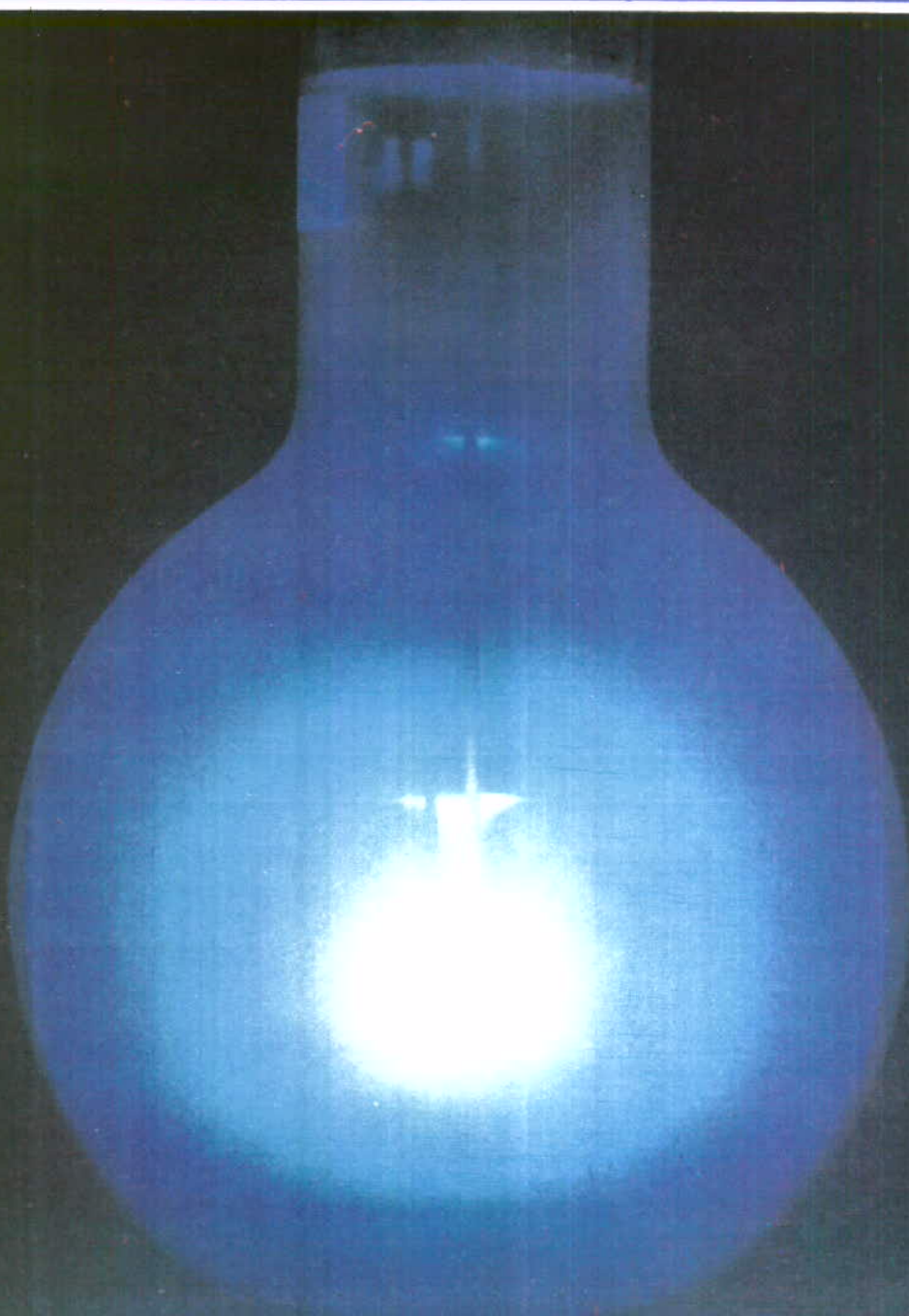
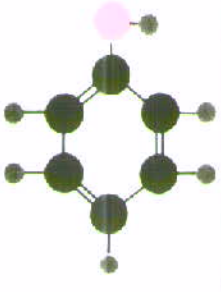


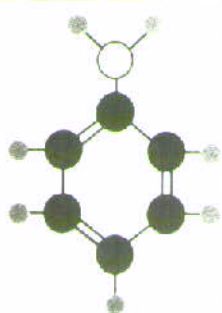
# رشد آموزش شیمی

سال هشتم - زمستان ۱۳۷۰ - شماره مسلسل ۳۰ - بها: ۲۰۰ ریال

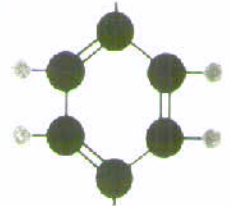




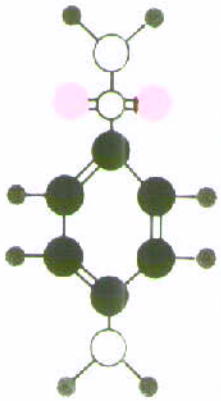
فنل



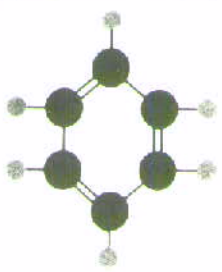
انیلین



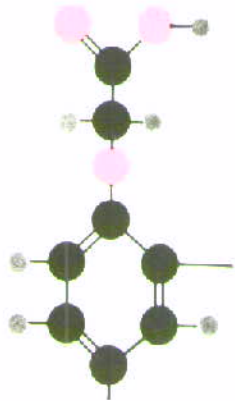
پارادی کلر و بنزن



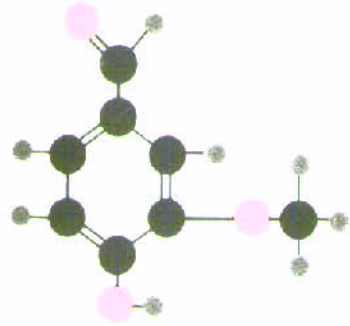
سولفا نیلامید



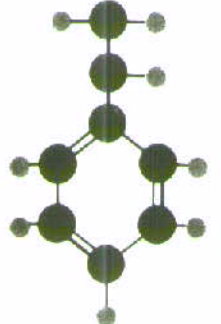
بنزن



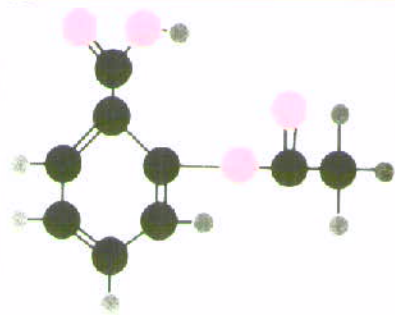
D.۴.۳



و انیلین



استیرن



اسپیرین

## دشاد آموزش شیمی

سال هشتم - زمستان ۱۳۷۰ - شماره مسلسل ۳۰  
نشریه گروه شیمی دفتر برنامه ریزی و تألیف کتب درسی سازمان  
پژوهش و برنامه ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش

سر دبیر: سید رضا آقا پور مقدم

مسئول هماهنگی و تولید: فتح... فروغی

شورای نویسندگان:

دکتر حسین آقائی  
دکتر محمد رضا ملاردی  
دکتر مسعود روحی لاریجانی  
حسام الدین امینی  
سید رضا آقا پور مقدم  
محمد باقر جلالی

امور فنی، صفحه آرا و رسم: علی نجمی

دستیار ناظر چاپ: محمد کشمیری

نشانی: تهران - صندوق پستی ۳۶۳ - ۱۵۸۵۵

الفن: ۴ - ۸۳۹۳۶۳ - داخلی ۴۲

مجله رشد آموزش شیمی هر سه ماه یک بار به منظور اعتلای دانش دبیران و دانشجویان دانشگاهها و مراکز تربیت معلم و سایر دانش پژوهان در این رشته منتشر می شود. جهت ارتقاء کیفی آن نظرات ارزشمند خود را به صندوق پستی تهران ۳۶۳ - ۱۵۸۵۵ ارسال فرمائید.

### فهرست

۳	گروه المپیاد شیمی	سرمقاله
۴	دکتر محمد رضا ملاردی	آموزش شیمی
۱۲	ملك طاهر مقصودلو	مفهوم عنصر چیست
۱۳	دکتر حسین آقائی	سرگذشت جوش هسته ای
۲۰	غلامحسین لطیفی	یاد سنجی (یاد متری)
۲۴	دکتر محمد حسین عزیزی	نقش روی در بدن انسان
۲۶	دکتر علی سیدی	برندگان جوایز نوبل در شیمی
		یازدهمین المپیاد بین المللی شیمی
۳۵	دکتر مسعود روحی لاریجانی	
۴۲	دکتر منصور عابدینی	تشکیل عناصر شیمیایی ...
۵۶		آشنایی با کتاب و مجله

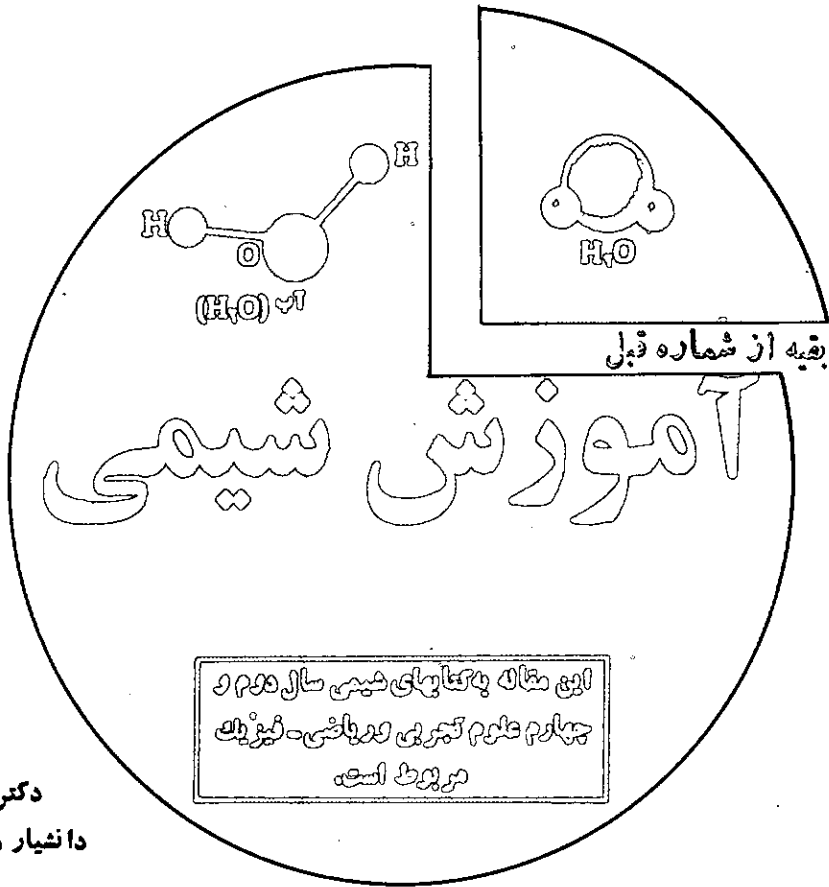
روی جلد: سوختن گوگرد در اکسیژن

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

## تاریخ مختصر

## المپیاد جهانی شیمی

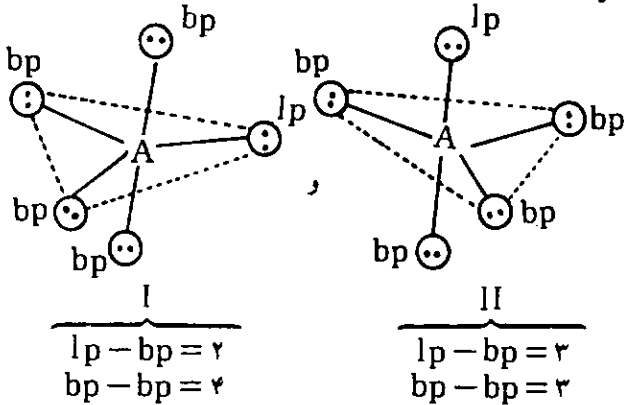
در سال ۱۹۶۸ م سه کشور اروپایی لهستان، مجارستان و چک و اسلواکی نخستین المپیاد شیمی را در شهر پراگ مرکز کشور چک و اسلواکی برگزار کردند در آن هنگام بنا بر آن شد که از هر کشور ۶ نفر دانش آموز دوره دبیرستانی شرکت کنند و یک هیأت داوران مرکب از سرپرستان آنها تشکیل شود که کار این هیأت، دسته بندی پرسشها و تصمیم گیری در مورد تعداد مدالها بود. همچنین تصمیم گرفته شد که رقابت های دانش آموزان دو مرحله نظری و آزمایشگاهی داشته باشد که دانش آموزان در مرحله نظری ۵ تا ۶ مساله حل کنند و در مرحله آزمایشگاهی، آزمایش معینی را انجام دهند. هر دو مرحله ارزیابی شود و بر اساس مجموع نمره های کسب شده، برندگان مسابقه معین و اعلام شود.



دکتر محمدرضا ملاری  
دانشیار دانشگاه تربیت معلم

ب) مولکولهای  $AB_4(lp)$  که در آنها اتم مرکزی دارای یک جفت الکترون غیر پیوندی است.

در اطراف اتم مرکزی در این دسته از مولکولها، پنج جفت الکترون وجود دارد که بنا بر اساس این نظریه باید با آرایش دو هرمی مثلثی در اطراف اتم مرکزی قرار گیرند. اما چون یک جفت از این الکترونها غیر پیوندی است، باید دو وضعیت، مطابق شکل ۱۹ برای آرایش این پنج جفت الکترون در نظر گرفت:

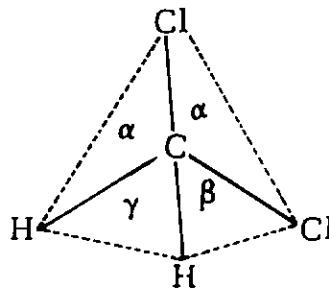


شکل ۱۹- نمایش دو نوع آرایش متفاوت برای چهار جفت الکترون پیوندی و یک جفت الکترون غیر پیوندی در اطراف اتم مرکزی

توضیح:

اگر چهار اتم متصل به اتم مرکزی در این نمونه از مولکولها یکسان نباشند، باز هم ساختار هندسی مولکول یا یون به صورت چهار وجهی باقی می ماند. اما به دلیل برابر نبودن طول پیوندها، این چهار وجهی منظم نخواهد بود و زاویه های پیوندی نیز برابر  $109^{\circ}28'$  باقی نخواهد ماند و با هم برابر نخواهد بود. مانند مولکولهای:

$CH_3Cl$ ,  $CH_2Cl_2$ ,  $CHCl_3$ ,  $CF_3Cl$ ,  $CHFCl_2$  و یونهای  $PF_4^+$ ،  $S_4O_4^{2-}$  و ... که ساختار چهاروجهی نامنتظم دارند. مثلاً در مورد  $CH_3Cl$  داریم:



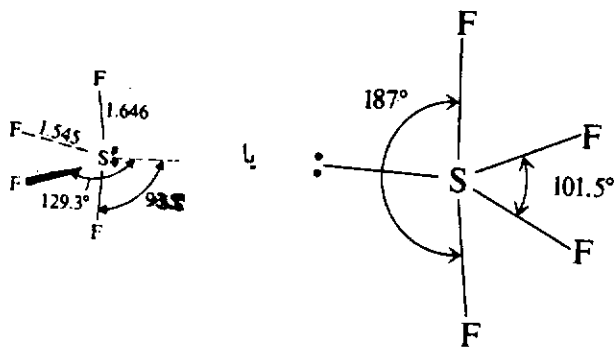
$$\hat{\alpha} \neq \hat{\beta} \neq \hat{\gamma}$$

$$\hat{\alpha} > 109^{\circ}, 28'$$

$$\hat{\beta} < 109^{\circ}, 28'$$

$$\hat{\gamma} < 109^{\circ}, 28'$$

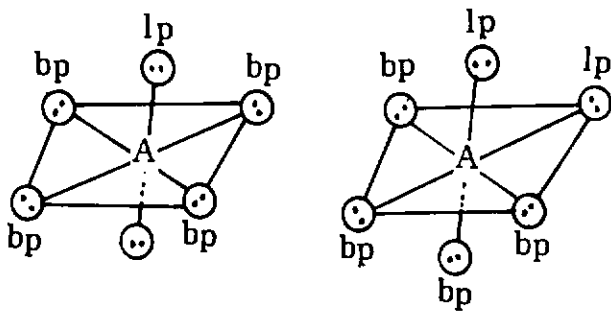
محوری ( $1/646 \text{ \AA}$ ) از طول پیوند استوایی ( $1/545 \text{ \AA}$ ) بیشتر است.



شکل ۲۲- ساختار هندسی مولکول  $SF_4$

ج) مولکولهای  $AB_4(lp)_2$  که در آنها اتم مرکزی دارای دو جفت الکترون غیر پیوندی است.

در اطراف اتم مرکزی در این دسته از مولکولها، شش جفت الکترون وجود دارد که براساس این نظریه باید با آرایش یک هشت وجهی منظم در اطراف آن قرار گیرند. بنابراین می توان دو نوع آرایش متمایز طبق شکل ۲۳ برای آنها در اطراف اتم مرکزی در نظر گرفت:



I

II

$$lp - lp = 0$$

$$lp - bp = 8$$

$$bp - bp = 4$$

$$lp - lp = 1$$

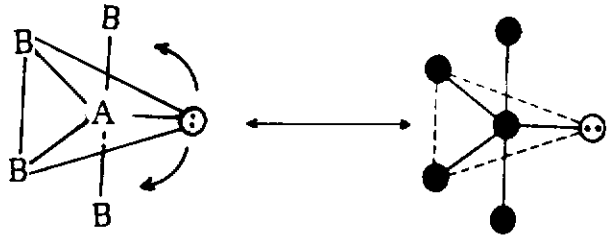
$$lp - bp = 6$$

$$bp - bp = 5$$

شکل ۲۳- نمایش دو نوع آرایش متفاوت برای چهار جفت الکترون پیوندی و دو جفت الکترون غیر پیوندی در اطراف اتم مرکزی

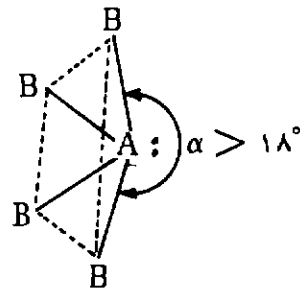
همان طور که ملاحظه می شود، آرایش I که در آن جفت الکترونها غیر پیوندی در راستای محوری با زاویه  $180^\circ$  از یکدیگر قرار دارند ( $lp - lp = 0$ ) از آرایش II که

بهروشنی می توان دریافت که از این دو نوع آرایش ایزومر، آرایش I پایدارتر است. زیرا از یک طرف، دافعه الکتروستاتیکی نسبتاً شدید  $lp - bp$  در آن کمتر است و از طرف دیگر، با قرار گرفتن جفت الکترون غیر پیوندی در قاعده مشترک، دو شرط اساسی یعنی نزدیکتر شدن آن به اتم مرکزی و فاصله گرفتن از جفت الکترونها پیوندی (به اندازه زاویه  $120^\circ$ ) تأمین می شود. از این رو، آرایش آنها در اطراف اتم مرکزی (ساختار هندسی مولکول) به صورتی است که در شکل ۲۵ نشان داده شده است:



شکل ۲۵- ساختار هندسی مولکولهای  $AB_4(lp)$

در واقع، به دلیل وجود دافعه الکتروستاتیکی بین این یک جفت الکترون غیر پیوندی و جفت الکترونها پیوندی واقع در راستای محوری، پیوندهای محوری اندکی خم می شوند و مولکول مطابق شکل ۲۱ به صورت خوک (Sawhorse) و با یک هرم نامنظم با یالهای نابرابر و قاعده چهار ضلعی نامسطح درمی آید.



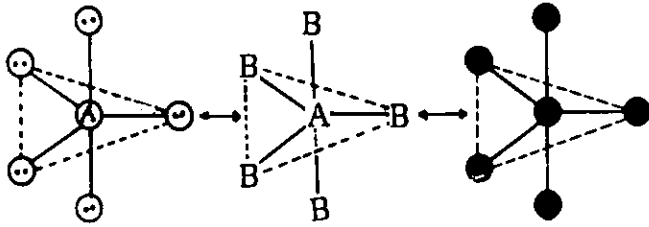
شکل ۲۱- ساختار هندسی مولکولهای  $AB_4(lp)$

نمونه های متداول این دسته از مولکولها عبارت اند از:

$SF_4$ ،  $SCl_4$ ،  $SeF_4$ ،  $SeCl_4$ ،  $TeF_4$ ،  $TeCl_4$ ، ...  
برای نمونه، ساختار هندسی مولکول  $SF_4$  در شکل ۲۲ نشان داده شده است:

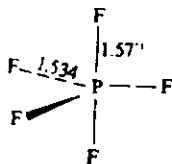
همان طور که در این شکل نشان داده شده است، زاویه بین جفت الکترون غیر پیوندی با هر یک از الکترونها پیوندی  $93/5^\circ$  و زاویه بین دو پیوند استوایی  $101/5^\circ$  و زاویه بین پیوندهای استوایی و محوری  $129/3^\circ$ ، طول پیوند

الکتروستاتیکی  $bp - bp$  در آن قابل چشمپوشی (تقریباً صفر) است، اتمهای مستقر در قاعده، به اتم مرکزی نزدیکتر قرار می‌گیرند. به بیان دیگر، طول پیوندهای استوایی از طول دو پیوند محوری کوتاهتر خواهد بود.



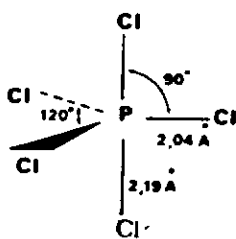
شکل ۲۵- آرایش جفت الکترونها و ساختار هندسی مولکولها  $AB_5$

با دآوری می‌شود که بین جفت الکترونها محوری و استوایی زاویه  $90^\circ$  وجود دارد و دافعه الکتروستاتیکی بین آنها قابل چشمپوشی نیست. به دلیل همین دافعه بیشتر است که اتمها در راستای محوری در فاصله نسبتاً دورتری از اتم مرکزی قرار می‌گیرند. مثلاً، در مورد مولکول  $PF_5$  که نمونه شاخصی از این دسته از مولکولها است، همان طور که در شکل ۲۶ نشان داده شده است، طول پیوندهای محوری برابر  $1.57$  آنگستروم و بزرگتر از طول پیوندهای استوایی است (که برابر  $1.534$  آنگستروم می‌باشد).



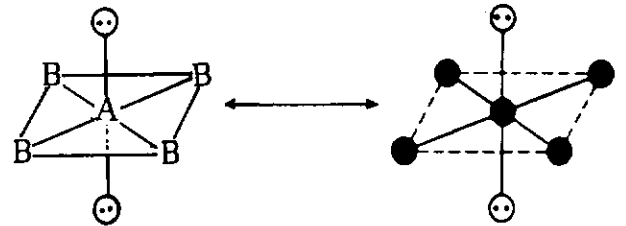
شکل ۲۶- ساختار هندسی مولکول  $PF_5$

در مورد مولکول  $PCl_5$  که نمونه بارز دیگری از این نوع مولکولها است، همان طور که در شکل ۲۷ نشان داده شده است، طول پیوندهای محوری  $2.19 \text{ \AA}$  و طول پیوندهای استوایی  $2.04 \text{ \AA}$  است.



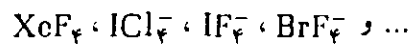
شکل ۲۷- ساختار هندسی مولکول  $PCl_5$

در آن الکترونها غیر پیوندی با زاویه  $90^\circ$  از یکدیگر فرار دارند، بسیار پایدارتر است. از این رو، چهار جفت الکترون پیوندی یعنی چهار اتم لیگاند را باید در یک صفحه مربعی در اطراف اتم مرکزی در نظر گرفت. در این صورت، مولکول طبق شکل ۲۴ دارای ساختار مسطح مربعی (Square Planar) خواهد شد. زیرا با این ترتیب میزان دافعه الکتروستاتیکی  $bp - lp$  در دو طرف صفحه شکل به کمترین مقدار خود می‌رسد.

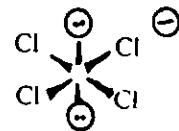


شکل ۲۴- ساختار هندسی مولکولهای  $AB_4(lp)$

نمونه‌های متداول این دسته از مولکولها و یونها عبارت‌اند از:



مثلاً در مورد یون  $ICl_4^-$  داریم:



#### (IV) مولکولهای شش اتمی $AB_6$

الف) مولکولهای  $AB_6$  ای که در آنها اتم مرکزی جفت الکترون غیر پیوندی ندارد.

در اطراف اتم مرکزی در این دسته از مولکولها، پنج جفت الکترون وجود دارد که همگی پیوندی‌اند و با توجه به اساس این نظریه، باید با آرایش دو هرمی مثلثی در اطراف آن قرار گیرند. بنابراین، هم آرایش جفت الکترونها و هم آرایش اتمها در اطراف اتم مرکزی (ساختار هندسی مولکول) در این دسته از مولکولها، مطابق شکل ۲۵، به صورت دو هرمی مثلثی است.

بنابراین اساس و اصول این نظریه که به آنها اشاره شده است، چون زاویه پیوندی در قاعده مشترک  $120^\circ$  و دافعه‌های

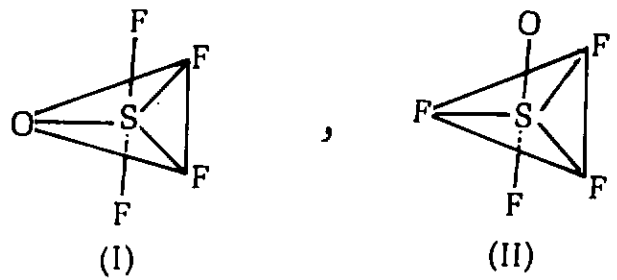


آرایش هندسی اتمها را در اطراف اتم مرکزی در مولکولهای از نوع  $PF_4Cl$ ،  $PF_5$  و غیره که آرایش دوهرمی مثلثی دارند، به آسانی پیشگویی کرد.

