلولها؛ تعیین فعالیتها، غلظتها و اعداد

انتقال؛ کاربرد نیروهای محرکه الکتریکی در مطالعه تعادلهای شیمیایی؛

گردیان داخل سلولها؛ کاربرد تجزیه ای نیروی محرکه الکتریکی؛

پانسیومتری در حلالهای غیر آبی؛ پانسیومتری در نمکهای مذاب؛

سلولهای دارای الکترولیت جامد؛ نیروی محرکه الکتریکی یک سلول

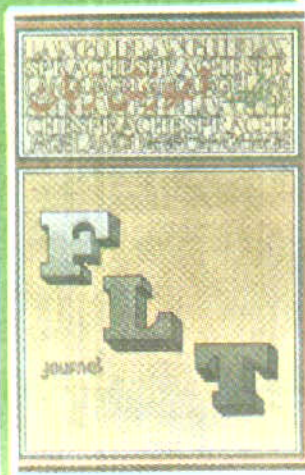
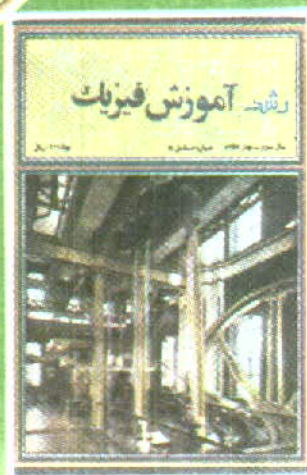
گالوانی؛ پوست؛ مقادیر پانسیلهای استاندارد پسرخی نیم سلولها؛

واژه نامه انگلیسی - فارسی با واژه نامه فارسی - انگلیسی؛ فهرست

راهها.

تألیف: روسوتی، هازل (Rossotti, Hazel)

ترجمه: دکتر حسین آقایی



**مجلات رشد تخصصی**  
هر سه ماه یکبار، برای استفاده دبیران و دانشجویان رشته‌های مختلف و دانش‌آموزان علاقه‌مند دبیرستانها از سوی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش منتشر می‌شود.

آیا شما مجلات رشد  
مخصوص دبیران  
را می‌خوانید؟