بر اساس این قاعده، آنها و گروههای کوچکتر و الکترو-نگاتیوتر ترجیح می دهند که با اوربیتالهای هیبریدی اتم مرکزی که خصلت S کمتری دارند پیوند تشکیل دهند. در صورتی که آنها و گروههای حجیم و الکتروپوزیوتر، اوربیتالهای هیبریدی دارای خصلت S بیشتر را ترجیح می دهند، چون می توان هیبریداسیون اوربیتالهای اتم فسفر را در این نوع مولکولها در راستای محوری عمدتاً از نوع  $(pz, dz^2)dp$  و در راستای استوایی عمدتاً از نوع  $(py, px)sp^2$  دانست. پس خصلت S در راستای محوری ناچیز اما در راستای استوایی قابل توجه (۳۳/۳٪) است و از این رو، طبق قاعده بنت اتمهای فلوتور که کوچکتر و الکترونگاتیوترند در راستای محوری قرار می گیرند و اتمهای کلر که حجیم و دارای الکترونگاتیوی کمترند، راستای استوایی واقع بر قاعده مشترک را اشغال می کنند.

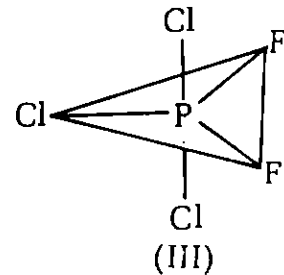
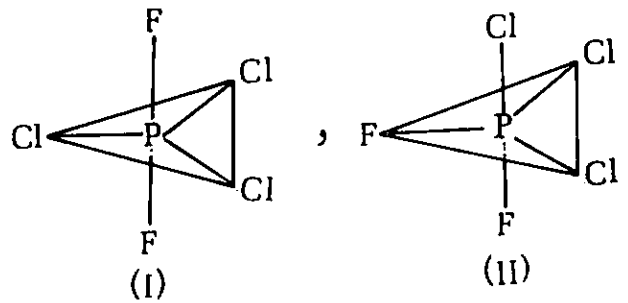
**ب) مولکولهای  $AB_5(lp)$  که در آنها اتم مرکزی دارای یک جفت الکترون غیر پیوندی است.**

در این دسته از مولکولها، در اطراف اتم مرکزی، شش جفت الکترون وجود دارد که بنا بر اساس این نظریه با آرایش یک هشت وجهی منظم در اطراف آن قرار گیرند. پس آرایش جفت الکترونها در اطراف اتم مرکزی به صورت هشت وجهی است. اما چون یک جفت از این الکترونها غیر پیوندی است، بنابراین، آرایش آنها (ساختار هندسی مولکول) مطابق شکل ۳۳ به صورت یک هرم با قاعده مربعی خواهد بود که جفت الکترون غیر پیوندی در سمت پایین قاعده آن قرار دارد. برخلاف مولکولهای  $AB_5$  دوهرمی مثلثی، طول پیوند محوری از طول پیوندهای استوایی کسوتاهتر و فاصله الکترون غیر پیوندی تا اتم مرکزی هم از طول پیوند محوری و هم از طول پیوندهای استوایی بیشتر است. از طرفی، چون جفت الکترون غیر پیوندی بر جفت الکترونها پیوندی مستقر در قاعده دافعه الکتروستاتیکی ( $lp - bp$ ) وارد می کند، صفحه قاعده، اندکی به سمت رأس هرم انحراف حاصل می کند. در نتیجه، زاویه بین پیوندهای استوایی و محوری از  $90^\circ$  کوچکتر می شود. به بیان دیگر، اتم مرکزی (برم) در سطح قاعده قرار ندارد.



شکل ۳۱- دو نوع آرایش ممکن برای اتمهای فلوتور و اکسیژن در اطراف اتم مرکزی در مولکول  $OSF_4$

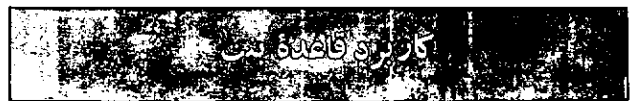
همچنین در مورد مولکول  $PF_4Cl$ ، طبق شکل ۳۲، می توان سه ساختار ایزومر را در نظر گرفت که در بین آنها، ساختار (I) پایدارتر وضعیت و ساختار (III) ناپایدارترین



شکل ۳۲- سه نوع آرایش ممکن آنها در اطراف اتم مرکزی در مولکول  $PF_4Cl$

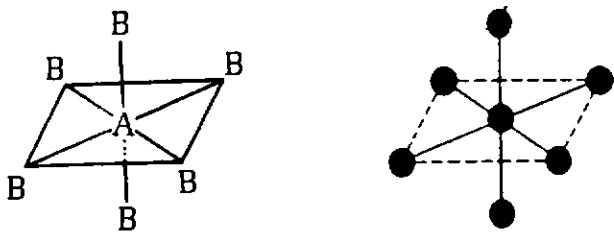
وضعیت آرایش اتمها در اطراف اتم مرکزی نشان می دهد. زیرا در ساختار (I) اتمهای Cl که حجیم بیشتر و الکترونگاتیوی کمتر دارند، در موضعی استوایی، اما در ساختار (III) در موضعی محوری قرار دارند.

در مورد مولکولهای  $PF_4Cl$ ،  $PF_5$  و غیره نیز می توان پیشگوییهای مشابهی در مورد ساختار هندسی، به عمل آورد.

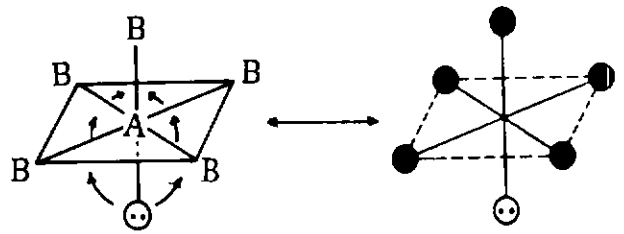


بر اساس قاعده بنت (Bent) نیز می توان پایدارترین



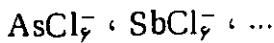
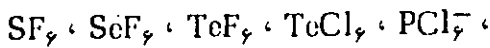


شکل ۳۵- ساختار هندسی مولکولهای  $AB_6$

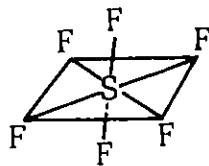


شکل ۳۳- ساختار هندسی مولکولهای  $AB_6(Ip)$

متداولترین نمونه‌های این دسته از مولکولها و یونها عبارت‌اند از:



برای نمونه، ساختار هندسی مولکول  $SF_6$  در شکل ۳۶ نشان داده شده است.

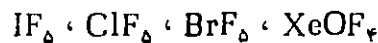


شکل ۳۶- ساختار هندسی مولکول  $SF_6$

مولکولهایی مانند  $SF_5Cl$  یا  $SF_4Cl_2$  نیز ساختار هشت وجهی دارند. اما به دلیل برابر نبودن طول همه پیوندها، ساختار آنها به صورت یک هشت وجهی نامنتظم است.

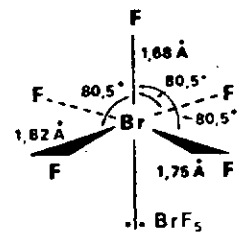
یادآوری می‌شود که چون هر شش رأس هشت وجهی کاملاً هم‌ارزند، تفاوتی ندارد که جفت الکترون غیر پیوندی در کدام رأس هشت وجهی قرار گیرد.

نمونه‌های متداول این دسته از مولکولها، عبارت‌اند از:



... (اتم O در رأس هرم قرار دارد)

به عنوان مثال، در مورد مولکول  $BrF_5$  مطابق شکل ۳۴، زاویه بین پیوندهای استوایی و محوری  $80.5^\circ$  و طول

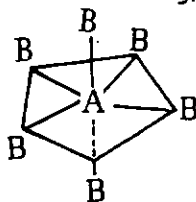
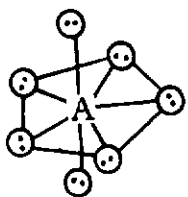


شکل ۳۴- ساختار هندسی مولکول  $BrF_5$

پیوندهای استوایی و محوری به ترتیب برابر  $1/689$  و  $1/82$  و فاصله جفت الکترون غیر پیوندی تنها اتم مرکزی  $1/75$  آنگستروم است.

### (VI) مولکولهای هشت اتمی $AB_7$

در اطراف اتم مرکزی در این دسته از مولکولها، هفت الکترون وجود دارد که همگی پیوندی‌اند و بنابر اساس این نظریه باید با آرایش یک دوهرمی با قاعده پنج ضلعی در اطراف آن قرار گیرند. از این رو، هم آرایش جفت الکترونها و هم آرایش اتمها در اطراف اتم مرکزی (ساختار هندسی) در این دسته از مولکولها مطابق شکل ۳۷ به صورت یک دوهرمی با قاعده پنج ضلعی (Pentagonal bipyramidal) خواهد بود.

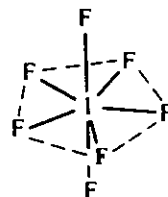


شکل ۳۷- آرایش جفت الکترونها و اتمها در مولکولهای  $AB_7$

### (V) مولکولهای هفت اتمی $AB_7$

در اطراف اتم مرکزی در این دسته از مولکولها، شش جفت الکترون وجود دارد که همگی پیوندی‌اند و بنابر اساس این نظریه باید با آرایش یک هشت وجهی منتظم در اطراف آن قرار گیرند. از این رو، هم آرایش جفت الکترونها و هم آرایش اتمها در اطراف اتم مرکزی (ساختار هندسی مولکول) مطابق شکل ۳۵، به صورت یک هشت وجهی منتظم خواهد بود. یعنی، همه زاویه‌های پیوندی با هم و طول همه پیوندها با هم برابر است.

متداولترین نمونه این دسته از مولکولها  $IF_7$  است که ساختار آن در شکل ۳۸ نشان داده شده است:

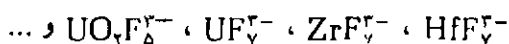


شکل ۳۸- ساختار هندسی مولکول  $IF_7$

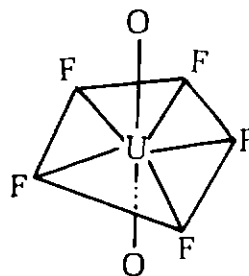
لازم به یادآوری است که در ساختار این دسته از مولکولها، برخلاف مولکولهای دو هرمی مثلثی  $AB_5$ ، طول پیوندها محوری از طول پیوندهای استوایی کوتاهتر است.

### توجه

در مورد عنصرهای واسطه نیز به یونهای با فرمول کلی  $AB_7$  برمیخوریم که ساختار دو هرمی با قاعده پنج ضلعی دارند. مانند یونهای:

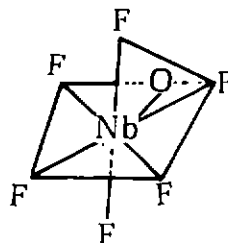


برای نمونه، ساختار هندسی یون  $UO_2F_6^{2-}$  در شکل ۳۹ نشان داده شده است.



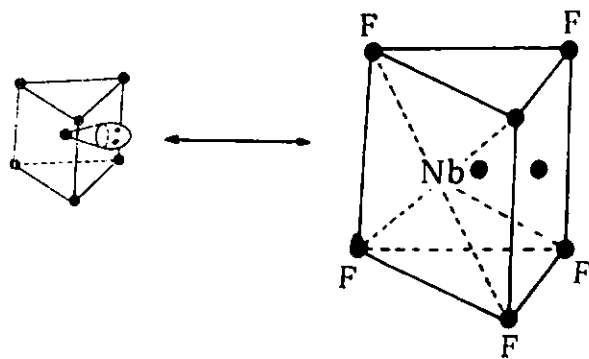
شکل ۳۹- ساختار هندسی یون  $UO_2F_6^{2-}$

قابل توجه است که برخلاف  $UO_2F_6^{2-}$ ، یون  $NbOF_6^{2-}$  دارای ساختار هشت وجهی یک کلاهیکی است که در آن، مطابق شکل ۴۰، یونهای  $F^-$  در رأسهای یک هشت وجهی، اما یون  $O^{2-}$  در مرکز یکی از وجههای این هشت وجهی قرار دارد.



شکل ۴۰- ساختار هندسی یون  $NbOF_6^{2-}$

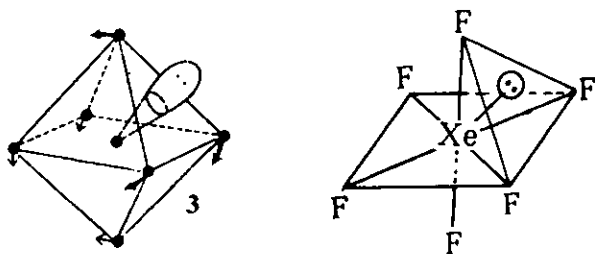
قابل توجه است که یونهای  $NbF_7^{3-}$  و  $TaF_7^{3-}$  برخلاف یونهای  $ZrF_7^{3-}$  و  $HfF_7^{3-}$  دارای ساختار منشور مثلثی یک کلاهیکی (Mono capped trigonal prisme) است که مطابق شکل ۴۱، در آن شش یون  $F^-$  در رأسهای منشور و یک یون  $F^-$  باقیمانده در مرکز یکی از وجههای آن قرار دارد. برای نمونه، ساختار یون  $NbF_7^{3-}$  در شکل ۴۰ نشان داده شده است.



شکل ۴۱- ساختار هندسی یون  $NbF_7^{3-}$

### توجه

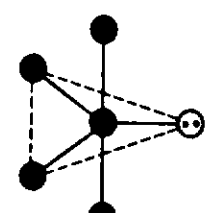
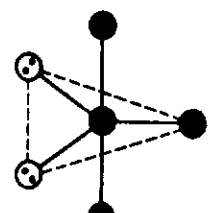
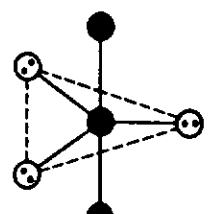
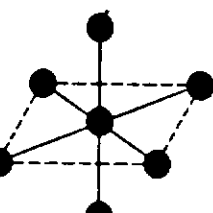
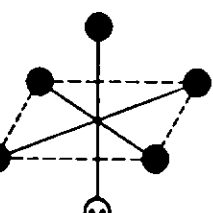
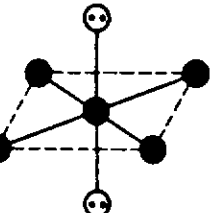
برای مولکول  $XeF_8$  که در آن اتم مرکزی (Xe) دارای یک جفت الکترون غیر پیوندی است، مانند یون  $NbOF_6^{2-}$ ، می توان مطابق شکل ۴۲، ساختار هشت وجهی یک کلاهیکی در نظر گرفت که در آن جفت الکترون غیر پیوندی (مانند O در  $NbOF_6^{2-}$ ) در مرکز یکی از وجهها قرار دارد:



شکل ۴۲- ساختار هندسی مولکول  $XeF_8$

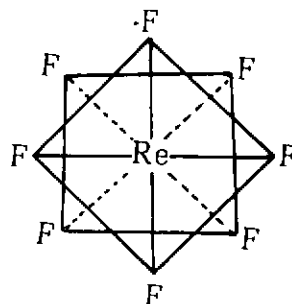
## (VII) مولکولهای $AB_8$

این دسته از مولکولها در مورد عنصرهای اصلی شناخته نشدهاند. اما در بین عنصرهای واسطه، یونهایی با این فرمول شناسایی و جدا شدهاند و یکی از ساختارهای هندسی که توان برای این یونها در نظر گرفت، ساختار ضد منشور مربعی (Square antiprisme) است. یادآوری می شود که اگر

نمونه	شکل مولکولی	lp	$n_v$
SF <sub>4</sub>	 خرك مانند	1	5
ClF <sub>3</sub>	 شکل - T	2	5
XeF <sub>2</sub> , I <sub>3</sub> <sup>-</sup> , IF <sub>2</sub> <sup>-</sup>	 خطی	3	5
SF <sub>6</sub> , PF <sub>6</sub> <sup>-</sup> , SiF <sub>6</sub> <sup>2-</sup>	 هشت وجهی	0	6
IF <sub>5</sub> , BrF <sub>5</sub>	 هرم با قاعده مربعی	1	6
XeF <sub>4</sub> , IF <sub>4</sub> <sup>-</sup>	 مسطح مثلثی	2	6

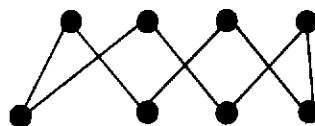
در يك منشور مربع القاعده از جمله مكعب يا مكعب مستطیل)، یکی از دو قاعده را ثابت نگهداشته و دیگری را به اندازه  $45^\circ$  به دور محور اصلی منشور بچرخانیم، يك ضد منشور مربعی حاصل خواهد شد که در آن رأسهای دو قاعده نسبت به یکدیگر در وضعیت نبودشیده (نامقابل Staggered) قرار دارند و وجههای جانبی به جای چهارضلعی، همگی به صورت مثلثی درمی آیند. آنیونهای سی مانند  $TaF_8^{3-}$  و  $ReF_8^{3-}$  چنین ساختاری دارند.

برای نمونه، ساختار هندسی یون  $ReF_8^{3-}$  در شکل ۴۳ نشان داده شده است:



شکل ۴۳- ساختار هندسی یون  $ReF_8^{3-}$  (ضد منشور مربعی)

قابل توجه است که مولکول حلقوی هشت انمی گوگرد ( $S_8$ ) که دارای شکل تاج است در واقع به صورت يك حلقه هشت عضوی تاخوردۀ زیگزاگ مانند که چهار اتم آن در يك صفحه مربعی در پایین و چهار اتم دیگر نیز در يك صفحه مربعی در بالا قرار دارند. به طریقی که این دو صفحه مربعی مطابق شکل ۴۴ به صورت نبودشیده یعنی با آرایش يك ضد منشور مربعی قرار دارند.



شکل ۴۴- ساختار مولکول  $S_8$

در پایان، در شکل ۴۵ نمونه های مهم ساختارهای مولکولی (ساختارهای هندسی مولکولها) در ارتباط با تعداد جفت الکترونهاي لایه ظرفیت ( $n_v$ ) و تعداد جفت الکترونهاي غیر پیوندی ( $lp$ ) اتم مرکزی، نشان داده شده است.

این مقاله به کتاب شیمی سال اول و دوم علوم تجربی - ریاضی نیز یک درجوط است.

# مفهوم عنصر چیست؟


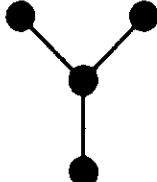
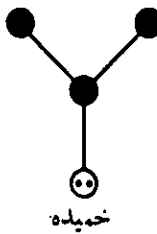
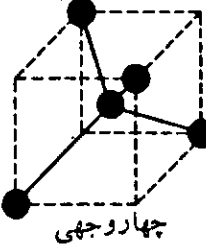
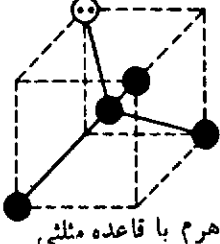
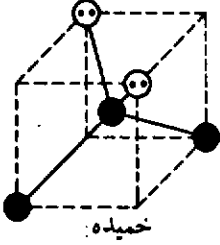
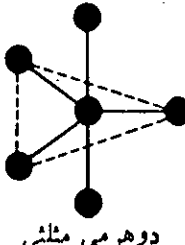
نوشته: ویلار. اچ. پوندی

ترجمه: ملک‌ظاهر مقصود او عضو هیات علمی گروه شیمی تربیت معلم زاهدان

معلمان شیمی با کاربرد تعریف قدیمی «عنصر» دانش‌آموزان را گیج می‌کنند. در حالی که، عملاً یک تعریف نوین را تفهیم می‌کنند. در این مقاله، این مسأله مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است و چند راه حل نیز پیشنهاد می‌شود.

## تعاریف مستوح عنصر

پیش از آن که دالتون وجود آنها را فرض کند، یک عنصر به عنوان یک ماده خالص تعریف شده بود که نمی‌تواند به دو یا تعداد بیشتری از مواد ساده‌تر تجزیه شود. از آنجایی که این تعریف پیش از پیدایش نظریه جدید اتمی ارائه شده بود، ضروری به نظر می‌رسید که تعریفی بر اساس خواص ماکروسکوپی مواد ارائه شود. بعداً دالتون گفت که یک عنصر شامل اتمهای یکسان می‌باشد. این تعریف با

$n_v$	lp	شکل مولکولی	نمونه
2	0	 linear	$\text{BeH}_2, \text{CO}_2$
3	0	 سطح مثلثی	$\text{SO}_3, \text{BF}_3$
3	1	 خمیده	$\text{SO}_2, \text{O}_3$
4	0	 چهاروجهی	$\text{CH}_4, \text{CF}_4, \text{SO}_4^{2-}$
4	1	 هرم با قاعده مثلثی	$\text{NH}_3, \text{PF}_3, \text{AsCl}_3$
4	2	 خمیده	$\text{H}_2\text{O}, \text{H}_2\text{S}, \text{SF}_2$
5	0	 دوهرمی مثلثی	$\text{PF}_5, \text{PCl}_5, \text{AsF}_5$

شکل ۴۵- نمونه‌های مهم ساختارهای مولکولی در ارتباط با تعداد جفت الکترونی غیر پیوندی (lp) و جفت الکترونی لایه ظرفیت ( $n_v$ ) اتم مرکزی

تعریفی از يك عنصر به عنوان يك ماده خالص مطابقت داشت اما يك ماده ساده متشكل از آنها، نمی تواند خالص باشد مگر اینکه شامل اتمهای یکسانی باشند.

### اکثر کشف ایزوتوپها

این دو تعریف، هر دو با وجود آلوتروپها سازگاری دارند. اما در سال ۱۹۱۲ کشف ایزوتوپهای يك عنصر، این تعریفها را به صورت مطلق در آورد. زیرا يك عنصر که شامل مخلوطی از ایزوتوپهاست، يك ماده خالص نیست.

بی ارزش بودن امروزی تعاریف قدیمی با توجه به چهار نکته به شرح زیر که در کتابهای شیمی عمومی آمده است، به خوبی نشان داده شده است: يك مخلوط از دو یا تعداد بیشتری از انواع مواد حاصل می شود که می توانند با وسایل فیزیکی از هم جدا شوند، بنا بر این يك ماده خالص، به عنوان يك نمونه یکنواخت (هموزن) ماده تعریف شده است که تمام نمونه های آن خصوصیات فیزیکی و شیمیایی یکسانی دارند. عناصر مواد خالصی اند که بر اثر تغییرات شیمیایی نمی توانند تجزیه شوند (تعدادی از عناصر دارای مخلوطی از ایزوتوپهای مختلفند).

بیشتر عناصر مخلوطند نه مواد خالص، زیرا شامل مخلوطی از ایزوتوپهایی هستند که می توانند با روشهای فیزیکی مانند پخش و طیف سنجی جرمی به مواد خالص (ایزوتوپهای مجزا) تفکیک شوند. يك نمونه آن، جداسازی هیدروژن (۱) از هیدروژن (۲) از راه تقطیر جزه به جزه

هیدروژن معمولی می باشد. اصلاح تعریف قدیمی يك عنصر به عنوان يك ماده خالص با بیان این مطلب که ماده خالص نمی تواند به دو یا تعداد بیشتری مواد با روشهای شیمیایی جدا شود، مشکل تعریف قدیمی را حل نمی کند. تعدادی از ایزوتوپها با روشهای شیمیایی می توانند از هم جدا شوند. برای مثال آب سنگین می تواند از آب معمولی با عمل الکترولیز جدا شود. به علاوه روشی برای جداسازی نیتروژن (۱۴) از نیتروژن (۱۵) در نیتروبنزن گزارش شده است. این روش بر این اساس استوار است که نیتروژن (۱۵) موجود در نیتروبنزن نسبت به نیتروبنزن دارای نیتروژن (۱۴)، در مقابل الکترونهاي حل شده در آمونیاک مایع دارای آفینیتة الکترونی بیشتری است.

جداسازی ایزوتوپها مشکل است ولی جداسازی تعدادی از زوج ایزومرهای فعال نوری نیز مشکل می باشد.

همان طوری که شواهد از طریق تعدادی از خصوصیات فیزیکی ایزوتوپهای هیدروژن که در جدول ارائه شده، نشان می دهد، آنها بیشتر از زوج مواد دیگر از نظر فیزیکی یا شیمیایی با هم تفاوت دارند. اگر چه ایزوتوپها در مواردی که مربوط به عدد اتمی است شبیه همد و ولی از آنجایی که عدد جرمی مختلفی دارند، دارای خصوصیات فیزیکی متفاوتی می باشند. حقیقتاً همه خصوصیات هیدروژن- (۱) و هیدروژن (۲) از یکدیگر متفاوت است و شیمیدانها نام و نماد متفاوت برای آنها به کار می برند. هیدروژن (۲) را با نام دوتریم و نماد D نشان می دهند.

بنابراین هر ایزوتوپ هیدروژن و هر ایزوتوپ عنصر دیگر يك ماده متمایز است.

### تعریف نوری عنصر

هر عنصر با عدد اتمی اش (با تعداد پروتونها در هسته اش) مشخص می شود. خواه آزاد و یا به شکل ترکیب باشد. این يك تعریف نوین از عنصر است. هر اتم آزاد با عدد اتمی (A) يك اتم اکسیژن می باشد. هر اتم ترکیب شده با (A) پروتون در هسته، اتم اکسیژن می باشد. هیچ هسته ای با عدد اتمی متفاوت با (A) يك هسته اکسیژن نیست. اگر چه نام اکسیژن از زبانی به زبان دیگر متفاوت می باشد، ولی عدد اتمی آن همیشه (A) و نماد آن همیشه O است. اگر تمام اتمهای موجود در يك نمونه ماده دارای عدد اتمی (A) باشند، در این صورت نمونه مورد نظر يك نمونه از عنصر اکسیژن است. خواه آن O، O<sub>۲</sub>، O<sub>۳</sub> یا مخلوطی از آنها باشد.

تعریف نوین با کاربرد نمادها برای عناصر در مواد و یونها سازگار است. در مواد و یونها هسته غیر قابل تغییر می باشد و لسی خصوصیات عناصر و ساختمانهای الکترونی آنها قابل تغییر است. ما از کلر ترکیب شده در کلرومتان (CH<sub>۳</sub>Cl) صحبت می کنیم و نمادی برای کلر در فرمول کلر و متان به کار می بریم. نمادی که برای اکسیژن در فرمول به کار می رود، O<sup>۲-</sup> است. زیرا در برابر هشت پروتون در هسته، ده الکترون در اطراف هسته وجود دارد.

بیشتر کتابهای درسی يك عنصر را به عنوان يك ماده خالص تعريف می کنند که نمی تواند از طریق شیمیایی به دو یا تعداد بیشتری ماده تفکیک شود. و یا به عنوان ماده ای که دارای يك نوع اتم می باشد تعريف می شود. در این صورت وقتی از عدد اتمی یا ایزوتوپها بحث می گردد، گفته می شود که عدد اتمی مشخصه یا هویت يك عنصر است. بدین طریق تعدادی از کتابهای درسی به طور ضمنی تعريفی نوین از يك عنصر را می فهمانند؛ بدون اینکه تعريفی جدید از يك عنصر را ارائه دهند.

معمولاً کلمه عنصر در این بخش به صورت برجسته یا رنگی نیست و فهرست مطالب به عنصر در این صفحه اشاره ای نمی کند اگر تعريف عنصر در يك واژه نامه ارائه شود، معمولاً گویای يك ماده خالص یا تشکیل شده از يك نوع اتم خواهد بود. يك کتاب درسی دبیرستانی عنصر را بسیار زیبا تعريف می کند. «يك عنصر شامل اتمهایی است که همه آنها تعداد پروتونهای یکسانی در هسته خود دارند.» ولی این تعريف در پاراگراف مربوط به ایزوتوپها و عدد اتمی ارائه شده بود و مانند دیگر تعاریف این کتاب درسی روی کلمه عنصر (از طریق برجسته یا رنگی کردن) که در مورد تعريفهای دیگر صورت گرفت، تأکید نشده بود.

يك کتاب درسی مقدماتی و دو کتاب درسی شیمی عمومی تعريف جدیدی ارائه داده اند ولی کلمات توصیفی، مثل می تواند

یا ممکن است را به کار برده اند. این تعريفها می گویند که يك عنصر ممکن است یا می تواند تعريف شود.

دو کتاب درسی شیمی عمومی از عنصر تعريف نوینی به عنوان يك توصیف ارائه داده اند و آن را به طور جدا بنیاد نهاده و اهمیت آن را تعیین می کنند.

تعاریف موجود در بهترین کتابهای درسی می تواند به وسیله محدود نکردن تعريف عنصر به يك ماده اصلاح شود. ما برای يك عنصر وقتی که خالص و یا به شکل ترکیب است نماد یکسانی به کار می بریم. خصوصیت عنصر خواه آن عنصر به صورت آزاد یا ترکیب باشد، همان عدد اتمی است.

مسائلی در ارتباط با تعريف  
تاریخی و يك تعريف دیگر:

آموزش دادن دانش آموزان با تعاریف قدیمی و ناکامل از يك عنصر، شبیه يك امتحان چند جوابی خوب است که این امتحان دانش آموز را با جوابهای غلط و اشتباه آمیز عادت می دهد. ضمناً آنها در غالب موارد جوابهای غلطی را که در اختیار آنها گذاشته شده به خاطر می آورند. تجربه من تأیید می کند که بیشتر دانش آموزان تعريف جدید عنصر را در درسهای قبلی شان نیاموخته اند. در نتیجه حتی اگر آنها تعريف نوین را در زمان امتحان نهایی بیاموزند، آنها به آنچه که در کلاسهای قدیمی شیمی آموخته اند باز می گردند. به دلیل آموختن تعريف عنصر در شیمی عمومی، آموزش آن در مراتب

پایین تر هم عین همین مسأله را داشته است. به جای استفاده از روش تاریخی اجدادی در آموزش عنصر، مواد، اتمها، مولکولها و غیره، این امکان وجود دارد که از اتمها شروع کنیم زیرا بیشتر دانش آموزان قبل از دوره دبیرستان با مفهوم اتم سروکار و آشنایی دارند. بعد از توضیح دادن هسته، پروتون، نوترون، الکترون، عدد اتمی و عدد جرمی با استفاده از تعريف نوین می توان يك عنصر را تعريف کرد.

خصوصیات ماکروسکوپی عناصر باید به دنبال تعريف جدید نه قبل از آن و موضوع ایزوتوپها و مواد باید به دنبال تعريف عنصر ارائه داده شود.

نتیجه گیری

اگر روش تاریخی برای تعريف عنصر مورد استفاده قرار می گیرد، تعريف جدید قبل از ارائه آن باید نفهیم شود. اگر تعريف عنصر در پاراگراف مربوط به ایزوتوپها یا عدد اتمی مخفی باشد، اهمیت را از نظر غالب دانشجویان از دست می دهد به علاوه تعاریف دیگر، هر گاه به منظور آماده کردن دانش آموزان برای تعريف جدید عرضه می شوند، باید به عنوان تعريف قدیمی یا تاریخی وصف شوند. روش دیگر آنقدر سطح بالایی دارد که به کمک آن نمی توان مفاهیم قدیمی را آموزش داد بلکه، خود تعريفهای جدیدی را ایجاد و دانش آموز را سردرگم می کند و موجب آن می شود که معلمان آنها بگویند که دانش آموزان نمی توانند مفاهیم ذهنی مانند مفهوم ایزوتوپها را درک کنند.

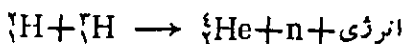
# «جوش هسته‌ای سرد» گذشت

همراه است، این هدف دنبال می‌شود که در شرایط تحت کنترل از جوش دادن هسته‌های هیدروژن به یکدیگر، هسته‌های هلیوم ساخته شوند و از انرژی فوق‌العاده زیاد حاصل از آن در راه هدفهای صلحجویانه استفاده نمایند.

در دماهای بالا، مانند دماهایی که در جو خورشید برقرار است، از جوش خوردن چهار پروتون طی مراحل به یکدیگر، یک هسته هلیوم تشکیل می‌شود. به چنین فرایندی که در آن، هسته‌های سنگین‌تر از جوش خوردن هسته‌های کوچک‌تر به یکدیگر تشکیل می‌شود جوش هسته‌ای می‌گویند. چون چنین جوشهای هسته‌ای در دماهای فوق‌العاده بالا امکان‌پذیر است یا به انرژی زیادی برای راه انداختن آنها نیاز است، به آنها جوش داغ گفته می‌شود. در مقابل، از اصطلاح «جوش سرد» می‌توان این معنا را انتظار داشت که جوش هسته‌ها به یکدیگر در دماهای معمولی انجام‌پذیر باشد و برای به راه انداختن آن به انرژی زیادی نیاز نباشد.

## بحث جوش سرد پیش از سال ۱۹۸۹

فیزیکدانها معتقدند از جوش سرد ایزوتوپهای هیدروژن با یکدیگر می‌توان هلیوم را ساخت. آنها این موضوع را در سال ۱۹۴۷ پیشگویی نمودند و در سال ۱۹۵۷ آن را به تجربه درآوردند. این کشف توسط السوارز<sup>۵</sup> و همکارانش در دانشگاه برکلی در آمریکا در اتاقک حباب هیدروژن مایع در ۳۰K صورت گرفت و طی آن حقیقتاً یک جوش سرد اتفاق افتاد. این جوش سرد ناشی از تجربه‌های الکترولیزی نبود، بلکه یک جوش کاتالیز شده موانی<sup>۶</sup> بود که امروز به اختصار  $\mu\text{CF}$  نامیده می‌شود. هرگاه اثرهای مشاهده شده در اتاقک هوا به درستی تجزیه و تحلیل شده باشند، جوش سرد فی‌الواقع امری عملی خواهد بود. در جریان جوش یاد شده، هسته دتریم به هسته تریتم جوش می‌خورد و انرژی مورد انتظار آزاد می‌شود.



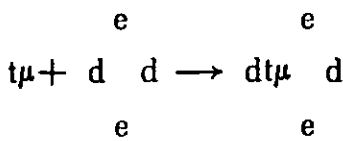
برای تحقق یافتن چنین رخدادی به یک موان منفی به عنوان کاتالیزور نیاز است. تولید یک موان منفی با صرف یک پرتابه انرژی در حد ۸ GeV امکان‌پذیر می‌باشد؛ در حالی که انرژی آزاد شده از جوش سرد به شرح بالا فقط در حدود ۲/۰ GeV است. ( $1 \text{ GeV} = 10^9 \text{ eV}$ ) الکترون ولت است که واحد انرژی است). از این رو فرایند جوش سرد مورد بحث از نظر اقتصادی به هیچ وجه به صرفه نزدیک نیست و تنها از نظر علمی ارزشمند است.

جوش سرد<sup>۱</sup> موضوع بسیار داغ سال ۱۹۸۹ بود. اصطلاح جوش سرد بیشتر اشاره به آزمایشهایی در الکترولیز دارد که در مارس ۱۹۸۹ توسط فلیشمن و پونس<sup>۲</sup> گزارش شد؛ علاوه بر آن، تقریباً هم‌زمان با آن نتایج مشابهی نیز توسط جونز اعلام شد. فلیشمن و پونس در کارهای خود از گرمای افزونی، گسیلهای نوترونی و تابش درگستره اشعه  $\gamma$  گزارش دادند. جونز<sup>۳</sup> فقط گسیلهای نوترونی را، آنهم در مقادیرهای کمتر، گزارش داد.

از دید بسیاری از شیمیدانها، این گزارش بدان معنا است که شیمیدانها موفق به انجام کاری شده‌اند که فیزیکدانها طی نیم سده (۵۰ سال) تجربه‌های جوش داغ<sup>۴</sup> نتوانستند آن را به انجام برسانند. در فرایند جوش داغ که یا در دماهای چندین هزار درجه عملی است و یا با صرف انرژی بسیار زیادی

## جوش کاتالیز شده با موان

آنها با احتمال بیشتری موانهای خود را به هسته‌های اتمهای تریتم می‌دهند تا از آنجا اتمهای پایدارتر  $t\mu$  را بسازند (t هسته اتم تریتم را می‌رساند). اتمهای  $t\mu$  که از نظر بار الکتریکی خنثی هستند، در بین مولکولهای  $D_p$  و  $DT$  سرگردان می‌شوند، تا اینکه سرانجام خود را به هسته‌های  $d$  در درون مولکولهای  $D_p$  و  $DT$  بچسبانند. هسته‌ای که بدینسان تشکیل شود به عنوان قسمتی از یون مولکولوار  $dt\mu$  است. چون این یون مولکولوار بسیار کوچک و دارای بار الکتریکی مثبت است، لذا مولکول مورد نظر آن را به عنوان یک هسته گیر می‌اندازد. می‌توان این فرایند را به صورت زیر نشان داد:



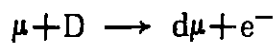
مولکولی که بدین ترتیب حاصل می‌شود دارای یک هسته  $d$  و یک هسته  $dt\mu$  است و حالت دوران - ارتعاش آن با  $J=1$  و  $v=1$  متناظر است. این مولکول وقتی انرژی از دست به دهد و به حالت  $J=0$  برسد، رانش  $d$  مجاور، به اضافه اثر پوششی بارکولنی مربوط به  $\mu$ ، متفقاً در آن حدی است که برای جوش دادن  $d$  به  $t$  در یون موانی کافی است و در این صورت یک هسته هلیم تشکیل می‌شود و مقدار قابل توجهی انرژی هم آزاد می‌گردد. در حالت ایده‌آل، موان به کار رفته از نو آزاد می‌شود تا جوش دیگری را کاتالیز نماید. چون موان به کار رفته برای صورت گرفتن جوش سرد، از نو آزاد می‌شود، پس به نظر می‌رسد که تا موقعی که به نحوی از اتاقک حباب فرار ننموده باشد بتواند متوالیاً فرایند جوش سرد را کاتالیز نماید. متأسفانه دو مسأله در کار است که یک چنین توالی را محدود می‌کند، یکی آنکه موان ذره ناپایداری است و دوره نیم‌عمر آن فقط دزحد دو میکروثانیه است. موان به سرعت به یک الکترون معمولی و دو نوترینو که حامل مقدار زیادی انرژی هستند فرو می‌باشد. با این همه، سرعت فرایند جوش سرد در آن حد بالا است که در همان مدتی که یک موان پیش از فروپاشی در اتاقک باقی می‌ماند می‌تواند صدها جوش سرد را کاتالیز نماید. مشکل دیگر، بدین صورت است که موان ممکن است جذب هسته یک هلیم تشکیل شده شود و در فرایند کاتالیز کردن جوش سرد بعدی شرکت نکند.

فیزیکدانان هسته‌ای برای سی سال باسینتیک این دسته از جوشهای انرژی‌زا، سروکله زده‌اند. با این همه، ابهامهای

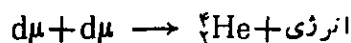
پیش از پرداختن به کارهای فلیشمن، پونس و جونز بهتر است بحث کوتاهی از جوش کاتالیز شده موانی  $\mu CF$  را ارائه دهیم. در فرایند  $\mu CF$  برخی نکات دیده می‌شود که از نظر شیمی معمولی غیرعادی هستند. در اینجا آن را به اختصار بحث می‌کنیم. خواننده برای به دست آوردن اطلاعات جامعتر می‌تواند به مرجعهای ۶ و ۷ مراجعه کند.

یک شتاب دهنده هسته‌ای که به یک اتاقک حباب محتوی هیدروژن مایع متصل است تجسم کنید. هیدروژن در اتاقک حباب عمدتاً شامل ایزوتوپهای  $^2H$  و  $^3H$  است که با  $D$  و  $T$  نشان داده می‌شوند. مایع داخل اتاقک حباب از مولکولهای  $D_p$ ،  $DT$  و  $T_p$  است. شتاب دهنده هسته‌ای یک موان منفی را تولید می‌کند. موان منفی یک ذره زیر اتمی مانند الکترون است، با این تفاوت که جرم آن  $207$  برابر جرم الکترون معمولی است. موان با سرعت بالایی از درون مایع داخل اتاقک حباب عبور کرده و به وسیله یونیزه کردن مولکولهای سرراه خود به تدریج کند می‌شود.

وقتی که انرژی جنبشی آن تا حد  $10eV$  برسد، به جای یک الکترون در اطراف یک دوترون (هسته دوتریم) به گردش درمی‌آید. هر گاه اتم دوتریم را با  $D$ ، هسته آن را با  $d$  و الکترون را با  $e^-$  و موان منفی را با  $\mu$  نشان دهیم، فرایند یاد شده به صورت زیر خلاصه خواهد شد:



اتم  $d\mu$  که بدینسان تشکیل می‌شود، از نظر انرژی در حالت پایه یا در حالت اصلی خود قرار ندارد، بلکه در حالت برانگیخته  $n=14$  قرار دارد؛ زیرا در این حالت اندازه آن در حد همان اندازه اتم الکترونی است که جای آن را گرفته است. وقتی این اتم به حالت اصلی یا پایه خود برسد، اندازه‌ای بسیار کوچکتر از اتم دو تریتم معمولی دارد و شعاع اوربیتالی آن  $207$  مرتبه کوچکتر است (شعاع اوربیتالی به طور معکوس با جرم متناسب است). در این حال، یک اتم موانی ممکن است به یک اتم موانی دیگر برسد و به دلیل نزدیکی هسته‌هایشان به هم، با یکدیگر جوش بخورند و یک اتم هلیم را بسازند



البته یک چنین برخوردی بسیار نامحتمل است، زیرا اتمهای موانی ( $d\mu$ ) آنچه را که در دسترس دارند انجام می‌دهند.



## الکتروشمیدانهایی که به فیزیک روی آوردند

استانلی پونس و مارتین فلیشمن دو الکتروشمیدانی بودند که از سال ۱۹۸۵ بر روی اندیشه‌ای مانند بالا جهت تحقق بخشیدن به جوش سرد از راه الکترولیز کار می‌کردند. اندیشه آنها چنین بود که وقتی دو تریوم از راه جذب به داخل فضاهای خالی شبکه پالادیم نفوذ کند، فاصله میان دو ترونها (هسته‌های دو تریوم) آنقدر کم می‌شود که شرایط برای رخداد «جوش سرد» فراهم می‌شود. همانطور که می‌دانیم پالادیم در جذب هیدروژن (حتماً در شکل اتمی) یک ویژگی کاملاً غیر عادی دارد. پالادیم می‌تواند مقدار زیادی هیدروژن را در خود جذب کند. بدینسان بود که از کاند پالادیمی در الکترولیز الکترولیتی که دارای  $D_2O$  و  $LiOD$  و آند پلاتینی بود استفاده شد. اتم دو تریومی که بدین شیوه در کاند پالادیمی نفوذ می‌کند، اساساً در شکل دو ترونی (هسته دو تریوم) است که در دریایی از الکترونها پالادیم غوطه‌ور می‌شود. با توجه به آن، این اندیشه در میان بود که ممکن است تأثیر این الکترونها چنان باشد که دو ترونها را علیرغم رانش ناشی از داشتن بارهای همنام، چنان به هم نزدیک سازد که شرایط برای جوش خوردن آنها به یکدیگر فراهم آید. پونس و فلیشمن در سال ۱۹۸۸ به نتایج نسبتاً قابل اعتمادی دست یافتند و از این رو برای توسعه طرح خود از دپارتمان انرژی آمریکا تقاضای کمک نمودند. طرح پونس و فلیشمن جهت اظهار نظر برای استیون جونز فرستاده شد. جونز در کمال ناباوری و بهت‌زدگی خود را در برابر مطالعه طرحی دید که اومدتها بر روی آن کار می‌کرده است و چارچوپ نوشتن مقاله‌ای تحت عنوان «جوش سرد الکترولیتی» برای فرستادن به انجمن فیزیک آمریکا نیز طرح‌ریزی کرده است. جونز متحیر از اینکه پژوهشی مانند پژوهش وی در ۵۰ میل دورتر از او در جریان بوده است، با پونس تماس گرفت و ترتیب ملاقات دو گروه را فراهم ساخت. آنها پس از بحث و گفتگوهای طولانی به این توافق رسیدند که هر گروه مقاله‌ای از کارهای خود را به‌طور هم‌زمان و در وقت معینی برای یک نشریه علمی ارسال دارند. بعداً این توافق حاصل شد که پونس، فلیشمن و جونز در روز ۲۴ مارچ ۱۹۸۹ در اداره پست اکسپرس فدرال حضور یابند و مقالاتشان را برای نشریه طبیعت ارسال دارند. متأسفانه به این توافق احترام گذاشته نشد، پونس و فلیشمن در روز ۲۳ مارچ یک کفرانس مطبوعاتی را ترتیب دادند و

زیادی در ارتباط با آنها هنوز هم موجود است که باید روشن شوند. هر گاه این ابهامات روشن شوند، در آن صورت می‌توان «جوش سرد» را شامل جوش سرد کاتالیز شده موانی دانست. در این شرایط کاربرد اقتصادی آن هر چند قطعیت مشخصی ندارد، ممکن خواهد شد.

## فیزیکدانی که برای دستیابی به جوش سرد به الکتروشمی روی آورد

استیون جونز فیزیکدانی است که در سال ۱۹۸۲ به اتفاق سایر همکارانش برای بهینه‌سازی جوش سرد کاتالیز شده موانی سخت مشغول تحقیق بود. آنها توانستند در برابر هر موان ۱۵۰ جوش سرد را عملی سازند. بدینسان جونز سالها پیش از وقایع ۱۹۸۹ به مطالعه جوش سرد مشغول بوده است.

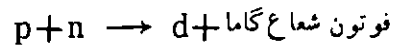
جونز با همکاری پل پالمرا<sup>۶</sup> این نگرش را عنوان کردند که ممکن است جوش سرد در تولید گرما در درون حفره‌های گرمایی زمین نقشی داشته باشد. در واقع برخی اکتشافهای زمین‌شناسی وجود  $^2He$  که محصول یکی از راههای جوش سرد به‌شمار می‌رود در رگه‌هایی از آب گرم زیر دریاها و در گازهای آتشفشانی آشکار ساخته است. بدینسان بود که جونز و پالمرا به اتفاق جان رافلسکی<sup>۸</sup> استاد فیزیک نظری دانشگاه آریزونا در آمریکا اظهار داشتند که جوش سرد می‌تواند در دماهای بالا و فشارهای بالا در زیر چشمه‌های داغ رخ دهد. این اظهار نظر بدان رهنمود شد که از راه الکترولیز الکترولیتی که شامل آب سنگین و نمکهای مختلف موجود در چشمه‌های گرم است و با استفاده از الکترودهایی که خاصیت جذب قوی دارند، دو تریوم را به مقدار زیاد بر روی آن الکترودها نفوذ دهند تا از آنجا امکان جوش سرد بین مولکولهای دو تریوم جذب شده در الکتروود مورد نظر فراهم شود.

جونز برای رسیدگی به اینکه آیا جوش سرد صورت می‌گیرد یا نه به بررسی انتشار نوترون در سلول مورد آزمایش خود پرداخت. در آن ایام دسته دیگری از پژوهشگران در مؤسسه تحقیقاتی که جونز در آن مشغول پژوهش بود یک آشکار گرنوترون که بسیار هم حساس بود ساخته بودند. جونز از آنها برای همکاری در مطالعه «جوش سرد» به شرح بالا دعوت نمود. اینها فعالیتهایی بودند که پیش از سال ۱۹۸۸، سالی که پونس و فلیشمن در بخش شیمی دانشگاه یوکا موضوع انجام «جوش سرد» را با گرمی زیادی به جهانیان اعلام داشتند، در جریان بوده است.

جوز در همان روز مقاله خود را برای نشریه طبیعت ارسال داشت.

## گزارش فلیشمن و پونس

الکترولیت به کار رفته توسط پونس و فلیشمن شامل  $0.1M LiOD$  در  $D_2O$  بود. آندسلول الکترولیتی آنها از پلاتین و کاتد آن از پالادیم بود. آنها گزارش دادند که در جریان الکترولیز مقدار زیادی گرما آزاد می شود که بسیار بیش از انرژی الکتریکی است که به داخل سلول سرازیر می شود. آنها همچنین از مشاهده یک طیف اشعه  $\gamma$  خبر دادند و آن را به واکنش نوترونهای به دست آمده با پروتونهای حمام آب نسبت دادند:



آنها به مسأله سرعت ذخیره شدن تریتم در الکترولیت توجه کردند و سطوح کمی از نوترون و تریتم را گزارش دادند، به طوری که با میزان گرمای زیادی که در سلول حاصل می شد سازگار نبود. پونس و فلیشمن در مقاله خود اظهار نظر نمودند که در جریان فرایند الکترولیز، یک واکنش هسته ای تاکنون ناشناخته، که نوترون و تریتم ایجاد نمی کند، اما مقدار زیادی گرما ایجاد می کند، رخ می دهد.

بعدها چون به چگونگی نتایج کار پونس و فلیشمن انتقادهایی به عمل آمد، خود پونس نیز در گزارشی اعتراف کرد که اعتقاد کمی به آن نتایج دارد. اما آنها با قطع و یقین ادعا کردند که گرمای اضافی که در تجربه های چندی ایجاد شده است کاملاً واقعی است و به هیچ واکنش جانبی که به دنبال الکترولیز ممکن است رخ دهد مربوط نیست.

## گزارش گروه جوز

گروه جوز از الکترولیتی که تفاوت زیادی با الکترولیت به کار رفته توسط پونس و فلیشمن داشت، استفاده کردند. الکترولیت جوز یک مخلوط نمکی حل شده در  $D_2O$  بود. در تهیه الکترولیت مذکور سعی شده بود که ترکیب درصد آن نزدیک به آب چشمه های گرم آتشفشانی باشد. در الکترولیت مذکور ترکیبهای آهن، نیکل، پالادیم، کلسیم، لیتیم، سدیم، تیتانیم، مقداری اسید نیتریک و کمی سیانید طلا به کار رفته بود. از تیتانیم و پالادیم به عنوان کاتد استفاده شد و آند از یک صفحه طلا بود. آنها دستگاه الکترولیز خود را مستقیماً در روی یک شمارنده نوترونی بسیار حساس قرار دادند. اندازه گیری آنها شامل اندازه گیری جریان نوترون و نه گرمای

تولید شده یا تریتم به دست آمده بود. آنها در جریان الکترولیز از یک انتشار نوترونی کوچک، اما از نظر آماری بر اهمیت گزارش دند. انتشار نوترون در گزارش گروه جوز ۷ مرتبه کمتر از آنچه را بود که توسط پونس و فلیشمن گزارش شده بود. گروه جوز در ارتباط با معرفی شیوه جدیدی برای تولید قدرت در معیار تجارتي هیچ ادعایی را ابراز نکردند.

## تکرار پذیری این تجربه ها

در طی سالهای بعد از اعلام دو نتیجه بالا، عده زیادی از شیمییدانها و فیزیکدانها در سطح جهانی کوشیدند تا تجربه گروه جوز و گروه پونس را تکرار کنند. اکثر آنها با شکست همراه شدند. برخی از آنها از انتشار نوترون، اما بدون تولید شدن گرمای اضافی خبر دادند. برخی ها هم از تولید گرمای اضافی و بدون انتشار نوترون گزارش کردند. تا این تاریخ هیچ فردی نتوانسته است سلولهای الکترولیتی آنها را طوری بسازد که بتواند دیگران را قانع سازد که فرایند «جوش سرد» در جریان عمل الکترولیز انجام می گیرد.

یک تحقیق به صورت پرسش که از نوشته های شیمیایی و فیزیکی در ماه می ۱۹۹۰ (چهارده ماه پس از انتشار موضوع داغ جوش سرد) به عمل آمد، نشان داد که ۲۳۵ مورد در ارتباط با جوش سرد نقل قول شده است. در ۱۷ مورد از آنها، موضوع «جوش سرد» مورد تأیید قرار گرفته است. در ۵۰ گزارش نتیجه منفی اعلام شده است. در ۱۰۹ مورد در خصوص پایه های نظری موضوع به بحث پرداخته شده یا از آن انتقاد گردیده است. ۴۲ مورد هم درباره جوش سرد الکترولیتی نبوده است، بلکه به شرح روشهای دیگری برای «جوش سرد» مربوط می شده است. برای مثال در گزارشی از آزمایشگاههای بروکهاون<sup>۹</sup> آمده است که از تصادم یک دوتریم سوار شده بر یک هدف تیتانیمی با پرتابه ای که از خوشه های آب سنگین تشکیل یافته است، جوش سرد اتفاق می افتد و این موضوع از راه آشکارسازی پروتونهای با انرژی  $MeV - 3$  مورد تصدیق قرار گرفته است.

## جوش سرد در تهیه عناصر سنگین

«جوش سرد» در نقش یک اصطلاح کلیدی موضوع مقالاتی چند درباره تهیه عناصر ابر سنگین به وسیله تکنیکهای شتاب دهنده نیز قرار گرفته است. ظاهراً برخی از فرایندهای ساختن عناصر سنگین در این واکنشها، مانند تهیه عنصر ۱۰۴

به دلیل پایین بودن انرژی ذرات به کار گرفته شده، در ردیف «جوش سرد» دسته بندی می شوند. به نظر می رسد که این نوع جوش سرد، از جوش سرد الکترولیتی پونس و فلیشمن بسیار متفاوت باشد، با این همه می تواند به عنوان مثالی از فرایندهای جوش هسته ای در نظر گرفته شود که در آن از مکانیسمهایی به جز نیروی بی چون و چرا برای چیره شدن برسد دافعه کولنی استفاده می شود.

### کنفرانس جوش سرد

در مارچ سال ۱۹۹۰ کنفرانسی در شهر سلت لایک<sup>۱</sup> یوتا، برگزار شد که به طرز خوشبینانه ای نام «اولین کنفرانس سالانه درباره جوش سرد» برای آن انتخاب شد. دست کم شش گروه شرکت کننده از تولید گرمای اضافی گزارش دادند، سه گروه از تهیه تریتمیم خبر دادند و چهار گروه انتشار نوترون را پیدا نموده بودند. یکی از شرکت کنندگان در این گردهم آیی نتیجه گیری کرده که توافق عمومی در این کنفرانس بر آن است که اثر جوش سرد واقعیت دارد، اما نیازمند پیدا کردن یک مکانیسم تعیین کننده برای آن هستیم<sup>۱۱</sup>.

### نتیجه گیری

دو راه جدا از همی که در متن در خصوص جوش سرد

پانوشتها

الکترولیتی مورد بحث قرار گرفت باعث یک سردگمی در به کار بردن اصطلاح «جوش سرد» شده است. هرگاه اصطلاح یاد شده را به معنای تجربه های پونس و فلیشمن در استفاده از  $D_2O$  و الکترودهای پالادیومی بگیریم، در آن صورت در تکرار آنها مشکلات چندانی نباید در میان باشد. علاوه بر آن، صاحب نظران زیادی استدلال خواهند کرد که می توان گرمای تولید شده را از راه دیگر به جز در نظر گرفتن واکنشهای هسته ای توجیه کرد. به همین ترتیب، تکرار آزمایش مربوط به انتشار بسیار ضعیفی از نوترونها که توسط گروه جونز گزارش شده است دشوار است، زیرا که آن درست در مرز آستانه شمارش نوترونی واقع است.

از یک دید کلی، «جوش سرد» یقیناً به عنوان یک پدیده تأیید شده است. جوش سرد کاتالیز شده با موان حقیقت دارد. از آن گذشته، برخی تجربه های شتاب دهنده می تواند جوش هسته ای را در ازای انرژی کمتر از آنچه که قبلاً فکر می شد لازم باشد، به راه اندازند. شاید در آینده ای نه چندان دور شاهد آن باشیم که تمامی این تجربه های مختلف به عنوان نشانه هایی از یک خاصیت بنیادی ذرات اتمی، خاصیتی که باید در انتظار کشف آن باشیم، به حساب آیند. وقتی که زمان آن کشف فرا رسد، راز «جوش سرد» هم برای همیشه گشوده خواهد شد.

۱- Cold Fusion

۲- Martin Fleishmann & Stanley Pons

۳- Steven E. Jones

۴- hot fusion

۵- Alvarez

۶- muon

۷- Paul E. Palmer

۸- John Rafelski

۹- Brookhaven

۱۰- Salt Lake City

### مراجع:

1. Fleischmann, M.; Pons, S.; Hawkins, M. J. *Electroanal. Chem.* 1989, 261, 301-308 and an appended erratum.
2. Jones, S. E.; Palmer, E. P.; Czirr, J. B.; Decker, D. L.; Jensen, G. L.; Thorne, J. M.; Taylor, S. F.; Rafelski, J. *Nature* 1989, 338, 737-740.
3. Sakharov, A. D. *Rep. Phys. Inst. Acad. Sci., USSR* 1948.
4. Zeldovich, Ya. B. *Dokl. Akad. Nauk SSSR* 1954, 95, 493.
5. Alvarez, L. W.; Bradner, H.; Crawford, F. S.; Crawford, J. A.; Falk-Vairant, P.; Good, M. L.; Gow, J. D.; Rosenfeld, A. H.; Solmitz, F.; Stevenson, M. L.; Ticho, H. K.; Tripp, R. D. *Phys. Rev.* 1957, 105, 1127-1128.
6. Rafelski, Johann; Jones, Steven E. *Sci. Am.* 1987, 257 (1), 84-89.
7. Breunlich, W. H.; Kammel, P.; Cohen, J. S.; Leon, M. *Ann. Rev. Nucl. Part. Sci.* 1989, 39, 311-356.
8. Peat, F. David. *Cold Fusion: The Making of a Scientific Controversy*; Contemporary: Chicago, 1989.
9. Levi, B. G. *Phys. Today* 1989, 42 (6), 17-19.
10. Beuhler, R. J., Friedlander, G. and Friedman, L. *Phys. Rev. Lett.* 1989, 63, 1292-1295.
11. Miles, M. H., Naval Weapons Center, China Lake, CA, personal communication, 1990.

# ید سنجی (یدومتری)

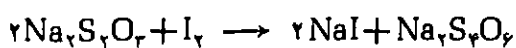
غلامحسین لطیفی معلم شیمی دبیرستان البرز

ب: همچنین يك سری اکسیدکننده‌هایی هستند که به وسیله  $I^-$  می‌توانند احیا شوند (اکسیدکننده‌هایی که  $E^\circ > 0/547$  دارند).

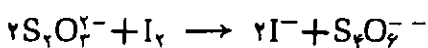
این وضعیت امکان می‌دهد که جفت  $I_2/2I^-$  دارای دو خاصیت اکسید - احیایی در سنجش‌های حجمی باشد. یعنی برای سنجش احیاکننده‌ها از محلول اکسیدکننده ید ( $I_2$ ) و برای سنجش اکسیدکننده‌ها از  $I^-$  به عنوان احیاکننده استفاده کنند.

در اینجا هر دو گروه سنجش یدومتری را بررسی می‌کنیم.

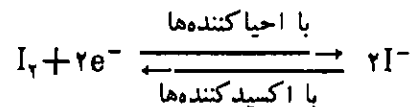
۱- سنجش احیاکننده‌ها: محلول تیوسولفات سدیم با  $I_2$  طبق واکنش زیر وارد عمل می‌شود



نمایش یونی این واکنش مهم یدومتری عبارتست از



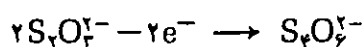
ید ( $I_2$ ) آزاد مانند ها لوژنهای دیگر تمایل به جذب الکترون داشته و اکسیدکننده است در مقابل یونهای  $I^-$  احیا کننده بوده، تمایل به از دست دادن الکترون دارند. روش یدومتری در سنجش‌های حجمی بر پایه این پدیده اکسیداسیون و احیایی است:



پتانسیل احیایی الکتروود استاندارد  $I_2/2I^-$  نسبت به سایر اکسیدکننده‌ها نسبتاً کم است (۰/۵۴ ولت معنی آن این است که  $I_2$  اکسیدکننده ضعیفی است برعکس  $I^-$  احیاکننده نسبتاً قوی است، می‌تواند بسیاری از اکسیدکننده‌ها را احیا کند). موقعیت (جفت) « $I_2/2I^-$ » که تقریباً در وسط جدول پتانسیلهای استاندارد قرار دارد نشان می‌دهد که:

الف: يك سری احیاکننده‌هایی هستند که می‌توانند با ید آزاد اکسید شوند (تمام احیاکننده‌هایی که  $E^\circ < 0/547$  دارند).

طبق این معادله واکنش مشاهده می شود که ۲ یون تیوسولفات  $S_2O_3^{2-}$  با داشتن رویوم ۴ الکترون اضافی تنها به یک یون  $S_4O_6^{2-}$  تبدیل می شود که بیش از ۲ الکترون اضافی ندارد. بنابراین ۲ یون  $S_2O_3^{2-}$  الکترون به مولکول  $I_2$  مطابق شمای زیر می دهد:



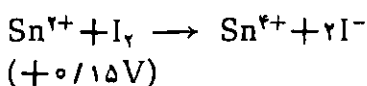
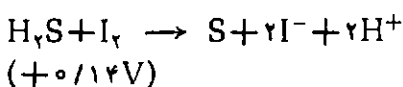
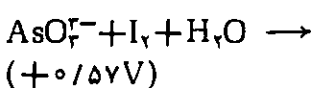
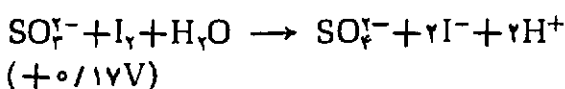
اکی والان گرم تیوسولفات سدیم برابر با  $2M:2$  یعنی M یا  $248/2g$  (مطابق با فرمول  $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ ) و اکی والان گرم ید برابر یک اتم گرم ید است (یعنی  $126/9g$ ) زیرا هر اتم ید هنگام احیا شدن و تبدیل به  $I^-$ ، یک الکترون می گیرد.

هنگام تیتراسیون محلول  $Na_2S_2O_3$  با محلول  $I_2$  رنگ قهوه ای تیره ید آنرا از بین می رود وقتی تمام  $Na_2S_2O_3$  اکسید شد یک قطره اضافی محلول ید مایع تیترا شده را به رنگ زرد کم رنگ در می آورد بنابراین در این حال مانند آنچه که در منگانیمتری گفته شد. می توان بدون معرف تیترا کرد. با وجود این چون رنگ ید حاصل در پایان تیتراسیون ضعیف است و این امر تعیین نقطه اکی والان را مشکل می سازد. به این جهت بهتر است معرف حساسی برای ید به کار برد (معرف حساس ید محلول نشاسته است) نشاسته با ید یک ترکیب جذبی می دهد و رنگ آبی پررنگی ایجاد می کند. تیتراسیون در حضور محلول نشاسته وقتی خاتمه می یابد که با یک قطره اضافی محلول ید رنگ محلول مورد تیترا به رنگ آبی درآید و این رنگ آبی از بین نرود.

همچنین می توان محلول ید را با تیوسولفات سدیم تیترا کرد در این صورت خاتمه تیتراسیون زمانی است که رنگ آبی محلول فقط با یک قطره اضافی تیوسولفات سدیم ناپدید شود. تنها اختلاف در این است که در این حالت محلول نشاسته را در اواخر تیتراسیون باید افزود. یعنی زمانی که مقدار ید باقیمانده در محلول کم باشد و رنگ ضعیفی داشته باشد (زرد کم رنگ). اگر آمیدون (نشاسته) قبل از این لحظه یعنی زمانی که مقدار ید زیاد باشد به محلول اضافه شود ترکیب ید - نشاسته که به مقدار زیاد تشکیل می شود به آرامی با تیوسولفات وارد عمل می شود. به این جهت محلول به حالت فوق تیترا درمی آید (یعنی اگر هنگامی که مقدار ید زیاد است چسب نشاسته بریزید ید و نشاسته ترکیب جذبی ید - نشاسته

می دهد که این ترکیب به کندی ید را آزاد می کند در نتیجه وقتی  $Na_2S_2O_3$  اضافه شود یدهای آزاد را زود خنثی می کند و رنگ آبی را ظاهراً از بین می برد ولی پس از مدتی دوباره در اثر آزاد شدن  $I_2$  جذب شده از نشاسته محلول آبی رنگ می شود که باید با افزودن تیوسولفات سدیم آن را از بین برد این امر متوالیاً تکرار می شود در این صورت ممکن است تیوسولفات بیش از حد لازم مصرف شود. برای جلوگیری از این خطا (فوق تیترا) نشاسته را باید وقتی اضافه کنید که مقدار ید خیلی کم باشد (زرد کم رنگ) در این صورت فقط با یکبار بی رنگ شدن دیگر رنگ آبی از نو ظاهر نمی شود) با دانستن نرمالینه محلول ید و حجم محلولهای ید و تیوسولفات مصرف شده در تیتراسیون نرمالینه تیوسولفات را می توان از رابطه  $N_1V_1 = N_2V_2$  پیدا کرد. برعکس با دانستن نرمالینه تیوسولفات سدیم می توان نرمالینه محلول ید مجهول را حساب کرد.

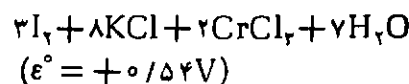
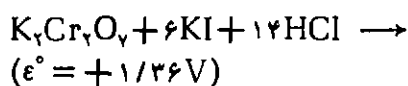
با روش مشابه نرمالینه یک سری احیا کننده های دیگر را که می توانند  $I_2$  را به  $I^-$  احیا کنند می توان تعیین کرد که چند نمونه از آنها عبارتند از نمکهای  $H_2SO_3$  و  $H_2ASO_3$  و  $H_2S$  آزاد  $SnCl_4$  و اجسام دیگر. معادله واکنشهای انجام شده چنین است  $(e^{\circ}I_2/I^- = +0.54V)$



(واکنش بین  $AsO_3^{3-}$  و  $I_2$  در جهت داده شده به شرطی انجام می گیرد که یونهای  $H^+$  حاصل را با افزودن  $NaHCO_3$  خنثی کرد).

۲- سنجش اکسید کننده ها: چون هنگام سنجش احیا کننده ها تیتراسیون به کمک محلول ید انجام می گیرد طبیعی است که سنجش اکسید کننده ها بر اساس احیا شدن آنها به وسیله  $I^-$  است و باید برای تیتراسیون از محلول KI استفاده شود.

با وجود این در حقیقت این تیتراسیون را نمی‌توان انجام داد چون که تعیین نقطه اکی والان غیر ممکن است. زیرا هنگامی که یک اکسیدکننده (هر چه باشد مثلاً  $K_2Cr_2O_7$ ) با محلول KI تیتراسیون می‌شود پایان واکنش با قطع تشکیل ید آزاد باید مشخص شود:



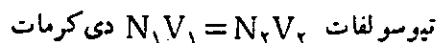
که مسلماً نمی‌توان این لحظه را تشخیص داد. در بالا اشاره شد هنگامی که نشاسته به عنوان معرف به کار می‌رود می‌توان به آسانی لحظه ظهور  $I_2$  را در محلول (آبی شدن معرف) یا لحظه ناپدید شدن آن در محلول (از بین رفتن رنگ آبی) را فهمید ولی نمی‌توان زمانی را که ید دیگر تشکیل نمی‌شود آشکار ساخت.

به این جهت در حالت ملاحظه شده یک روش غیر مستقیم بکار می‌رود یعنی روش جانشینی که در این روش مخلوط محلولهای KI و اسید (هر دو اضافه بر لزوم برمی‌دارند) کاملاً اندازه گیری شده را به کمک پیت برداشته و آنها را به محلول اکسیدکننده مورد سنجش اضافه می‌کنند.

برای کامل شدن واکنش محلول را مدت ۵ دقیقه به حالت استراحت می‌گذارند سپس ید آزاد شده را به وسیله تیوسولفات سدیم تیتراسیون می‌کنند. مسلم است که تعداد اکی والان گرمهای تیوسولفات مصرف شده برابر تعداد اکی والان گرمهای ید می‌باشد و اکی والان گرم ید هم با اکی والان گرمهای اکسیدکننده برابر است.

بدین ترتیب هر چند که هنگام سنجش مورد نظر ( $K_2Cr_2O_7$ ) و  $(Na_2S_2O_4)$  دی کبرومات با تیوسولفات با هم به طور مستقیم ترکیب نشده‌اند، ولی مقدار آنها بایکدیگر برابر است (تیتراسیون مستقیم تیوسولفات با دی کبرومات به کار نرفته است زیرا که در این حال واکنش به روش کمپلکس با تشکیل چندین محصول انجام می‌گیرد به علاوه هنگام تیتراسیون به کار بردن یک معرف حساس مانند نشاسته امکان ندارد).

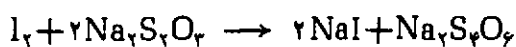
به این دلیل می‌توان برای محاسبه از فرمول معمولی استفاده کرد:



شمای سنجشهای یدومتری اکسیدکننده‌ها به ترتیب زیر است:

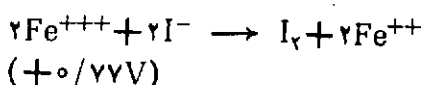
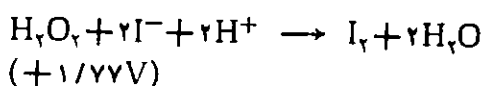
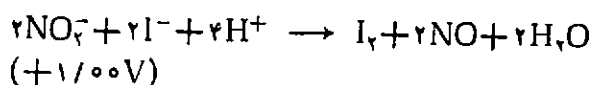
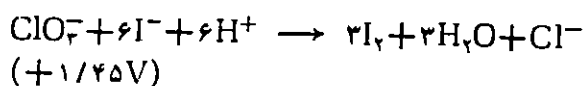
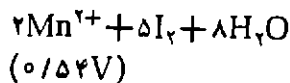
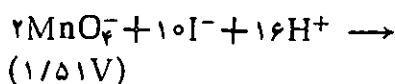
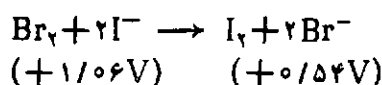
الف: KI + اسید (اضافه بر لزوم در ارلن) + اکسیدکننده مورد سنجش (اندازه گیری شده به وسیله پی‌پت یا به صورت یک نمونه آزمایش)

ب: تیترا کردن  $I_2$  با تیوسولفات سدیم

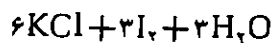
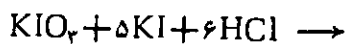


باید دانست که هنگامی یونهای  $H^+$  در واکنش اکسیدکننده با KI شرکت ندارند اسیدی بودن محلول در مرحله الف بیفایده است.

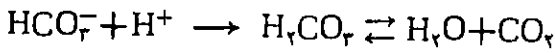
طبق این شما با این روش یدومتری می‌توان اکسیدکننده‌های زیادی را که می‌توانند یون  $I^-$  را به  $I_2$  اکسید کنند سنجید اینها به عنوان مثال عبارتند از  $Cl_2$ ،  $Br_2$ ،  $KMnO_4$ ،  $KClO_4$ ،  $CaOCl_2$  - نمکهای اسید نیتريك، پراکسید نیدروژن - نمکهای آهن (III) - نمکهای مس (II) و غیره واکنش این سنجشها عبارتند از: (اعداد داخل پرانتزها  $\epsilon^\circ$  اکسیدکننده مورد سنجش و زوج  $I_2/2I^-$  می‌باشد)



۳- سنجش اسیدها: علاوه بر سنجشهای احیاکننده‌ها و اکسیدکننده‌ها که در بالا به آنها اشاره شد روش یدومتری همچنین برای سنجش اسیدها بر پایه واکنش زیر به کار می‌رود:

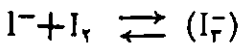
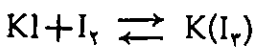


درحالتی که در ضمن واکنش یونهای  $H^+$  تشکیل می شود لازم است که این یونها را خنثی کرده واکنش درجهت دخواه کامل و ممکن شود به این منظور  $NaHCO_3$  اضافه می کنند که طبق معادله زیر عمل می کند:



در این حالت محلول يك واکنش ضعیف قلیایی دارد (pH ~ 8) که مزاحمتی ایجاد نمی کند.

۴- چون حلالیت ید در آب کم است لازم است با ید مقدار قابل ملاحظه ای KI ضمن سنجش یدومتری اکسیدکننده ها به کار برد KI حلالیت ید را آسان می کند و با ید نمک کمپلکسی نا پایدار به فرمول  $KI_3$  تولید می کند:



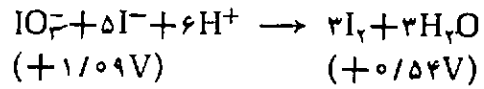
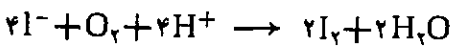
تشکیل این ترکیب مزاحم تیتراسیون نیست - چونکه محلول این ترکیب به علت برگشت پذیر بودن واکنش مقدار کافی ید دارد بعداً به تدریج که ید با تیوسولفات مصرف می شود تعادل بین  $I_2$  و یونهای  $I_3^-$  به هم می خورد و مقدار جدیدی ید آزاد می شود.

به علاوه زیادی KI باعث می شود که واکنش با شتاب بین یونهای منفی و اکسیدکننده مورد سنجش انجام گیرد. و واکنش در جهت لازم کامل شود.

افزایش اسیدیته محلول درحالتی که یونهای  $H^+$  به کار می رود مانند روش بالا به کامل شدن واکنش کمک می کند.

۵- با وجود به کار بردن مقدار زیاد KI و اسید بازهم سرعت واکنش بین اکسیدکننده مورد سنجش و یونهای  $I_3^-$  غالباً کافی نیست به این جهت تیتراسیون ید را پس از مدتی که اکسیدکننده را اضافه می کنند برای کامل شدن مدتی به حال استراحت قرار می دهند و سپس تیتراسیون می کنند.

۶- هنگامی که محلول را به حالت استراحت قرار می دهید باید محلول را در تاریکی نگهداری کنید زیرا نور واکنش ثانویه اکسیداسیون با یون  $I^-$  داده و آن را به کمک اکسیژن هوا به  $I_2$  تبدیل می کنند.



چنانکه در معادله واکنشها مشاهده می شود یونهای  $H^+$  هنگام واکنش مصرف شده اند و به مقدار برابر ید آزاد می کنند ید آزاد شده را به وسیله تیوسولفات سدیم تیتراسیون می کنند سپس از روی حجم مصرف شده و نرمالینه محلول نرمالینه اسید مربوطه را حساب می کنند.

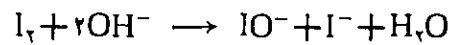
طبق آنچه که تا اینجا گفته شد مشاهده می شود که روش یدومتری در تجزیه حجمی کاربرد زیاد دارد مهمترین مزیت این روش و دقت زیاد آن مربوط به حساسیت قابل ملاحظه معرف آن است (محلول ناشسته)

### شرایط اجرای سنجشهای یدومتری

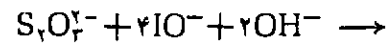
۱- لازم به یادآوری است که پتانسیل جفت  $I_2/I_3^-$  زیاد بالا نیست به این دلیل بیشتر واکنشهای یدومتری برگشت پذیرند و تا آخر پیش نمی روند مگر آنکه شرایط مناسب ایجاد کرد تا این واکنشها تا آخر پیش رفته و يك طرفه شوند.

۲- چون ید يك جسم فراری است باید تیتراسیون در سرما انجام گیرد. همچنین در دمای بالا حساسیت ناشسته به عنوان معرف کاهش می یابد. اگر محلول ناشسته که با يك قطره ید آبی شده باشد گرم شود رنگ آبی از بین خواهد رفت و اگر دوباره محلول سرد شود رنگ دو مرتبه آبی خواهد شد.

۳- تیتراسیون یدومتری نباید در محیط قلیایی قوی باشد زیرا ید با قلیاییها ترکیب می شود.



وجود هیپویدیت ( $IO_3^-$ ) قابل صرف نظر کردن نیست چونکه این جسم اکسیدکننده قوی تر از ید است و جزیی از تیوسولفات را می تواند اکسیده کند



هر اندازه غلظت یونهای  $OH^-$  در محلول زیادتر باشد قسمت بیشتری از تیوسولفات به سولفات تبدیل می شود و محاسبه دقیق نتیجه تجزیه به علت این واکنش ثانوی غیر ممکن می گردد به همین جهت باید مواظب بود که pH محلول از ۹ تجاوز نکند.

# نقش روی در بدن انسان

ب - آلکالین فسفاتاز  
(Alkaline Phosphatase)

ج - د. ان. آ و ا. ان. آ پلیمراز  
(DNA & RNA Polymerase)

د - تیمیدین کیناز  
(Thymidine Kinase)

ه - کربوکسی پپتیداز  
(Carboxy Peptidase)

و - الکل دی هیدروژناز  
(Alcohol dehydrogenase)

جذب روی در بدن:  
(Zinc Absorption)

عمده جذب روی در روده کوچک  
(اثنی عشر و بخش ابتدایی ژوژنوم)  
انجام می‌گیرد. جذب روی به طریقه  
فعال (Active) می‌باشد و به انرژی  
وابسته است.

منابع روی در بدن  
(Sources of Zinc)

مایعات و بافت‌های مختلف در بدن  
حاوی روی هستند. ترشحات غده پروستات  
و بافت‌های کبد، کلیه، شبکیه چشم،  
استخوان و ماهیچه از نظر روی غنی هستند.  
میزان کلی روی در بدن بین ۱/۵ تا ۳  
گرم می‌باشد.

منابع غذایی حاوی روی:  
(Zinc in diet)

۱- غذاهای پروتئینی مانند گوشت،  
ماهی و لبنیات.

ترجمه و تدوین:  
دکتر محمدحسین عزیزی

۳- واکنش با سایر عناصر کمیاب  
مانند مس.

۴- شرکت در آنزیم‌های حاوی فلزها  
که عمده‌ترین نقش روی در بدن است.

آنزیم‌های حاوی روی  
(Metallo enzymes)

دست کم، هفتاد آنزیم حاوی روی در  
بدن پستانداران موجود است. مهم‌ترین  
آنزیم‌های حاوی روی در بدن عبارتند از:  
الف - کربنیک آنهیدراز

(Carbonic Anhydrase)

روی (Zinc) یکی از عناصر کمیاب  
(Trace Element) فلزی موجود در  
بدن است که جنبه اساسی دارد. کمبود  
روی در بدن از نظر اهمیت پس از کمبود  
آهن قرار می‌گیرد. از نظر فیزیولوژیک  
روی برای رشد و نمو طبیعی انسان،  
جانوران و گیاهان لازم است.

نقش روی در بدن

روی در بدن در موارد زیر نقش دارد:  
۱- ساخته شدن پروتئین‌ها  
۲- تقسیم سلول (Cell division)



۲- موجودیت روی در سبزیها و حبوبات به علت وجود فیتیت Phytate کاهش می‌یابد. رشته‌های (Fibers) موجود در مواد غذایی از جذب روی می‌کاهد. میزان متوسط روی در یک رژیم غذایی مناسب روزانه بین ۵ تا ۱۵ میلی‌گرم می‌باشد. که از این مقدار ۵ تا ۷۰٪ جذب می‌شود.

### میزان مورد نیاز روزانه روی

میزان روی در سرم بین ۰/۶۵ تا ۱/۱۱ میکروگرم در هر دسی‌لیتر است که به منظور نگهداری ذخایر روی در بدن می‌باشد. میزان روزانه مورد نیاز حداقل ۲/۵ تا ۴ میلی‌گرم می‌باشد.

### دفع روی: (Zinc excretion)

روی از طریق یاخته‌های کنده شده پوشش روده‌ها (۷۵٪) و از راه ترشحات صفراوی و لوزالمعده دفع می‌شود.

### نشانه‌های کمبود روی در بدن:

### (Zinc deficiency)

مسأله کمبود روی در بدن نخستین بار در سال ۱۹۶۰ توصیف شد. کمبود روی در بدن عمدتاً بر پوست و دستگاه گوارش اثر می‌کند.

به‌طور کلی نشانه‌های زیر در اثر کمبود روی ایجاد می‌شود:

- ۱- کندی رشد
- ۲- تأخیر تکامل استخوانها
- ۳- بزرگی کبد و طحال

به نظر می‌رسد که دریافت‌های بدن مقادیر زیاد تجمع نمی‌یابد، اما امکان مسمومیت حاد در اثر بلع، جذب از راه پوست و استنشاق روی وجود دارد.

### تب ناشی از استنشاق بخار فلزها: (Metal fume Fever)

تب ناشی از استنشاق بخار فلزها یک بیماری شغلی است که در کارکنان صنایع رخ می‌دهد و در اثر استنشاق ذره‌های حاصل از تبخیر فلزها ایجاد می‌شود. اکسیدهای فلزی از جمله روی - آهن، مس و سرب می‌تواند تب ناشی از استنشاق بخار فلزها را به وجود آورند. استنشاق بخارهای کلرید روی

(Zinc Chloride) خیلی خطرناک‌تر از استنشاق بخارات اکسید روی می‌باشد (Zinc Oxide) و ممکن است کشنده باشد.

استنشاق کلرید روی به ورم مخاط حنجره، نای و نایزکها منجر می‌شود. مسمومیت مزمن با روی به طور ثانویه در اثر قرار گرفتن در معرض میزان بالای بخارهای روی در محیط رخ می‌دهد.

### منابع:

- ۱- Fundamental of Clinical Chemistry; Norbert. W. Tietz, 1987 P: 524.
- ۲- Internal Medicine For the Specialist, February 1990, P: 132.
- ۳- ORAL Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology 1991:P:447-50.

۴- کاهش چشایی

۵- مستعد شدن به عفونت

۶- تأخیر در ترمیم زخم

۷- پیدایش زخم

۸- التهاب پوخت

۹- اسهال

۱۰- سوزش و درد حفره دهان

### علل کمبود روی

۱- بیماریها: بیماریهای مختلف مانند

بیماریهای کبدی، اختلالات گوارشی، بیماریهای کلیوی، سرطانها، سوختگی شدید ممکن است سبب کمبود روی شوند.

۲- داروها: مصرف برخی از داروها

مانند استروئید نیز به کمبود روی در بدن منجر می‌شود.

مصرف قرصهای ضد بارداری نیز سبب

کاهش میزان روی در پلاسما و گویچه‌های سرخ خون می‌شود.

۳- حاملگی: زنان باردار در معرض

خطر کمبود روی به طور اکسائی هستند، زیرا جنین و بافت‌های مربوط، روی موجود در بدن مادر را به مصرف می‌رسانند.

۴- عوامل تغذیه‌ای نیز در کمبود روی

در بدن مؤثر است.

### مسمومیت با روی:

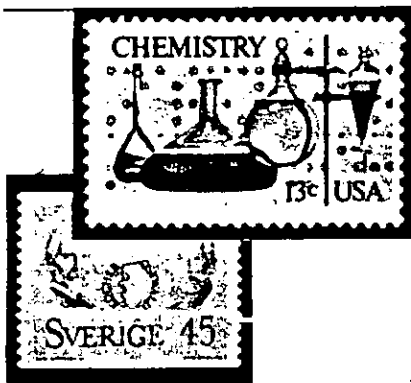
### (Zinc toxicity)

علاوه بر کمبود روی احتمال مسمومیت با روی نیز وجود دارد. گزارشهای چندی در مورد مسمومیت حاد ناشی از روی موجود است. برخلاف سایر فلزها، روی نسبتاً غیر سمی است و مانند آهن یا سرب

# برندگان جوایز نوبل



## در شیمی بر روی تمبرهای



## پست ۱۹۰۰ تا ۱۹۱۰

دکتر علی سیدی اصفهانی دانشیار دانشگاه تهران

در چند سال نخستین، شمار دانشمندانی که می‌توانستند برای دریافت جایزه نوبل مورد توجه قرار گیرند، نسبت به هر زمان دیگر بعد از آن، بیشتر بوده است. در دو دهه آخر قرن ۱۹، شیمی، با مشارکت دانشمندان برجسته‌ای همچون وانتیف، فیشرا، آرنیوس، رامسی، فون بایر و ماسان، انقلابی بر پا کرد و در نتیجه، در مورد نیم دوجین جوایز نخست، بیشتر داوران این

بنیاد نوبل و مؤسسات وابسته به آن تصمیم گرفتند که بایگانی خود را به روی پژوهشهای تاریخی، برای دست کم ۵۰ سال گذشته بکشایند و کتابهایی در زمینه جوایز نوبل و مطالبی در زمینه «داستانهای درون سازمانی» در مورد گزینش برندگان این جوایز منتشر شد. این مقاله به شرح مختصری از کارهای ۴۱ برنده جایزه نوبل که تا سال ۱۹۸۸ به وسیله تمبرهای پست مفتخر شده‌اند، اختصاص یافته است.

شیمیدان بزرگ سوئدی، مختصر و انسان‌دوست مشهور آلفرد برنارد نوبل\* (۱۸۳۳-۱۸۸۶) به وسیله تمبرهای متعدد، از طرف کشورهای گوناگون، مفتخر شده است. بنا بر وصیت‌نامه او، سالانه جوایزی به کارهای برجسته در زمینه شیمی، فیزیک، فیزیولوژی یا پزشکی، ادبیات و صلح اعطاء می‌شود (با آغاز سال ۱۹۶۹ جایزه‌ای در زمینه اقتصاد به اینها افزوده شد). در سال ۱۹۷۴،

شیمی‌دانها را تأیید کردند. به این ترتیب، فرهنگستان علوم سوئد بیشتر با مسئله تصمیم‌گیری در مورد ترتیب اعطاء جوایز به این پیشتازان مواجه بود. از میان ۲۰ پیشنهاد رسیده به فرهنگستان در سال ۱۹۰۱، ۱۱ پیشنهاد و انتف را تأیید کردند.

**وانتف (۱۹۰۱) نخستین جایزه**

نوبل در شیمی (۱۹۰۱) به وانتف (۱۸۵۲-۱۹۱۱)، استاد شیمی در دانشگاه برلین «پاس خدمات خارق‌العاده‌ای که با کشف قوانین دینامیک شیمیایی و فشار اسمزی در محلول انجام داده است» اعطاء شد (تمبر شماره ۱؛ وانتف در سمت چپ قرار دارد). وانتف در ۵ سپتامبر سال ۱۸۷۴، در سن ۲۲ سالگی، جزوه‌ای مختصر ولی تاریخ‌ساز با عنوان «پیشنهادی در زمینه بسط فرمولهای ساختمانی مورد استفاده در شیمی به فضای سه بعدی و یادداشتی در زمینه رابطه موجود بین فعالیت نوری و ساختمان شیمیایی ترکیبات آلی» منتشر کرد. این یادداشت وجود ایزومرهای نوری آلی را با این فرض که اتم کربن دارای آرایش

چهار وجهی است، توضیح می‌داد. به این ترتیب، وانتف را همراه با لوبل ۸ (۱۸۴۷-۱۹۳۰)، که پیشنهاد همانند ولی مستقل او در مورد اتم کربن نامتقارن، دو ماه بعد منتشر شد، به عنوان بنیانگذار شیمی فضایی می‌شناسیم. همچنین وانتف را همراه با برنده جایزه نوبل سال ۱۹۰۹ استوالد و برنده جایزه نوبل سال ۱۹۰۳، آرنیوس، یکی از بنیانگذاران شیمی فیزیک می‌شماریم.

وانتف قانون آووگادرو را در مورد محلولهای رقیق به کار گرفت و همین کار بود که او را به دریافت جایزه نوبل نایل آورد. او برای محلولها معادله  $PV = iRT$  را پیشنهاد کرد که همانند معادله عمومی گازهاست و در آن P فشار اسمزی (به جای فشار گازی)، V حجم، R ثابت گازها، T دمای مطلق و i ضریبی (موسوم به ضریب وانتف) که گاهی برابر یک ولی در مورد نمکها بزرگتر از یک است بنابراین، ضریب i، نسبت اثر اسمزی واقعی به وجود آمده به وسیله یک الکتروولت به‌اثری است که اگر مانند یک غیر الکتروولت رفتار می‌کرد.

به این ترتیب، وانتف اعتبار قوانین ترمودینامیک را در مورد محلولهای رقیق و گازها ثابت کرد، ولی نتوانست توضیح دهد که چرا محلول اسیدها، بازها و نمکها، فشار اسمزی بزرگتر، نزول دمای انجماد و صعود دمای جوش بزرگتر و فشاربخار کمتر از نتایج محاسبه، به‌دست آمده از روی اندازه‌گیریهای خصلت جمع-پذیر راتول ۱۰ (۱۸۳۰-۱۹۰۱) می-باشد، یعنی او نتوانست توضیح دهد که چرا برای محلولهای این اجسام، i بزرگتر از یک است. وقتی آرنیوس متوجه شد که اعداد وانتف در مورد i از نظر کمیت با تعداد یونهایی که الکتروولتها در محلول به آن تفکیک می‌شوند، مطابقت دارند، وانتف در حمایت از تئوری تفکیک الکتروولتی به آرنیوس و استوالد پیوست و به این ترتیب، فصل جدیدی در تاریخ آغاز شد که می‌توانست مشاهدات گسترده و متنوعی را در مورد محلولها، از دیدگاهی واحد، توضیح دهد.

فیشر (۱۹۰۲) دومین جایزه نوبل در شیمی (۱۹۰۲) به امیل فیشر (۱۸۵۲-۱۹۱۹)، استاد شیمی دانشگاه برلین «پاس خدمات خارق‌العاده‌ای که با کارهایش در زمینه سنتز قندها و پورین انجام داده است» اعطاء شد (تمبر شماره ۲؛ فیشر در سمت چپ است). به استثنای پروتئینها، گروه دیگری از ترکیبهای کربن برای زندگی آلی، با اهمیت‌تر از کربوهیدراتها نیست. فیشر بیشتر زندگی خود را به مطالعه کربوهیدراتها اختصاص داد. او در سال ۱۸۷۵، یعنی یکسال پس از گذراندن رساله دکترای خود، زیر نظر برنده جایزه نوبل سال ۱۹۰۵، آدولف فون‌بایر، در دانشگاه استراسبورگ، فنیل هیدرازین، یعنی نخستین کشف بزرگ خود را هوشمندانه تهیه کرد که باقندهای ساده، مانند گلوکز و فروکتوز، واکنش می‌دهد و

**شناسایی و تشریح تمبرها**

شماره تمبر	کشور ناشر	سال انتشار	شماره در کاتالوگ اسکات
۱	سوئد*	۱۹۶۱	۶۰۳
۲	سوئد*	۱۹۶۲	۶۱۸
۳	ساحل عاج	۱۹۷۸	۴۶۰
۴	سوئد*	۱۹۶۴	۶۷۴
۵	سوئد*	۱۹۶۵	۶۸۹
۶	فرانسه	۱۹۸۶	B ۵۷۶
۷	سوئد*	۱۹۶۷	۷۶۹
۸	زلاند جدید	۱۹۷۱	۴۸۷
۹	سوئد*	۱۹۶۹	۸۴۲
۱۰	سوئد*	۱۹۷۰	۸۷۹

\* منتشر شده به‌مناسبت بزرگداشت شصتین سال اعطای جوایز نوبل ۱۹۰۱ - ۱۹۱۰



2



1

منشأ می‌گیرند، تکیه‌گاهی محکم در تأیید نظریه تشکیل اسید اوریک از نوکلئوپروتئین‌ها و پورین‌های موجود در هسته سلول فراهم آورد. معلوم شده بود که پورین‌ها بخش مهمی از گروه اسیدنوکلئیک را تشکیل می‌دهند و در قرن اخیر نشان داده شد که این ترکیبها از جمله مولکولهای کلیدی نسوج زنده به‌شمار می‌روند. به گفته تیل ۱۲ رییس آکادمی علوم سلطنتی سوئد:

«نوع ویژه‌ای از پژوهش که در جریان آخرین دهه قرن نوزدهم مشخصه شیمی آلی بود... در بررسیهای فیشر در زمینه قند و پورین به‌اوج گستردگی و ظرافت خود رسید. از دیدگاه تجربی، این بررسیها غیرقابل رقابت بودند.»

معلوم شده بود که مولکولهای پیچیده پروتئینی، از آمینو اسیدهای نسبتاً ساده تشکیل شده‌اند، ولی فیشر نشان داد که این آمینو اسیدها دقیقاً چگونه به یکدیگر متصل شده‌اند و برای بهم پیوند دادن آنها، به همان گونه که در پروتئینهای طبیعی وجود دارد، روشهایی ابداع کرد. در سال ۱۹۰۷، فیشر مولکول پروتئینی را سنتز کرد که از ۱۸ واحد آمینواسیدی ساخته شده بود و نشان داد که آنزیم‌های هضم کننده، این پروتئین را مانند پروتئینهای طبیعی مورد حمله قرار می‌دهند. این مطلب، سرآغاز زمینه پیچیده ساختار پروتئینی بود که احتمالاً با کارهای برنده جایزه نوبل سال ۱۹۵۵ ونسن‌دوینیو و برنده جایزه نوبل سال ۱۹۵۸ فردریک سانگر ۱۴ به اوج خود رسید. فیشر، علاوه بر پژوهشهای آزمایشگاهی، یکی از نخستین نمایندگان نسل جدیدی از دانشمندان بود که در قلمرو آموزش، صنعت و حکومت نیز تبحر داشت. دوستی دیرینه‌اش با

گرچه در میان قندهای ساده موجود در طبیعت، فقط قندهایی که پنج و شش اتم کربن داشتند، شناخته شده بود، فیشر یک‌سری پیوسته از قندها، مشتمل بر دو تا نه اتم کربن را سنتز کرد. سنتز گلوکوزیدی درخشان او، کربوهیدراتها را به ترکیبهایی که از طریق سنتز آلی تهیه می‌شوند، افزوده است.

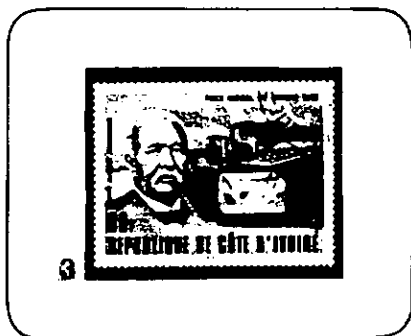
فیشر به موازات کارهایش در زمینه کربوهیدراتها، نکات مبهم گروه دیگری از اجسام که تا آن زمان به خوبی شناخته نشده بودند و شامل ترکیبهایی در ارتباط نزدیک با یکدیگر، نظیر اسید اوریک، گزانتین، آدرین، گرانین و غیره، موجود در مدفوع جانوران، می‌شدند، و همچنین تئوبرومین، تئوفیلین و کافئین موجود در اجسام نباتی، را روشن ساخت. او نشان داد که این ترکیبها می‌توانند متقابلاً از یکدیگر به‌دست آیند و اینکه همگی مشتق‌هیدروکسیل‌دار و آمین‌دار گوناگون از یک سیستم بنیادی می‌باشند که خود از یک ساختار نیتروژندار دو حلقه‌ای، شامل گروه مشخصه اوره، تشکیل شده‌اند. در سال ۱۸۸۴، او این جسم فرضی مادر را پورین نامید و آن را در سال ۱۸۹۸ سنتز کرد. علاوه براین، او بیش از ۱۵۰ مشتق تازه را که با پورین در ارتباط نزدیک بودند، تهیه کرد.

دلایل تجربی فیشر در فیزیولوژی و پزشکی، در این مورد که اسید اوریک و گزانتین‌ها از یک جسم مادر

آنها را به مشتقاتی متبلور تبدیل می‌کند. این مشتقات را باسانی می‌توان خالص کرد و برای تخلیص و شناسایی قندهای مادر مورد استفاده قرار داد.

فیشر فرمول الدهیدی گلوکز را به کمک یک سری واکنش نظیر اکسیداسیون آن به اسید آلدونیک و تبدیل آن به فنیل‌هیدرازون مربوط، ثابت کرد. او با تبدیل گلوکز، فروکتوز و مانوز به یک نوع اوزازون، رابطه موجود میان آنها را، که خود در سال ۱۸۸۸ کشف کرده بود، به ثبوت رساند. در سال ۱۸۹۰، فیشر با اجرای اپی‌مریزاسیون ۱۱ بین اسید گلوکونیک و اسید مانونیک، مسئله شیمی‌فضایی وایزومری قند را روشن ساخت و بین سالهای ۱۸۹۱ و ۱۸۹۴، آرایش فضایی تمام قندهای شناخته شده را اثبات کرد و تمام ایزومرهای ممکن برای آنها، یعنی کاربرد درخشان اتم کربن چهار وجهی نامتقارن و انتهف و لوبل را پیش‌بینی کرد (۱۸۷۴). سنتز متقابل هگزوزهای مختلف از یکدیگر به وسیله ایزومر کردن آنها و سپس سنتز پنتوزها، هگزوزها و هپتوزها از یکدیگر با عمل تجزیه و واکنشهای سنتزی، ارزش کارهای مدون او را به ثبوت رساند. او نه تنها گلوکز، فروکتوز و مانوز (۱۸۹۰)، بلکه در حدود ۳۰ قنددیگر و ترکیبهایی را نیز که با آنها وابستگی نزدیک داشتند، سنتز کرد.

برنده جایزه نوبل سال ۱۹۰۴، سرویلیام رامسی ۱۵ موجب ختم ناگهانی جنگ جهانی I شد. از دست دادن دو پسر از سه پسرش در جنگ و شکست آلمان در جنگ او را افسرد و هنگامی که دانست به سرطان مبتلا شده است، با تزریق سیانید پتاسیم به زندگی خود خاتمه داد.



آرنیوس (۱۹۰۳) سومین جایزه نوبل در شیمی (۱۹۰۳) به ساوانت اوگوست آرنیوس سوئدی (۱۸۵۹-۱۹۲۷) که در آن زمان استاد فیزیک در دانشگاه فنی استکهلم بود و بعد (۱۹۰۵-۱۹۲۷) رئیس انستیتو شیمی فیزیک نوبل شد «به پاس خدمات خارق العاده‌ای که با نظریه تفکیک الکترولیتی خود، موجب پیشرفت شیمی شده» اعطاء شد. تصویر و دستگاه الکترولیز او بر روی تمبر شماره ۳ نشان داده شده است. آرنیوس، باتکیه بر نتایج به دست آورده از اندازه گیریهای قابلیت هدایت محلولهای الکترولیتی (۱۸۸۲-۱۸۸۳) علل پدیده‌های شیمیایی را به گونه‌ای تازه توجیه کرد. او با ربط دادن این علل به بارهای الکتریکی موجود بر روی اجزاء سازنده اجسام و انکس دهنده، الکتریسیته را دوباره به عنوان عاملی تعیین کننده در شیمی وارد ساخت؛ نظریه دوگانه (۱۸۱۱) یاکوب برسلئوس (۱۷۷۹-۱۸۴۸) فقط جنبه کیفی داشت، در حالیکه نظریه جدید آرنیوس کمی وازدیدگاه ریاضی قابل بررسی بود.

در این نظریه که در سال ۱۸۸۴ در رساله دکتریش عنوان شده بود، آرنیوس پیشنهاد می‌کرد که در محلولها، بخشی از الکترولیت فعال و بخش دیگر، به عنوان رسانای الکتریسیته، غیرفعال است. با زیاد شدن رقت، بخشهای فعال افزایش می‌یابند تا اینکه در رقت بینهایت، تمام الکترولیت

به بخشهای فعال تفکیک شود. این تفکیک، بدون عبور الکتریسیته از محلول، برخلاف نظریه مایکل فارادی ۱۷، صورت می‌گیرد. آرنیوس به منظور جلب رضایت داوران محافظه کار رساله دکتریش، که با این همه به اورتبه چهارم اعطاء کردند، از عبارت بخشهای «فعال» و «غیرفعال» استفاده کرد، ولی بعدها، او بخشهای فعال را یون نامید.

افکار آرنیوس به قدری با افکار آن زمان تفاوت داشت که بلافاصله به وسیله دانشمندان پذیرفته نشد. بیش از یک دهه طول کشید تا آزمایشهای فراوانی به توسط سه «یونیست»، یعنی آرنیوس، استوالد و وانتسف انجام شد و نظریه تفکیک الکترولیتی به طور همگانی پذیرفته شود. تازه در آن موقع نیز همه قانع نشده بودند. برای مثال، لویی کالبرگ (۱۸۷۰-۱۹۴۱) که در دانشگاه ویسکونسین از ۱۸۹۵ تا ۱۹۴۰ به تدریس شیمی اشتغال داشت، در سراسر زندگی خود یکی از مخالفین نظریه آرنیوس به شمار می‌رفت. البته همه انتقادات به نظریه

آرنیوس منفی نبود؛ برای مثال، تغییراتی که در این تئوری به وسیله پیتر دیبای ۱۹ برنده جایزه نوبل سال ۱۹۳۶ و اریک هاگل ۲۰ به عمل آمد، کاربرد آن را در مورد الکترولیتهای قوی امکانپذیر ساخت. بعد از آنکه تئوری تفکیک الکترولیتی آرنیوس به طور گسترده پذیرفته شد، او وقت

خود را به مسایل دیگری نظیر شیمی ایمنی، فلسفه جهان هستی، مبداء حیات و بقاء انرژی مصروف داشت.

رامسی (۱۹۰۴) چهارمین جایزه نوبل در شیمی (۱۹۰۴) به شیمیدان اسکاتلندی سرویلیام رامسی (۱۸۵۲-۱۹۱۶)، استاد شیمی معدنی در کالج دانشگاهی لندن (۱۸۸۷-۱۹۱۳) «به پاس خدمات او در زمینه کشف عناصر گازی کمیاب در هوا و تعیین مکان آنها در جدول تناوبی» اعطاء شد (تمبر شماره ۴، رامسی در سمت چپ). کشف نخستین گاز نجیب (پیش از این، آنرا گاز کمیاب می‌نامیدند) مثال زیبایی از این مطلب است که چگونه آگاهی یک شیمیدان از تاریخ گذشته می‌تواند مستقیماً در پژوهشهای جاری او کاربرد داشته باشد. در سال ۱۸۹۲، فیزیکدان انگلیسی لرد رالی ۲۱ (۱۸۴۲-۱۹۱۹)، در جریان اندازه گیریهای معمولی چگالی گازها، به منظور اثبات نظریه پروت ۲۲ (۱۸۱۵)، متوجه اختلافی کوچک، ولی ثابت، بین چگالی نیتروژن آتمسفری (بالا تر) و چگالی نیتروژن تهیه شده از ترکیبهای آن شد. در پاسخ به نامه رالی که در نشریه نیچر ۲۳ چاپ شد و از خوانندگان این نشریه تقاضای راهنمایی کرده بود، رامسی توجه رالی را به مقاله سال ۱۷۸۵ شیمیدان هنری کوندیش ۲۴ (۱۷۳۱-۱۸۱۰) جلب کرد که وجود یک گاز کمیاب را در آتمسفر پیش بینی کرده بود.

رالی و رامسی نیروی خود را روی هم گذاشتند و در سال ۱۸۸۴ این گاز ناشناخته و بی‌اثر را از آتمسفر جدا کردند و آن را آرگون (یونانی، تنبل) نامیدند. رامسی در سال ۱۸۹۵ و به طور مستقل شیمیدان سوئدی پرتو دور کلسو ۲۵ (۱۸۴۰-۱۹۰۵) در کانیهای رادیوآکتیو زمین یک گاز



5



4

از سازنده‌های ساده‌تر تهیه کند. حتی بعد از نتیجه‌گیری از کارش، چندین سال طول کشید تا نتایج به دست آمده از پژوهشهایش را در صنایع رنگسازی قابل استفاده کند. او اندیگو را به سه طریق سنتز کرد - از اسید ارتو-نیتروفنیل استیک، از اسید ارتو-نیتروسینامیک و از ارتو-نیترو-بنزالدهید و استون، که موجب شد اندیگو به‌طور تجارتمندی از قطران زغال‌سنگ و ارزانتر از محصول طبیعی، به دست آمده از گیاه اندیگو، کشت شده در هند، در دسترس قرار گیرد.

فون‌بایر در کار خود، در زمینه رنگهای آلی دیگر نیز موفق بود. در جریان پژوهشهای فشرده‌ای که در زمینه «واکنشهای تراکمی» انجام می‌داد، یک گروه جدید از ترکیبات رنگی زیبا، یعنی فتالین‌ها را کشف کرد که شامل پیگمانهای ائوزین و رنگهای رودامین، مشتق شده از آنها و همچنین شناساگر پر مصرف اسید - باز، یعنی فنل فتالین، می‌باشند. او ساختار شیمیایی فتالین‌ها را ثابت کرد و نشان داد که فتالین‌ها را نیز می‌توان مانند رنگهای روز آنیلین، که در آن زمان شناخته شده بودند، به عنوان مشتقات تری‌فنیل‌متان طبقه‌بندی کرد. کارهای او بر روی تری‌فنیل‌متان و رابطه موجود بین خواص نوری و ساختار شیمیایی، منجر به تفکری جدید در زمینه ترکیب پیگمانها شد. پژوهشهای تجربی و نظریه او بر روی اجسام انتقالی بین تترکیبات آلیفاتیک و آروماتیک، که او آنها را ترکیبهای هیدروآروماتیک نامید، منجر به ارائه سنتزهای جدیدی برای ترپنها و گونه طبیعی کافور شد.

فون‌بایر در اوایل زندگی خود (۱۸۶۳)، اسید باربیتوریک، یعنی ترکیب مادر «قرصهای خواب‌آور»

شیمی چیزی کاملاً منحصر بفرد است و ذاتاً پیشرفتی به‌ویژه چشمگیر در علوم به‌شمار می‌رود. این پیشرفت هنگامی قابل ملاحظه است که بیاد بیاوریم همه این عناصر از اجزاء آتمسفر زمین می‌باشند و با وجود آن‌که برای انجام پژوهش علمی تا این حد در دسترس بوده‌اند، توانسته‌اند از دید تیزبین دانشمندان برجسته که در مدتی تا این حد طولانی که از زمان شتل ۳۱، پریستلی ۲۲ و لاولازیه ۲۳، تا روزگار ما، به‌کار تعیین خواص شیمیایی و فیزیکی هوا مشغول بوده‌اند، پنهان بمانند. این چنین بی‌اثری کامل در میان عناصر، پیش از این ناشناخته بوده است. کشف گازهای نجیب... دیدگاه محدود ما را از طبیعت عناصر گسترش داده و به این دلیل از دیدگاه ثنوری به‌ویژه جالب توجه است.»

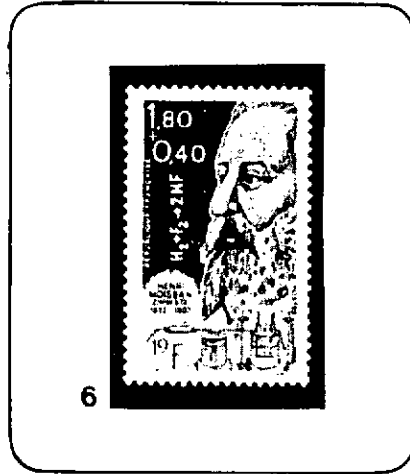
**فون‌بایر (۱۹۰۵)** پنجمین جایزه نوبل در شیمی (۱۹۰۵) به آدولف فون‌بایر آلمانی (۱۸۳۵-۱۹۱۷)، استاد شیمی در دانشگاه مونیخ «پپاس خدماتی که در پیشبرد شیمی آلی و صنایع شیمیایی از طریق کارهایش در زمینه رنگهای آلی و ترکیبات هیدروآروماتیک انجام داده است» اعطاء شد (تمبر شماره ۵، فون‌بایر در سمت راست است). معروف‌ترین پژوهش فون‌بایر، بر روی ساختار و سنتز اندیگو، یعنی مهم‌ترین پیگمانهای آلی - در سال ۱۸۶۵ شروع شد و دو دهه طول کشید تا بتواند آن را

نجیب دیگر، یعنی هلیم (یونانی، خورشید) را کشف کردند که در سال ۱۸۶۸ به طور مستقل به وسیله دو اخترشناس ژول جانسن ۲۶ (۱۸۲۴-۱۹۰۷) و نورمن لاک‌یر ۲۷ (۱۸۳۶-۱۹۲۰) نیز در طیف خورشیدی مشاهده شده بود. با کشف این دومین گاز نجیب، رامسی فکر کرد که این گازها باید به یک گروه جدید از عناصر جدول تناوبی تعلق داشته باشند و جستجو برای یافتن عناصر دیگر این خانواده را آغاز کرد. در سال ۱۸۹۸، با کمک دستیار خود موریس تراورس ۲۸ (۱۸۷۲-۱۹۶۱)، سه گاز کمیاب دیگر یعنی کریپتون (یونانی، پنهان)، نئون (یونانی، جدید) و گزنون (یونانی، عجیب) را از تقطیر هوای مایع جدا کرد. آخرین و سنگین‌ترین گاز کمیاب یعنی رادون، در سال ۱۹۰۰ به توسط فیزیکدان آلمانی فردریش ارنست دورن ۲۹ (۱۸۴۸-۱۹۱۶) در فراورده‌های به دست آمده از رادون کشف شد. رالی جایزه نوبل سال ۱۹۰۴ در فیزیک را «پاس بررسی‌هایی که در زمینه چگالی مهم‌ترین گازها و کشف آرگون به توسط او در ارتباط با این مطالعات» دریافت کرد.

به گفته سدر بلوم ۳۰، رئیس آکادمی علوم سلطنتی سوئد:

کشف یک گروه کاملاً جدید از عناصر، که حتی یکی از آنها نیز با اطمینان شناخته نشده بود، در تاریخ

شناخته شده امروزی را کشف کرد. او همچنین سنتزهای جدیدی برای ترکیبهایی که دارای حلقه‌های کوچک از اتمهای کربن می‌باشند، ارائه داد و برای توجیه ناپایداری این حلقه‌ها نظریه‌ای پیشنهاد کرد. در این نظریه که به نظریه فشار موسوم است، توضیح داده می‌شود که چرا حلقه‌های پنج و شش اتمی متداولتر از حلقه‌هایی هستند که تعداد اتمها در آنها کمتر یا بیشتر است. فون بایر همچنین بر روی مشتقات اسید اوریک، ترکیبهای اوکسونیوم و بسیاری از اجسام آلی دیگر کار کرده است.



بلژیکی و ژروم نیکله ۲۵ فرانسوی در جریان کوشش برای جداسازی این «فوق هالوژن» بدرود حیات گفتند).

موسان بعد از دو سال کار، در ۲۶ ژوئن ۱۸۸۶، موفق شد فلئورید هیدروژن مایع و بدون آب را در یک لوله U شکل، سرد شده تا  $35^{\circ}\text{C}$ ، با حل کردن کمی  $\text{KHF}_2$  در این مایع، به منظور رسانا کردن آن، به وسیله الکترودهای پلاتین، ایریدسیم، الکترولیز کند. او فلئور آزاد را به صورت گاز، به رنگ سبز - زرد پریده در آنند به دست آورد. دستگاه الکترولیز موسان و معادله واکنش هیدروژن و فلئور بر روی تمبر شماره ۶، که به مناسبت بزرگداشت صدمین سال کشف او چاپ شده است، مشاهده می‌شوند. موسان بررسیهای خود را بر روی این عنصر جدید و بسیار فعال ادامه داد و با گذشت قرن، آزمایشگاه او راهنمای شیمی معدنی شد. او فلئوریدمتیل (۱۸۹۰)، تترافلئورید کربن (۱۸۹۰)، هگزا فلئورید گوگرد (۱۹۰۰)، فلئورید سولفوریل (۱۹۰۱)، پنتافلئورید (۱۹۰۲) و فلئوریدنیتریل (۱۹۰۵) را سنتز کرد او همراه با جیمز دیوئر ۲۶ (۱۸۴۲-۱۹۲۳) فلئور را مایع (۱۸۹۷) و جامد (۱۹۰۳) کرد. فلئور که تا قبل از جنگ

موسان (۱۹۰۶) ششمین جایزه نوبل در شیمی (۱۹۰۶) به هنری-موسان (۱۸۵۲-۱۹۰۷) فرانسوی، استاد شیمی معدنی در دانشگاه پاریس «بپاس خدمات برجسته‌ای که بابررسی و جداسازی عنصر فلئور انجام داده و کوره‌ای الکتریکی را که به نام خود او نامگذاری شده، به خدمت علم درآورده» اعطاء شد (تمبر شماره ۶). جداسازی فلئور به توسط موسان همراه با جدول تناوبی مندلیف و کشف گازهای کمیاب به توسط رامسی، یکی از موفقیت‌های نادری بوده است که در شیمی معدنی در اواخر قرن نوزدهم به دست آمد. گرچه پیش از آن به استفاده از کانی فلئورسپار ( $\text{CaF}_2$ ) به عنوان بستر مورد استفاده در گداز فلزات اشاره شده بود و گرچه آنتوان لورن لاووازیسه (۱۷۴۳-۱۷۹۴)، مؤسس شیمی جدید، در کتاب ارزنده خود، شیمی مقدماتی (۱۷۸۹)، در جدول اجسام ساده، «ریشه فلئوریک» (فلئور) را همراه با «ریشه موریاتیک» (کلر) گنجانده بود، سبکترین و فعالترین هالوژنها، به علت فعالیت زیاد فلئور، رسانا نبودن و سمیت فلئورید هیدروژن، کشف نشده بود. چند شیمیدان نظیر پولین لویت ۲۴

جهانی II هنوز يك تحفه آزمایشگاهی به شمار می‌رفت، امروز فقط در ایالات متحده به مقدار ده‌ها هزار پوند در روز تهیه می‌شود. این عنصر در طرح من هاتان ۲۷، به منظور تهیه  $\text{UF}_6$ ، که یک گاز خورنده است و به مقدار زیاد برای جداسازی ایزوتوپ شکافت‌پذیر  $^{235}\text{U}$  مورد استفاده در بمب اتمی، از ایزوتوپ شکافت‌ناپذیر  $^{238}\text{U}$ ، از طریق نفوذ گازی، مصرف می‌شد. فلئور به عنوان اکسید کننده در سوختهای موشک و در تهیه فلئور کربنها، «تفلون»، خنک کننده‌های «فریون»، پیشبرهای افشانه ۲۸ مصرف می‌شود.

همچنین موسان از يك قوس الکتریکی استفاده کرد و در کوره الکتریکی مشهور خود، الماس مصنوعی، کربید کلسیم و کربیدهای دیگر را تهیه نمود و تعدادی از اجسام دیرگداز نظیر آهک ( $\text{CaO}$ ) و  $\text{MgO}$  را ذوب کرد.

مندلیف در سالهای ۱۹۰۵ و ۱۹۰۶ به توسط استادان گوناگون، برای دریافت جایزه نوبل پیشنهاد شده بود. برای جایزه سال ۱۹۰۶، پنج رأی به نفع موسان و چهار رأی به نفع مندلیف ریخته شد و موسان جایزه را دریافت کرد و این آخرین شانس دانشمند روس بود زیرا در اوایل سال ۱۹۰۷ درگذشت. به گفته آرن-وست کرن ۳۹ جای تأسف است که فرهنگستان نتوانست به طور اصولی جایزه‌اش را نوآور یکی از پیشرفته‌ترین نظریه‌های شیمی در بخش آخر قرن نوزدهم اعطاء کند. اگر جایزه نوبل در سالهای ۱۸۷۰ و ۱۸۸۰ وجود می‌داشت، بی‌شک مندلیف آنرا دریافت می‌کرد.

بوخنر ۴۰ (۱۹۰۷) هفتمین جایزه نوبل در شیمی (۱۹۰۷) به ادوارد بوخنر آلمانی (۱۸۶۰-۱۹۱۷)، استاد

صحرايي در روماني خدمت مي‌کرد، در ۳ اگوست ۱۹۱۷ زخمي شد و در ۱۲ اگوست درگذشت. بوخنر احتمالاً برجسته‌ترين دانشمندی است که در طرف متفقين و هنري گوین جفرين موزلي ۴۷ (۱۸۸۷-۱۹۱۵) در طرف متحدين، کشته شدند.

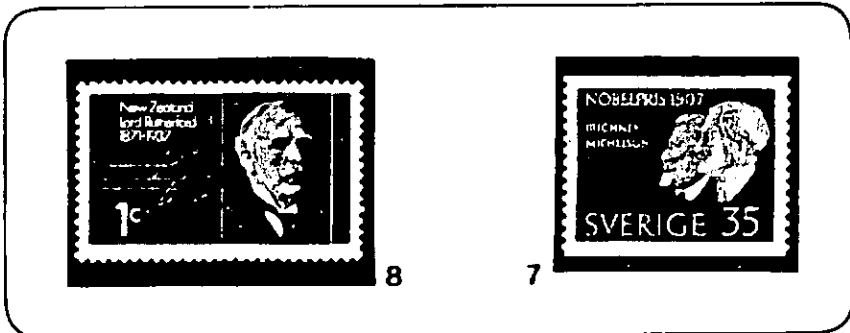
### رادرفورد ۴۸ (۱۹۰۸) هشتمين

جایزه نوبل در شيمي (۱۹۰۸) به ارنست رادرفورد نيوزيلندی (۱۸۷۱-۱۹۳۷)، استاد فيزيك در دانشگاه ويكتوريا، منچستر، انگلستان «پاس بررسيهاي او در شكافت عناصر و شيمي اجسام راديواكتيو» اعطاء شد (تمبر شماره ۸، منتشر شده در بزرگداشت يكصدمين سال تولد او). به گفته هاسلبرگت ۴۹، رئيس آكادمي علوم سلطنتي سوئد: «گرچه كار رادرفورد به توسط يك فيزيكدان و به كمك روشهاي فيزيكي انجام شده است، اهميت آن در بررسيهاي شيميائي به قدری آشكار و روشن است كه آكادمي علوم سلطنتي در اعطاء جایزه نوبل به انجام دهنده اين كار اساسي در زمينه شيمي تردید نكرد.» اين كار دليلى تازه به دلايل متعدد موجود در اين مورد كه شاخه‌هاي گوناگون علوم طبيعي در عصر جديد با يكديگر رابطه‌اي تنگاتنگ دارند، اضافه مي‌كرد. رادرفورد شيميدانها را كم اهميت‌تر از خود مي‌دانست، به اين علت به نحوه توزيع جوايز نوبل اعتراض كرد.

كمي بعد از آن كه برنده جایزه نوبل سال ۱۹۰۳ فيزيك، هنري-بكرل ۵۰ (۱۸۵۲-۱۹۰۸) راديواكتيو خود به خود را كشف كرد، رادرفورد كه هنوز در دانشگاه مك‌گيل ۵۱ در مونترآل كار مي‌كرد، بر روی اشعه منتشره (موسوم به اشعه بـكسرل) بررسيهاي دقيقی به عمل آورد و نشان داد كه اين اشعه از اشعه باردار مثبت

(دماهاي پايين، محلول آبي خنثي و غيره) هستند، اشاره داشتند. اين افراد تصور مي‌كردند كه فرايندهاي نظير تخمير ازحيات جدائي‌ناپذيرند، به يك نيروي حياتي نياز دارند و در غياب ماده زنده قابل اجرا نيستند. بوخنر سمی كرد، به طريق تجربی، جداناپذیری تخمير الكلي را از حيات با خرد كردن سلولهاي مخمر به وسيله ماسه تا موقمی كه ديگر سلول زنده‌اي باقي نماند، نشان دهد. در اين حالت، توليد الكل از قند مي‌بايد قطع شود. او در سال ۱۸۹۶ عصاره عاري از سلولهاي مخمر صاف شده را به محلول غليظ قند، به‌منظور محافظت از آلودگي باكتريائي، افزود و با كمال تعجب تشكيل شدن حبابهاي دي‌اكسيد كرين را مشاهده كرد. عصاره مخمر كاملاً بي‌جان قند را درست مانند سلولهاي مخمر سالم تخمير مي‌كرد. بناپراين، تخمير وحيات جدائي‌ناپذير نبودند و فرايندهاي شيميائي در درون سلولها، نه به وسيله نيروي حياتي، بلكه به وسيله آنزيمها انجام مي‌شدند و با فرايندهاي ناشی از فعاليت شيميائي در خارج از سلول، تفاوت نداشتند. گرچه نمايش تجربی بوخنر به وسيله ماکس رابنر ۴۶ (۱۸۵۴-۱۹۳۲) و سايرين مورد حمله قرار گرفت، ديدهاهاي او پيروز شدند و ويتاليستها سكوت كردند. هنگامي كه بوخنر در جريان جنگ جهاني I به عنوان سرپرست در يك بيمارستان

شيمي عمومي در كالج كشاورزي برلين «پاس انجام پژوهشهايي در بيوشيمي و كشف تخمير بي‌سلول» اعطاء شد (او نخستين كسي است كه در ميان برندگان جوايز نوبل كمتر شناخته شده است) (تمبر شماره ۷، بوخنر در سمت چاپ است). گرچه پديده تخمير از زمانهاي پيش از تاريخ شناخته شده بود، با وجود اين، تا قرن نوزدهم، يعني هنگامي كه آنسلم پايين ۴۱ (۱۷۹۵-۱۸۷۱) (كشف دياستاز، ۱۸۲۶) و تودور شوان ۴۲ (۱۸۱۰-۱۸۸۲) (كشف پپسين، ۱۸۲۶) آنچه را كه بعداً به توسط ويلي كهن ۴۳ (۱۸۳۷-۱۹۰۰) (كشف تريپسين، ۱۸۷۶) آنزيم يوناني، در مخمر نايمده شد، كشف كردند، و اجسام شيميائي واقعي (كاتاليزور) مسبب تخمير توسط شيميدانها جدا شدند، ناشناخته مانده بود. علي‌رغم سنتز اوهره (۱۸۲۸) به وسيله وهلر ۴۴ (۱۸۰۰-۱۸۸۲)، طرفداران نيروي حياتي (ويتاليستها) ۴۵ هنوز معتقد بودند كه حيات پيرو قوانين مخصوص به‌خود است و عموميت دادن به نتايج كلي به دست آمده از بررسي اشياء بي‌جان الزاماً در مورد اورگانيسمهاي زنده كارآيي ندارند. ويتاليستها به اين تفاوت كه اجسام آلي سنتز شده در آزمايشگاه به شرايط فوق‌العاده (دماهاي بالا، حلالهاي قوي و غيره) نياز دارند، در حاليكه نسوج زنده فقط مستلزم استفاده از شرايط ملايم





شد. (تمبر شماره ۹؛ استوالد در سمت راست است). استوالد به خاطر گزینش این بخش از کار گسترده‌اش، که خود او نیز آن را بهترین می‌دانست، به کمیته نوبل تبریک گفت:

گرچه پدیده کاتالیز در سال ۱۸۳۵ به وسیله برسیلیوس<sup>۵۴</sup> شناخته شده بود، این پدیده تا حدود نیم قرن بعد - یعنی تا زمانی که استوالد، یکی از سه نفر پایه‌گذاران شیمی فیزیک -

بررسیهای خود را به منظور تعیین قدرت نسبی اسیدها و بازها انجام داد

و پدیده کاتالیز، هم به طریق تجربی و هم تئوری، بر پایه علمی محکمی استوار گردید، بخوبی شناخته نشده بود. استوالد این کار را از راههای

گونگون انجام داد و همه آنها نتایج قابل قبولی به دست می‌دادند. او معلوم کرد که از سرعت واکنشهای کاتالیز

- اسید یا کاتالیز - بازی مختلف می‌توان بهره‌گرفت و قدرتهای نسبی اسیدها و بازها را به دست آورد.

همچنین نشان داد که یونهای پیشنهاد شده به وسیله آرنیوس می‌توانند به عنوان کاتالیزور عمل کنند. برای مثال، یونهای هیدروژن می‌توانند در

هیدرولیز کاتالیز - اسید نشاسته به قند، کاتالیزور واکنش باشند.

اندازه‌گیریهای فشرده او بنیادی برای مطالعه سرعت واکنشها بنا نهاد.

استوالد بررسیهای خود را به کاتالیزورهای دیگر گسترد و نشان داد که «اثر کاتالیزورها شامل

تغییری است که جسم عمل‌کننده، یعنی کاتالیزور، در سرعت اجرای یک

واکنش شیمیایی ایجاد می‌کند، بدون آنکه خود این جسم قسمتی از محصولهای نهایی تشکیل شده باشد».

استوالد یکی از نخستین کسانی بود که نظریه جنبه‌های صرف‌نظر‌کردنی

گیس<sup>۵۵</sup> (۱۸۳۹-۱۹۰۳) را پذیرفت و نشان داد که گاهی لازم است فرض

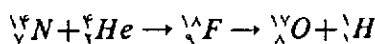


10



9

در سال ۱۹۰۶ رادرفورد شروع به مطالعه انحراف ذرات X به وسیله صفحات نازک فلزی کرد و وضعیتی را که در هر کتاب شیمی مقدماتی توصیف می‌شود و بر روی تمبر شماره ۸ آورده شده، مشاهده کرد. بیشتر ذرات X پرتاب شده به سوی ورقه نازکی از طلا، بدون انحراف عبور می‌کردند و فقط تعداد بسیار کمی از آنها بسا زاویه‌ای بزرگ منحرف می‌شدند. او از این آزمایش نتیجه گرفت که اتمها بیشتر از فضای خالی تشکیل شده‌اند و شامل هسته‌ای بسیار کوچک و سنگین با بار مثبت می‌باشند و اینکه این هسته به وسیله تعدادی الکترون بسیار سبک با بار منفی احاطه شده است. او تئوری اتم هسته‌دار را در سال ۱۹۱۱ پیشنهاد کرد. رادرفورد نخستین تبدیل متقابل مصنوعی عناصر را به یکدیگر (که در ۹ نوامبر ۱۹۱۷ مشاهده کرد و در سال ۱۹۱۹ منتشر ساخت) از طریق بمباران هسته نیتروژن با ذرات X انجام داد:



استوالد (۱۹۰۹) نهمین جایزه نوبل در شیمی (۱۹۰۹) به استوالد روسی - آلمانی (۱۸۵۳ - ۱۹۳۲)، استاد شیمی فیزیک افتخاری در دانشگاه لایپزیک «پاس کارهایش در زمینه کاتالیز و به خاطر بررسیهایش در زمینه اصول اساسی حاکم بر تعادل‌های شیمیایی و سرعت واکنشها» اعطاء

و باردار منفی تشکیل شده‌اند (البته بعدها نشان داده شد که این اشعه ماهیت ذره‌ای دارند). رادرفورد این اشعه را به ترتیب ذرات X و B نامید. وقتی معلوم شد که بعضی از این

اشعه‌ها به وسیله میدان مغناطیسی منحرف نمی‌شوند (۱۹۰۰)، رادرفورد نشان داد که این اشعه، امواج الکترو-

مغناطیسی هستند و آنها را اشعه γ نامید. در آغاز سال ۱۹۰۲، با همکاری

برنده جایزه نوبل سال ۱۹۲۱، فردریک سادی<sup>۵۶</sup>، رادرفورد نشان داد که

عناصر رادیواکتیو اورانیوم و توریم، در جریان از بین رفتن رادیواکتیوی، خود

به یک سری عناصر واسطه جدید، که شکلی تازه از رؤیای کیمیاگران

باستان، یعنی تبدیل متقابل عناصر به یکدیگر بود، تبدیل می‌شوند. این

دو نفر با نسبت دادن این پدیده به تجزیه خود به خودی عناصر رادیو-

اکتیو با خارج کردن ذرات X یا B، نظریه تجزیه رادیواکتیوی خود را

پیشنهاد کردند. هر عنصر واسطه با سرعتی معین از بین می‌رفت به طوری

که نصف هر مقدار از آن در زمانی معین، که رادرفورد آن را نیم - عمر

نامید، تبدیل می‌شد. بین سالهای ۱۹۰۶ و ۱۹۰۹،

رادرفورد و دستیارش هانس گیگر<sup>۵۷</sup> (۱۸۸۲-۱۹۴۵) نشان دادند که ذرات

X همان اتمهای هلیوم هستند که الکترونهاشان را از دست داده باشند.

## پانوشته‌ها:

- 1) Alfred Bernhard Nobel
- 2) Van't Hoff
- 3) Fischer
- 4) Arrhenius
- 5) Ramsay
- 6) Von Baeyer
- 7) Moissan
- 8) Joseph Achille Lebel
- 9) Wilhelm Ostwald
- 10) François Marie Raoult
- 11) Epimerisation
- 12) H. Theel
- 13) Vincent Du Vigneau
- 14) Frederic Sanger
- 15) Sir William Ramsay
- 16) Jons Jacob Berzelius
- 17) Michael Faraday
- 18) Louis A. Kahlenberg
- 19) Peter Debye
- 20) Erich Huckel
- 21) Lord Rayleigh
- 22) Prout
- 23) Nature
- 24) Henry Cavendish
- 25) Per Teodor Cleve
- 26) Jules Janssen
- 27) Norman Lockyer
- 28) Morris WI Travers
- 29) Ernst Duren
- 30) J. E. Cederblom
- 31) Scheele
- 32) Priestly
- 33) Lavoisier
- 34) Paulin Louyet
- 35) Jerome Nickles
- 36) James Dewar
- 37) Manhattan
- 38) aerosol propellants
- 39) Arne Westgren
- 40) Eduard Buchner
- 41) Anselem Payen
- 42) Theodor Schwann
- 43) Willy Kuhne
- 44) Wohler
- 45) Vitalists
- 46) Max Rubner
- 47) Henry Jeffreys moseley
- 48) Ernest Rutherford
- 49) K. B. Hasselberg
- 50) Henri Becquerel
- 51) Macgill
- 52) Frederick Soddy
- 53) Hans Geiger
- 54) Berzelius
- 55) Josiah Willard Gibbs
- 56) otto Wallach
- 57) August Kekulé

جدا کردن آنها مشکل است، والاخ بررسی آنها را آغاز کرد و بقیه زندگی خود را بر سر این کار گذاشت که منجر به انتشار ۱۲۶ مقاله شد. در سال ۱۸۸۴، او کار خود را با چند بطری از روغنهای پایه گیاهی که ککوله در اختیارش گذاشته بود، آغاز کرد. این روغن شامل هیدروکربنهای گوناگون موسوم به ترپن بود؛ زیرا اساس ترپانتین خود مخلوطی از چند نمونه از آنهاست. این اجسام ناپایدار که از دیدگاه تجربی کار کردن با آنها مشکل بود، همگی دارای ترکیب درصد یکسان بودند. جرم مولکولی بیشتر آنها یکسان بود، خواص نوری و واکنشهای متفاوت داشتند. تا آن زمان، تقریباً ۱۰۰ ترپن ایزومر توصیف شده بود، ولی این تعداد ایزومر با نظریه شیمیایی آنروزگار قابل توجیه نبود و اشتباه فراوان پیش می‌آمد. مانتول و کامفر (کافور) محتملاً شناخته شده‌ترین ترپنهاستند و از زمان والاخ معلوم شده بود که ویتامین A، استروئیدهای نظیر ویتامین D و هورمونهای جنسی با ترپنها مرتبط می‌باشند.

با آغاز سال ۱۸۸۴، والاخ با زحمت فراوان ترپنی را از ترپن دیگر جدا کرد و ساختمان هر یک را مشخص ساخت. به این طریق او توانست تعداد زیاد ترپنهای شناخته شده را به هشت کاهش دهد - به این عدد بعدها چند ترپن تازه کشف شده اضافه شد. او ثابت کرد که ترپنها در تماس با بیشتر واکنشگرها تغییر می‌کنند و به یکدیگر تبدیل می‌شوند. او همچنین محصولات شناخته شده گوناگون یا تازه شناخته شده طبیعی نظیر الکلها، کتونها، سزکویی ترپنها و پلی‌ترپنها را که بسیاری از آنها اهمیت بیولوژیکی و صنعتی فراوان دارند، مطالعه و شناسایی کرد.

کنیم کاتالیزورها سرعت واکنشها را شدت می‌بخشند، بدون آن‌که از دیدگاه انرژی روابط موجود بین اجسام شرکت کننده را تغییر دهند. به عقیده او، کاتالیزورها از طریق پایین آوردن انرژی آکتیواسیون، یعنی همان منبهمی که به وسیله آرنیوس معرفی شده بود، عمل می‌کنند. نتیجه مطالعات استوالد این بود که کاتالیزورهای علی‌الظاهر اسرارآمیز، یک مشکل سینتیکی هستند که با مطالعه علمی دقیق می‌توان به آن دسترسی پیدا کرده. دیدگاههای او در مورد کاتالیز، که امروز نیز معتبر هستند، نه تنها در شیمی نظری بلکه در صنایع شیمیایی و بیوشیمی به طور گسترده کاربردهایی پیدا کردند. گرچه استوالد یک تجربه‌گر ماهر بود ولی ارزش او بیش از اینهاست. او نویسنده‌ای روشن بین، متفکر و گاهی ستیزه‌جو و ارائه دهنده افکار علمی نو بود. طلبه‌ای بود با علایق اندیشمندانه گوناگون و ظرفیت کاری فوق‌العاده که در زمینه تعلیم و تربیت، فلسفه و فعالیت‌های بشری دوستانه زمان خود مشارکت فعال داشت.

والاخ ۵۶ (۱۹۱۰) دهمین جایزه نوبل در شیمی (۱۹۱۰) به اتو والاخ آلمانی (۱۸۴۷-۱۹۲۱)، استاد شیمی آلی در دانشگاه گوتینگن «پاس‌خدمات او به شیمی آلی و صنایع شیمیایی و کارهای پیشتازش در زمینه ترکیبهای آلیسیکلیه اعطاء شد (تمبر شماره ۱۰: والاخ در سمت چپ است). والاخ در سال ۱۸۷۹، یعنی هنگامی که در دانشگاه بن استاد بود، می‌باید دارو سازی درس بدهد و در نتیجه با مواد طبیعی مورد استفاده به عنوان دارو سر و کار پیدا کرد. گرچه اگوست ککوله ۵۸ (۱۸۲۹-۱۸۹۶) او را آگاه ساخته بود که این اجسام مخلوطهای بسیار پیچیده‌ای تشکیل می‌دهند و

۳- از سوختن کامل يك ليتر از كدام ئيدروكربنهاي زير به حالت گاز حداكثر گرما ايجاد مي شود؟

- A. اتيلن B. منان C. استيلن D. پروپان  
E. همه آنها گرمادهي يكساني دارند

۴- چند ايزومر مي تواند يك تركيب داشته باشد. اگر فرمول آن  $C_7H_8Br$  باشد.

- A. ۱ B. ۲ C. ۳ D. ۴ E. ۵

۵- كداميك از ئيدروكربنهاي زير بهترين سوخت موتور مي باشند

- A. سيكلواكتان B. دي متيل هگزان  
C. اکتان نرمال D. اتيل هگزان  
E. تري متيل پنتان

۶- با كداميك از تركيبهاي زير، يك محلول آبي اكسيد بالاي عنصر شماره ۳۳ مي تواند واكنش دهد؟

- A.  $CO_2$  B.  $K_2SO_4$  C.  $HCl$   
D.  $NaOH$  E. منيزيم

۷- حداقل غلظت (بر حسب درصد جرم) ۱ كيلو گرم محلول ئيدروكسيد پتاسيم براي خشي كردن كامل  $3/57$  مول اسيد نيتريك چقدر بايد باشد؟

- A. ۵ درصد B. ۱۰ درصد C. ۱۵ درصد  
D. ۲۰ درصد E. ۲۵ درصد

۸- چند تركيب با فرمول  $C_7H_7N$  مي تواند وجود داشته باشد؟

- A. ۱ B. ۲ C. ۳ D. ۴ E. ۵

۹- در كداميك از اين تركيبها، بيشترين درصد جرمي نيتروژن موجود است؟

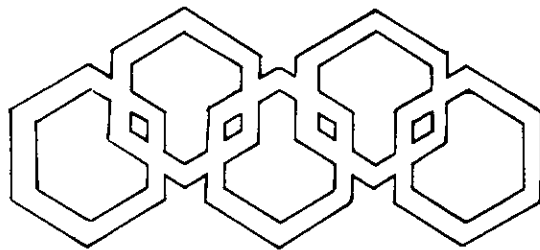
- A. نيترات پتاسيم B. نيترات باريم  
C. نيترات آلومينيم D. نيترات ليتيم  
E. نيترات سديم

۱۰- كلر به كدام اتم كرين (با شماره رديف مشخص شده) در واكنش  $HCl$  با اسيد ۲- پنتن اوليك اضافه مي شود؟

- A. ۱ B. ۲ C. ۳ D. ۴ E. ۵

۱۱- چند مول آب در بلورآبدار بر حسب مول نيترات

# يازدهمين المپياد بين المللي شيمي



دکتر مسعود روحی لاریجانی

هنگامي که اين پرسشهاي هدف دار را حل مي کنيد. و در کلماتي که به نظر شما منطبق بر پاسخ صحيح است دايره اي در مورد هريك از ۲۰ پرسش رسم کنيد:

۱- كدام عنصر در واكنش بين اتيلن و محلول آبي پرمنگنات پتاسيم اكسيد شده است:

- A. كرين B. ئيدروژن C. پتاسيم  
D. منگنز E. اكسيژن

۲- به طور تقريبي چند ليتر  $CO_2$  مي تواند در واكنش ۱۸ گرم بيكر بنات (ئيدروژن كربنات پتاسيم) با ۶۵ گرم اسيد سولفوريك ۱۰ درصد متصاعد مي شود

- A. ۱/۱ B. ۲/۱ C. ۳/۱ D. ۴/۱ E. ۵/۱

۱۵- به طور تقریبی چند لیتر هوا برای سوختن کامل ۱ لیتر آمونیاک لازم است؟

A. ۱۱ B. ۲۱ C. ۳۱ D. ۴۱ E. ۵۱

۱۶- در تجربه حرارتی کربنات تیترولون سدیم (بیکربنات سدیم) کدام عنصر اکسید می‌شود؟

A. سدیم B. تیترولون C. اکسیژن  
D. کربن E. هیچکدام

۱۷- کدامیک از تغییر شرایط زیر در تعادل شیمیایی تجربه حرارتی  $\text{CaCO}_3$  بی اثر است؟

A. افزایش دما B. کاهش فشار  
C. افزایش کاتالیت D.  $\text{CO}_2$  غلظت  
E. افزایش غلظت ماده اولیه

۱۸- کدامیک از اجسام زیر در الکترولیز محلول آبی کلرید آلومینیم در آند پلاتین تشکیل خواهد شد؟

A. آلومینیم B. اکسیژن C. تیترولون  
D. تیتروکسید E. کلر

۱۹- دستگاههایی که در زیر نمایش داده شده برای تهیه آمونیاک در شرایط آزمایشگاهی در نظر گرفته شده است. لوله آزمایشی کسه حرارت داده می‌شود محتوی مخلوطی از  $\text{Ca(OH)}_2$  و  $\text{NH}_4\text{Cl}$  است. کدام شکل صحیح است؟

#### پرسش شماره ۴

آلیاژی شامل فلزهای، کادمیم، قلع، بیسموت و سرب است. بر نمونه‌ای از این آلیاژ به جرم  $1/2860$  گرم، اسید نیتریک غلیظ اثر داده شد ترکیب خاصی از فلز «A» به حالت رسوب به دست آمده که آن را جدا کرده و به اندازه کافی شستشو داده سپس خشک و کلسینه نموده. جرم رسوب بعد از کلسیناسیون برای دستیابی به جرم ثابت  $0/3265$  گرم است.

از محلول آبی آمونیاک به مقدار اضافی به محلول به دست آمده پس از پیدا کردن رسوب افزوده شد. ترکیبی از فلز «B» در محلول باقی می‌ماند در حالی که همه فلزهای دیگر به صورت ترکیب کم محلول رسوب می‌کنند ابتدا محلول را به طور کمی از رسوب جدا نموده و سپس سولفید تیترولون از محلول جدا شده عبور داده تا حد اشباع. رسوب حاصل حاوی فلز «B» را جدا نموده، شسته و خشک می‌نمایند، جرم رسوب  $0/6613$  گرم بوده است بر رسوب محتوی، ترکیب فلزهای «C» و «D»

کلسیم موجود است اگر درصد محتوی آب  $30/5$  درصد باشد؟

A. ۱ B. ۲ C. ۳ D. ۴ E. ۵

۱۲- کدامیک از این اسیدهای آلی، قوی‌تر است؟

A. بنزوتیک B. کلر و بنزوتیک  
C. آمینو بنزوتیک D. متیل بنزوتیک  
E. برم و بنزوتیک

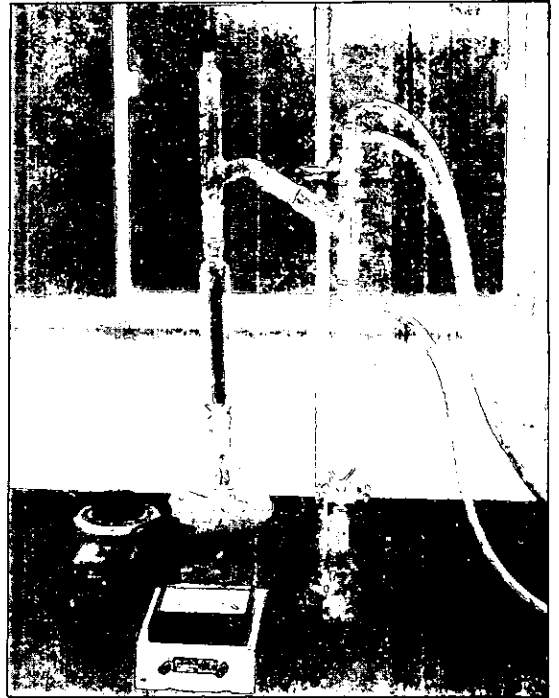
۱۳- کدامیک از این اسیدها، بالاترین درجه تفکیک را دارد؟

A.  $\text{HClO}$  B.  $\text{HClO}_2$   
C.  $\text{HClO}_3$  D.  $\text{HClO}_4$   
E. همه آنها درجه تفکیک یکسان دارند

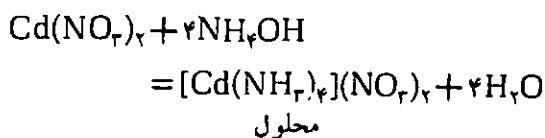
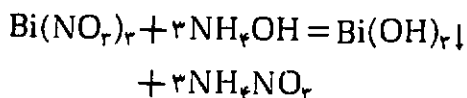
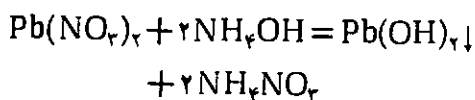
۱۴- کدامیک از نمکهای عنوان شده در زیر نمی‌تواند تیترولیز شود؟

A. برمید پتاسیم B. سولفات آلومینیم  
C. کربنات سدیم D. نیترات فریک  
E. نیترات آهن (III)

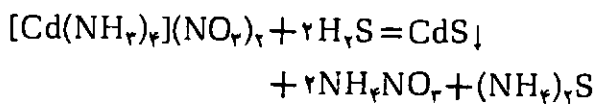
E. سولفات باریم



۲- تحت اثر افزایش مقدار اضافی محلول آمونیاک واکنش زیر انجام می‌پذیرد:



واکنش انجام شده در اثر اشباع شدن محلول از سولفید نیدروژن



۳- محاسبه کادمیم موجود در آلیاژ:

$$M(\text{Cd}) = 112/4 \text{ g mol}^{-1}$$

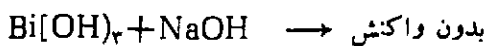
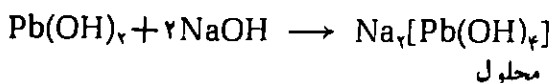
$$M(\text{CdS}) = 144/5 \text{ g mol}^{-1}$$

$$m(\text{Cd}) = \frac{112/4 \text{ g mol}^{-1} \times 0/6613 \text{ g}}{144/5 \text{ g mol}^{-1}} = 0/5143 \text{ g}$$

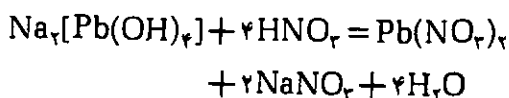
درصد جرمی کادمیم (فلز «B») در آلیاژ:

$$W(\text{Cd}) = \frac{0/5143 \text{ g}}{1/2869 \text{ g}} = 0/3999 = 39/99\%$$

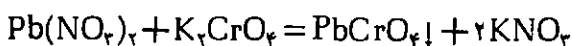
۴- اثر نیدروکسید سدیم اضافی بر نیدروکسید سرب (II) و بیسموت (III)



اسیدی کردن محلول با اسید نیتريك تا  $\text{pH} = 5$ :



از  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  بروی محلول:



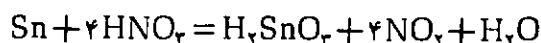
واکنش‌هایی که تعیین کمی سرب در رسوب  $\text{PbCrO}_4$  بر آن پایه است:

به مقدار اضافی از محلول  $\text{NaOH}$  اثر داده شد. محلول و رسوب را به طور کمی (کامل) جدا کرده محلولی از  $\text{HNO}_3$  به محلول قلیایی تارسیدن به  $\text{pH} = 5$  تا  $\text{pH} = 6$  اضافه کرده و مقدار اضافی از  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  به محلول شفاف حاصل افزوده شد. رسوب زرد رنگی جدا شد پس از شستشو به طور کامل به داخل یک بشر منتقل می‌شود، محلولی از  $\text{H}_2\text{SO}_4$  رقیق و  $\text{KI}$  متیلور به آن اضافه شد. ید تولید شده از واکنش با محلول تیوسولفات سدیم در حضور معرف نشاسته سنجش شد،  $18/46$  میلی لیتر از محلول  $0/1512$  نرمال تیوسولفات به کار رفت.

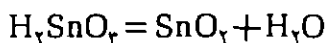
آخرین فلز موجود در رسوب به صورت ترکیب کُسم محلول به فسفات سه مراتب کمتر محلول تبدیل و جرم آن  $0/14675$  گرم اندازه گیری شد همه معادله‌های واکنش‌های شیمیایی را که تجزیه کمی آلیاژ بر آن مبنا بوده بنویسید نام فلزهای  $\text{C}$ ،  $\text{B}$ ،  $\text{A}$  و  $\text{D}$  را مشخص کرده، درصد فلزهای در آلیاژ را حساب کنید.

حل:

۱- اثر اسید نیتريك بر آلیاژ



نحوه اندازه گیری جرم قلع:



محاسبه قلع موجود در آلیاژ:

$$M(\text{Sn}) = 118/7 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(\text{SnO}_2) = 150/7 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\frac{M(\text{Sn})}{M(\text{SnO}_2)} = \frac{m(\text{Sn})}{n(\text{SnO}_2)}$$

$$m(\text{Sn}) = \frac{118/7 \text{ g mol}^{-1} \times 0/3265 \text{ g}}{150/7 \text{ g mol}^{-1}}$$

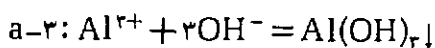
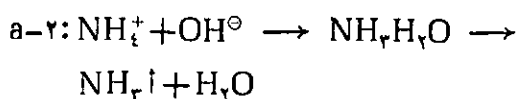
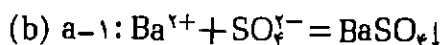
$$= 0/2571 \text{ g}$$

درصد جرم قلع (فلز «A») در آلیاژ:

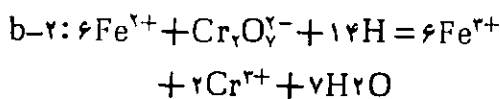
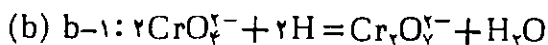
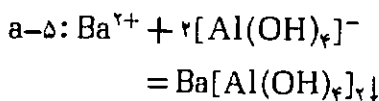
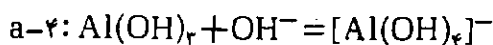
$$W(\text{Sn}) = \frac{0/2571 \text{ g}}{1/2860 \text{ g}} = 0/1999 = 19/99\%$$

(c) کربنات سدیم (سودا) کلسینه شده و سولفات تیدروژن سدیم (تیدروژن لفات سدیم)  
 (d) ۴- برموانیل بنزن و کلر  
 (e) n- پروپیل الکل. فنل و اسید سولفوریک غلیظ؟  
 معادلات اختصاری یونی را برای این واکنش‌های دیگر،  
 معادلات مولکولی بنویسید و نوع واکنش را مشخص کنید.  
 برای آن دسته از واکنش‌هایی که می‌تواند منجر به تشکیل  
 چند جسم شود تفاوت‌های شرایط واکنش را مشخص نماید.

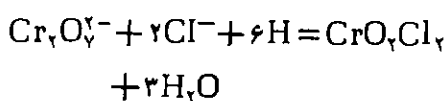
حل:



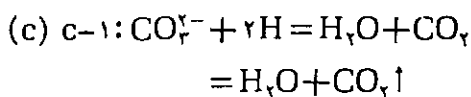
ممکن است:



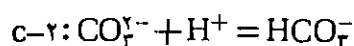
b-۳:  $H_2SO_4$  و  $Cl^-$  با غلظت زیاد



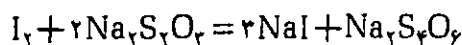
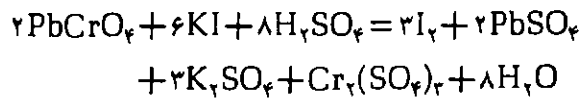
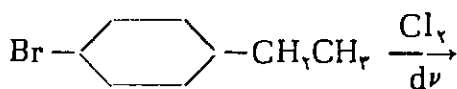
با مقدار اضافی  $H^+$



با مقدار اضافی  $CO_3^{2-}$



(d) d-۱: واکنش جانشینی رادیکالی  
 (درمقابل نور یا حرارت)



درصد سرب (فلز «C») در آلیاژ:

$$W(Pb) = \frac{C(Na_2S_2O_3) \cdot \nu(Na_2S_2O_3 \times M(Pb))}{m(\text{آلیاژ}) \cdot 3}$$

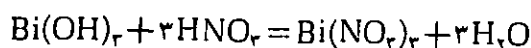
یک یون  $Pb^{2+}$  مطابق است با یک یون  $CrO_4^{2-}$  که ۳ الکترون در واکنش (ردوکس) اکسید-احیاء در نظر گرفته شده دریافت می‌کند.

$$W(Pb) = \frac{0.512 \text{ mol dm}^{-3} \times 0.01826 \text{ dm}^3 \times 207.2 \text{ g mol}^{-1}}{1/286 \text{ g} \cdot 3}$$

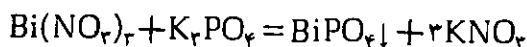
$$= 0.1299 = 12.99\%$$

۵- تبدیل تیدروکسید بیسموت به فسفات مستلزم:

(a) حل تیدروکسید بیسموت در یک اسید است



(b) رسوب یونهای بیسموت با یونهای فسفات



محاسبه بیسموت محتوی در آلیاژ

$$M(Bi) = 207 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M(BiPO_4) = 307 \text{ g mol}^{-1}$$

$$m(Bi) = \frac{207 \text{ g mol}^{-1} \times 0.4676 \text{ g}}{307 \text{ g mol}^{-1}}$$

$$= 0.3215 \text{ g}$$

درصد بیسموت (فلز «D») در آلیاژ

$$W(Bi) = \frac{0.3215 \text{ g}}{1.286 \text{ g}} = 0.2500 = 25.00\%$$

ترکیب آلیاژ:

۱۳% Pb    ۲۵% Bi    ۲۰% Sn    ۴۰% Cd

پرسش شماره ۳

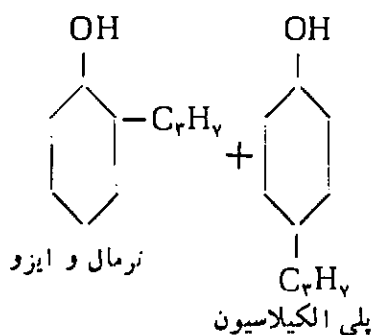
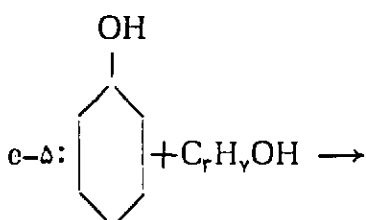
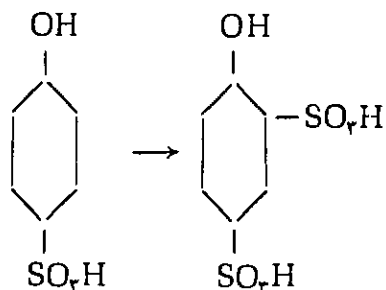
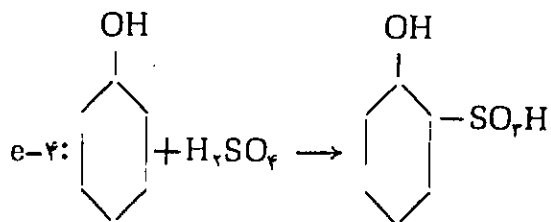
چه فرایندهای شیمیایی ممکن است انجام پذیرد و در اثر

متقابل:

(a) سولفات آلومینیم - آمونیم با آب باریت

(b) کرومات پتاسیم، کلرید فرو (کلرید آهن (II)) و اسید

سولفوریک



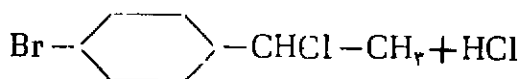
اکسیداسیون جزئی  $e-5: \text{C}_r\text{H}_v\text{OH}$  و فل متعاقب با تراکم و استری شدن

پرسش شماره ۴

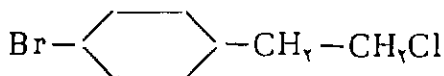
ترکیب «X» شامل نیتروژن و تییدروژن است. حرارت دادن شدید ۳/۲ گرم «X» منجر به تجزیه آن بدون تشکیل باقیمانده جامد می شود مخلوط گازهای حاصل به طور جزئی توسط اسید سولفوریک جذب می شود. (حجم مخلوط گاز با فاکتور ۲/۸ نقصان می یابد). گاز جذب نشده که مخلوطی از تییدروژن و نیتروژن است در شرایط متعارفی ۱/۴ لیتر حجم را اشغال می کند و دانسیته آن ۵/۷۸۶g/l است. فرمول ترکیب «X» را معین نمایید.

حل:

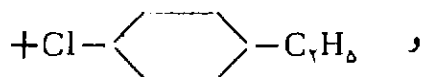
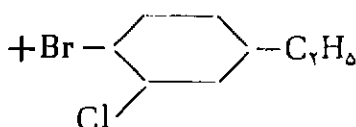
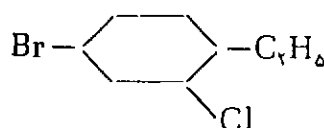
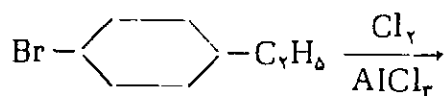
اگر چگالی مخلوط  $\text{H}_r$  و  $\text{N}_r$  معلوم است اختلاط آن به



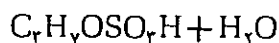
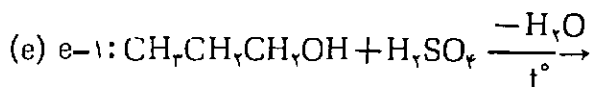
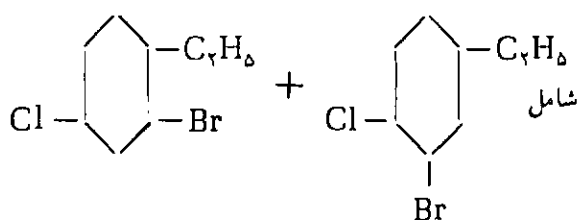
مقدار کمی از



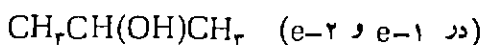
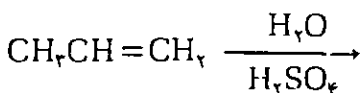
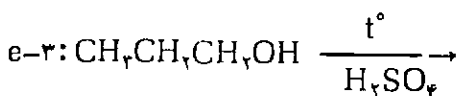
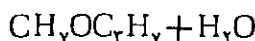
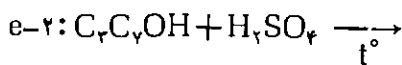
و محصول پلی کلره در مجاورت  $e-2$ :  
کانالیست جانشینی الکتروفیلی



محصولات واکنش جانبی:



(مقدار اضافی  $\text{C}_r\text{H}_v\text{OH}$ )



این ترتیب مشخص می‌شود:

$$0.786 \times 22/4(n+1) = 28n + 2$$

بنابراین  $n = 1/5$ . جرم مخلوط عبارت است از:

$$0.786 \text{ g l}^{-1} \times 1/41 = 1/1 \text{ g}$$

در نتیجه مخلوط گاز جذب شده به توسط اسید سولفوریک (این گازها می‌توانند  $\text{NH}_3$  و  $\text{N}_2\text{H}_4$  باشد) دارای جرم مولی توسط

$$\frac{3/28 - 1/1 \text{ g}}{1/4 \text{ L} \times (2 - 8 - 1)} \times 22/40 \text{ L mol}^{-1}$$

$$= 18/67 \text{ g mol}^{-1}$$

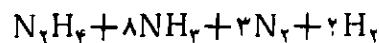
اما  $\text{NH}_3$  مطابق است با  $17 \text{ g mol}^{-1}$

این بدین معنی است که محصول گازی جذب شده شامل مخلوطی از  $\text{NH}_3$  و  $\text{N}_2\text{H}_4$  است. ترکیب جزء جذب شده عبارت است از:

$$\frac{32 + 17n}{n+1} = 18/67$$

$$8\text{NH}_3 + \text{N}_2\text{H}_4 \text{ یعنی } n = 8$$

در نتیجه نسبت کلی ترکیبهای مخلوط چنین است:



که مطابق است با ترکیبی از جسم اولیه

$$\text{N}:\text{H} = (2 + 8 + 6):(4 + 24 + 2) = 1:2$$

جسم اولیه تیدرازین  $\text{N}_2\text{H}_4$  است.

### پرسش 5

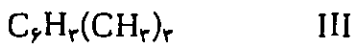
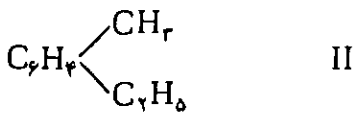
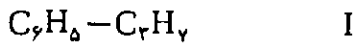
مشتق بنزنی X با فرمول تجربی  $\text{C}_9\text{H}_{12}$  برآمده از آن در مقابل نور منجر به تشکیل دو مشتق مونوبرم دار با بازده تقریباً مشابه می‌نماید. برآمده نمودن آن در تاریکی و در مجاورت آهن نیز تولید دو مشتق مونوبرم دار می‌کند. اگر واکنش تا درجه بالاتری ادامه یابد ممکن است مشتق دی برم تشکیل شود.

برای ترکیب X و محصولات برآمده از آن فرمول ساختمانی پیشنهاد کنید. شمای واکنشها را بنویسید.

حل:

ترکیب با فرمول تجربی  $\text{C}_9\text{H}_{12}$  ممکن است یکی از

حالتهای زیر باشد.

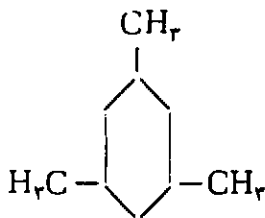


در اثر برم در مقابل نور بدون کاتالیست. برآمده شدن زنجیر الیفاتیک عمدتاً روی کسرن متصل به هسته اروماتیک صورت می‌گیرد.

هنگامیکه واکنش در تاریکی و با حضور آهن انجام شود. آهن به  $\text{FeBr}_3$  تبدیل شده و واکنش برم دار شدن را روی حلقه اروماتیک کاتالیست می‌نماید ترکیب X می‌تواند فرمول شماره I باشد (چون فقط یک مشتق مونوبرم می‌تواند در مقابل نور تشکیل شود) همچنین ایزومرهای III a و III b نیز می‌تواند باشد.

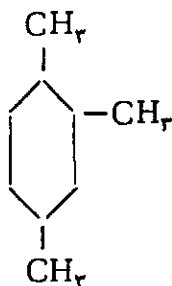
III a - فقط یک مشتق مونوبرم دار در برآمده شدن

گروههای  $\text{CH}_3$  تولید خواهد شد.

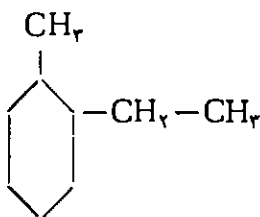


III b - سه مشتق مونوبرم متفاوت در شرایط بالا

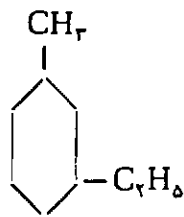
می‌تواند ایجاد شود.



بنابراین انتخاب می‌بایست روی چهار ساختمان زیر انجام شود:



II a

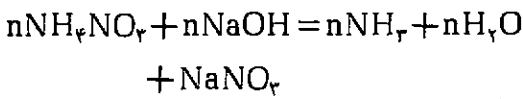
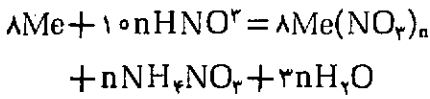


II b

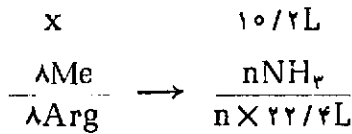


نیتریک رقیق قرار داده شد. محلول قلیایی گرم به مقدار اضافی به محلول حاصل افزوده شد و ۱/۱۲ لیتر گاز متصاعد شد (شرایط متعارفی). چه فلزی در اسید نیتریک حل شده بود؟ حل:

گاز متصاعد شده در حین واکنش با محلول قلیایی آمونیاک بوده بنابراین یکی از محصولات ایجاد شده از انحلال فلز مورد پرسش در اسید آمونیم نیترات است. در نتیجه معادلات واکنش به صورت زیر خواهد بود:



بنابر شمای:



در حالیکه n عبارت است از والانس فلز (عدد اکسیداسیون  $\text{Me}^{n+}$  و Ar و جرم اتمی نسبی فلز است.

$$\lambda \text{Arg} - 22/40 \text{ml}$$

$$13 \text{g} - 1/02 \text{l}$$

$$\text{Ar} = \frac{13 \text{g} \times 22/4 \text{L} \times n}{\lambda \text{g} \times 1/12 \text{L}} = 32/\lambda n$$

$$\text{Ar} = 32/5 \cdot n$$

$$n=1 \quad \text{Ar} = 32/5 \quad (\text{هیچ})$$

$$n=2 \quad \text{Ar} = 16 \quad (\text{روی})$$

$$n=3 \quad \text{Ar} = 97/5 \quad (\text{هیچ})$$

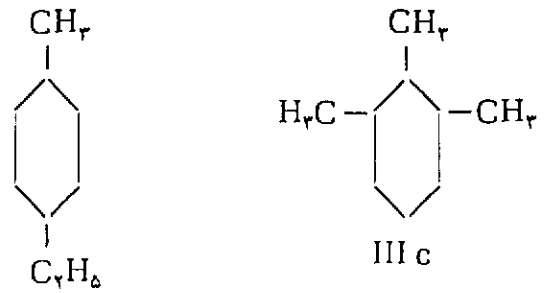
$$n=4 \quad \text{Ar} = 8 \quad (\text{هیچ})$$

پاسخ - فلز روی است.

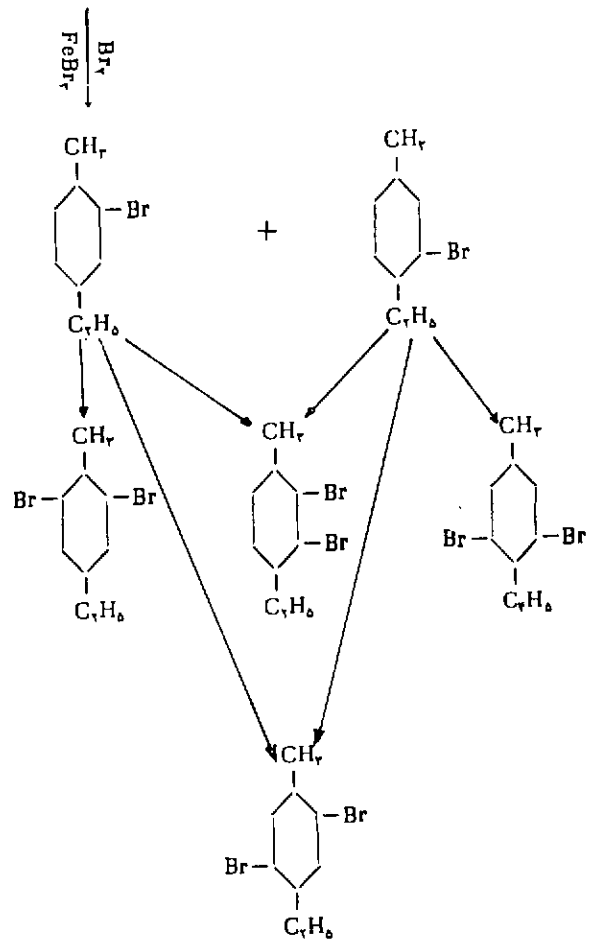
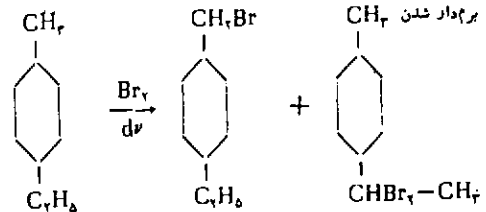
پرسش شماره ۷ (عملی)

۱۰ لوله آزمایش شماره داره ۲۰ میلی لیری. هر کدام حاوی محلول ۰/۱<sup>M</sup> از اجسام زیر است:

کلرید باریم، سولفات سدیم، کلرید پتاسیم، نیترات منیزیم، ارتو فسفات سدیم، تییدروکسید بساریم. نیترات سرب، تییدروکسید پتاسیم، سولفات آلومینیم، کسربنات سدیم. با بکارگیری فقط همین محلولها به عنوان معرف مشخص نمائید



شرایطی که دو مشتق مونو برمه در تاریکی تشکیل می شود منطبق بر ساختمان II a و II b است. شرایط امکان تشکیل چهارمشتق دی برم دار با ساختمان III c موافق است. بنابراین تنها ساختمان ممکن ترکیب X فرمول II c است.



پرسش شماره ۶

۱۳۰ گرم از يك فلز ناشناخته تحت تأثیر مقدار اضافی اسید

# تشکیل عناصر شیمیایی و تکامل تدریجی جهان خلقت

ترجمه: دکتر منصور عابدینی  
استاد دانشگاه تهران

ترجمه از مجله شماره ۹  
سپتامبر ۱۹۹۰  
Chemical Education

طی پانزده بیلیون سالی که از زمان انفجار بزرگ (big bang) گذشته است و ما منشأ جهان خلقت را در آن جستجو می‌کنیم، ترتیب پیچیده‌ای از فرایندهای تکاملی، محیط زیست کنونی ما را شکل داده است. پیدایش کهکشانها، ستارگان، اجرام سماوی و نهایتاً خود حیات از گردوغبار انفجار بزرگ اولیه، نمایشگر نتایج برهم کنشهای بین نیروهای اساسی طبیعت و ذرات بنیادی است. یکی از نشانه‌های گوناگونی عظیم جهان خلقت تشکیل عناصر شیمیایی است. سنتز عنصر (یا نوکلئوسنتز) اکنون بر اساس واکنشهای هسته‌ای که در شرایط گوناگون جهان خلقت رخ می‌دهند قابل درک است و سوپر نوا (supernova) که در سال ۱۹۸۷ قابل رؤیت شد یکی از نمونه‌های جالبتر آن است.

در کدام لوله آزمایش شماره شده هر یک از اجسام ذکر شده در بالا وجود دارد.

با ارائه طرحی برای تجزیه، معادلات واکنش‌های انجام شده را بنویسید فراموش نکنید که در هر لوله آزمایش حداقل  $2\text{ ml}$  از محلول هر لوله برای کنترل باقی بگذارید. اگر در جریان تجزیه به مقدار بیشتری از محلول نیاز داشتید از معلم بخواهید تا آن را بشما بدهد، اما در چنین حالتی قسمتی از نمره خود را از دست داده‌اید.

حل:

با بکارگیری جدول ضمیمه همه شبکه یکجا قابل حل نیست. همه رسوبها سفید بوده و اجسام متعددی وجود دارند که همان تعداد رسوب ایجاد می‌نمایند بر اساس تعداد رسوبها فقط (۱)  $\text{KCl}$  و (۲)  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  و (۵)  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  می‌تواند فوراً شناسایی شود.

علاوه بر این  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  و  $\text{KOH}$  (هر کدام سه رسوب می‌دهند) را می‌توان در طی واکنش با

$\text{Al}(\text{SO}_4)_3$  و  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ ؛  $\text{Mg}(\text{OH})_2 - \text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  (هر کدام ۶ رسوب می‌دهند) را طی واکنش:  $\text{KOH}$ ؛  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ،  $\text{BaCl}_2$ ،  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  و  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (هر کدام ۵ رسوب می‌دهند): ابتدا واکنش با  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  مشخص کننده  $\text{BaCl}_2$  است سپس واکنش  $\text{BaCl}_2$ ؛  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  تولید  $\text{AlCl}_3$  (با صاف کردن رسوب  $\text{BaSO}_4$  جدا می‌شود). نصاب گاز  $\text{CO}_2$  و تشکیل  $\text{Al}(\text{OH})_3$  در واکنش با محلول  $\text{AlCl}_3$  وجود  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  را مشخص می‌کند.

پرسش شماره ۸ (عملی)

در محلول‌ها که به شما داده شد جرم پرمنگنات پتاسیم را معین کنید ترکیبایی که در اختیار شماست عبارتند از: اسید تییدروکلریک با غلظت مشخص، محلول  $\text{KOH}$  با غلظت نامعلوم، محلولی از اسید اکسالیک با غلظت نامعین و اسید سولفوریک (۲N).

حل:

وسایل و معرف‌ها: یک بورت برای سنجش، معرف‌ها: متیل ارانژ، تورنسل (لیتموس). فنل فتالین و پی‌پت ۱۰ (۱۳ یا ۲۰) میلی‌لیتری. ۲ عدد بالن ژوژه  $250\text{ ml}$  عدد بالن ۱۰۰ - ۱۵۰ میلی‌لیتری برای سنجش.

در چند سال اخیر پیشرفت عمده‌ای برای پی بردن به منشأ عناصر شیمیایی بر اساس اطلاعات موجود در زمینه‌های مختلف علوم مثل اختر شناسی، فیزیک نجومی، علوم هسته‌ای، فیزیک نظری، طیف بینی اتمی و مولکولی و زمین شیمی حاصل شده است.

برای به وجود آوردن مدلی معقول از نوکلئوسنتز نخست باید برای جهان خلقت مجموعه شرایطی را پیشنهاد کنیم که با رفتار مشاهده شده ماده در این عالم سازگار باشد و سپس ذرات شناخته شده را در این محیط وارد کنیم و اجازه دهیم که نیروهای طبیعت بر آنها اثر بگذارند. در جدول زیر ذره‌ها و نیروهای طبیعت که در این بحث مورد توجه‌اند به صورت خلاصه آمده است. سپس این پرسش پیش می‌آید که کدام واکنشهای هسته‌ای در چنین محیطی رخ می‌دهند؟ برای پاسخ

دادن به این پرسش باید نتایج حاصل از بررسی پایداری هسته‌ای و احتمالات واکنش را در نظر بگیریم، زیرا که هر عنصری به وسیله هسته اتم آن تعریف می‌شود. در شکل (۱) «دریای ناپایداری هسته‌ای» که در آن کلید مجموعه‌های ممکن نوترون - پروتون در صفحه افقی نشان داده شده‌اند مشاهده می‌شود. در این نمودار ارتفاع نماینده پایداری یک هسته معین است. پس پایدارترین هسته‌ها آنهایی هستند که به طور چشمگیری از این دریا سر بر آورده و «شبه جزیره پایداری» را تشکیل می‌دهند. یادآوری می‌شود که  ${}^{56}\text{Fe}$  پایدارترین هسته است و نیروی رانش طبیعت در جهت تشکیل عناصری است که در مجاورت  ${}^{56}\text{Fe}$  قرار دارند. ولی، فراوانیهای طبیعی عناصر در منظومه خورشیدی که در شکل (۲) خلاصه شده است نشان می‌دهد که در جهان خلقت هنوز برتری با سبکترین

#### ذره‌هایی که در نوکلئوسنتز مورد توجه می‌باشند (الف)

ذره‌ها	جرم	بار	اسپین
نوکلئونها	پروتون ${}^1_1\text{H}$	+۱	۱/۲
	نوترون ${}^1_0\text{n}$	۰	۱/۲
لپتونها	الکترون ${}^{-1}_0\text{e}$	-۱	۱/۲
	نوترینو $\nu$	۰	۱/۲
فوتون	نور، پرتو ایکس، پرتو گاما و غیره	۰	۱

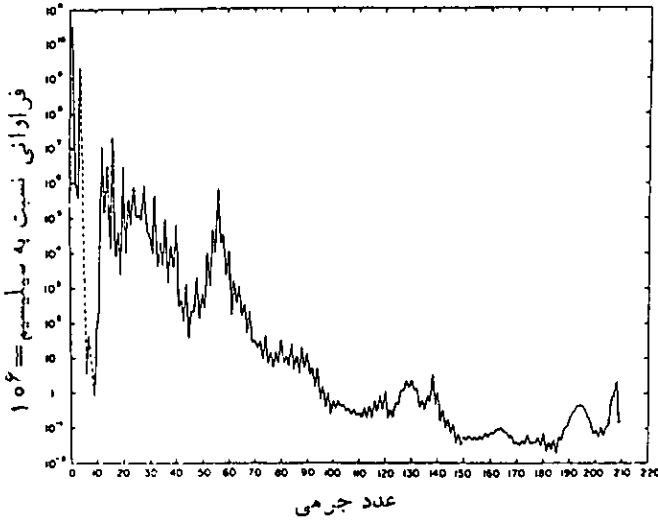
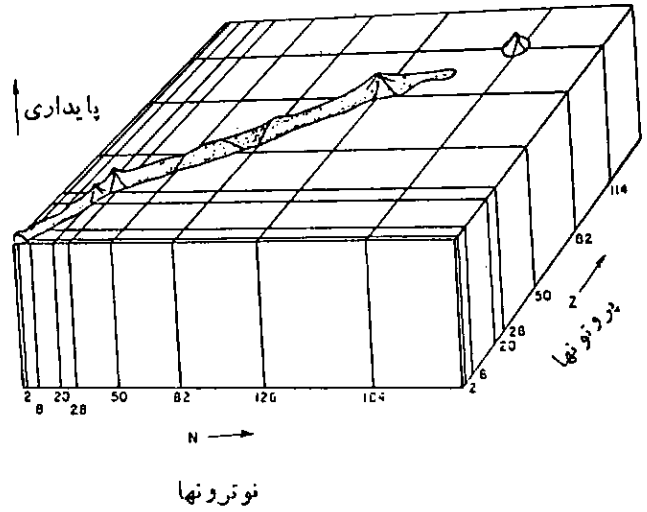
نیروهای طبیعت	خاصیت وابسته	قدرت وابسته
ثقل	جرم	$\sim 10^{-29}$
الکترومغناطیس	بار	$\sim 1/137$
هسته‌ای		
قوی	نوکلئون	۱
ضعیف	لپتون	$\sim 10^{-11}$

(الف) ضد ذره دارای خواصی متضاد است: برای مثال، ضد ذره الکترون، پوزیترون است که بار +۱ دارد. ضد ذره را با قرار دادن یک خط تیره بالای نشانه مربوط به ذره مشخص می‌کنیم. پس، پوزیترون  $e^{-}$  را می‌توان به صورت  $e^{+}$  هم نوشت.

(ب) جرم اتم  ${}^1_1\text{H}$  ختشی.

## «دریای ناپایداری»

لایه‌های بسته



شکل ۴. فراوانیهای عناصر در منظومه شمسی (تعداد اتمها) نسبت به سیلیسیم ( $Si = 10^6$ ) به صورت تابعی از عدد اتمی.

## نوکلئوسنتز به هنگام انفجار بزرگ

دورترین تاریخی که می‌توانیم منشأ جهان خلقت را ردیابی کنیم مربوط به انفجار بزرگ است که تصور می‌رود حدود ۱۵ بلیون سال پیش اتفاق افتاده باشد. تحت شرایط آغازی انفجار بزرگ تمامی ماده و انرژی به شکل یک گلوله آتشین داغ و سنگین وجود داشته که فقط حاوی ذرات بنیادی بوده است. پخش این ماده در فضا نهایتاً به تشکیل سیستمهای پیچیده‌تری مانند هسته‌ها، مولکولها، کهکشانها و حیات که در حال حاضر شاهد آنها هستیم، انجامیده است. شاهد تجربی برای انفجار بزرگ عمدتاً بر دو مشاهده مهم استوار است:

(۱) اندازه‌گیریهای جابه‌جایی به سوی قرمز. به طوری که شناخته شده است طیف‌های نورستارگان در کلیه کهکشانهای دور در این جهان خلقت به سوی قرمز جابه‌جا شده‌اند و این واقعیت نشان می‌دهد که کلیه این منابع از کره زمین فاصله می‌گیرند. پس، درست همان طور که از زوی تغییر امواج صوتی می‌توان تشخیص داد که آیا ترن در حال نزدیک شدن یا دور شدن است، می‌توان این اصل را در مورد جابه‌جاییهای

شکل ۱. «دریای ناپایداری هسته‌ای» نمایشگر پایداری نسبی ترکیبهای ممکن نوترون - پروتون در هسته‌هاست. تعداد نوترونها و پروتونها در صفحه افقی و پایداری روی محور عمودی نشان داده شده است. در این نمودار سطح «دریا» با نیم عمر حدود ۱s برای یک هسته معین مطابقت می‌کند، و هسته‌های پایدار «طبیعت» در «شبه جزیره پایداری» قرار می‌گیرند. خطوط پر با لایه‌های هسته‌ای بسته مطابقت دارد. «جزیره پایداری» در نزدیکی ۱۱۴ پروتون و ۱۸۴ نوترون نمایشگر «هسته فوق سنگین» پیش‌بینی شده‌ای است که هنوز مشاهده نشده است.

عناصر است. از این رو، هر نظریه‌ای که برای نوکلئوسنتز پیشنهاد شود باید بتواند وجوه شکل (۲) را توجیه کند. تحقیقات ۳۰ سال گذشته نشان داده‌اند که برای تشکیل عناصر سه منبع عمده می‌توان در نظر گرفت:

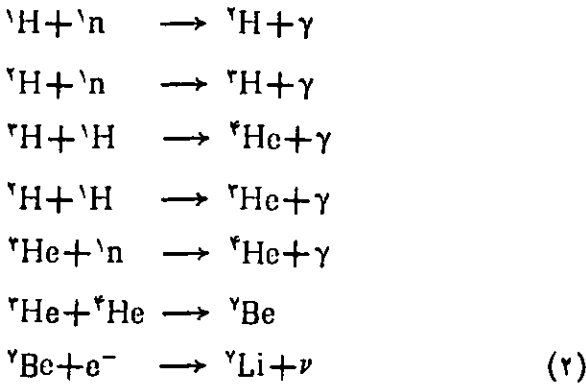
(۱) نوکلئوسنتزی که به هنگام انفجار بزرگ رخ داده است.

(۲) نوکلئوسنتزی که به هنگام تکامل مربوط به ستارگان به وجود آمده است.

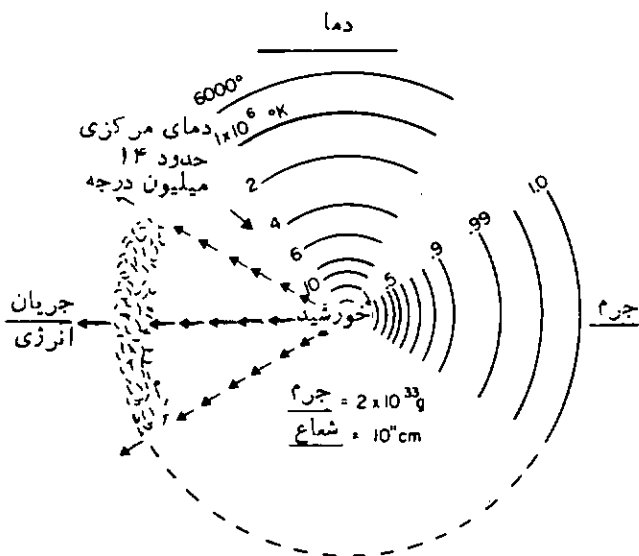
(۳) نوکلئوسنتز در محیط بین ستاره‌ای که به وسیله پرتوهای کهکشانیه - کیهانیه - ذرات پر انرژی که در فضا پخش می‌شوند - القا می‌شود. بر اساس مکانیسم سوم می‌توان سرنوشت جهان خلقت را در نظر گرفت، یعنی، این موضوع که آیا بسط و گسترش کنونی آن ادامه می‌یابد یا اینکه روزی

زیرا که هسته  ${}^2\text{H}$  همانند یونیزه شدن يك اتم در دمای بالا، آنرا از هم می‌پاشد.

در اینجا اصول اساسی سردسازی نقش عمده‌ای دارد: گاز بر اثر انبساط سرد و در نتیجه تراکم گرم می‌شود. پس، همچنانکه جهان خلقت منبسط می‌شد دما تنزل یافت تا جایی که هسته‌های  ${}^2\text{H}$  می‌توانستند برای مدت کوتاهی دوام یابند. در این موقع، فقط دقایقی بعد از انفجار اولیه، دما به حدود  $10^8\text{K}$  سقوط کرده بود به طوری که واکنشهای زیر که همه آنها در آزمایشگاهها کاملاً بررسی شده‌اند، امکانپذیر شد:



با توجه به اینکه هسته‌های با عددهای جرمی  $A = 5$  و  $8$  به علت اثرهای لایه کوانتومی بی‌اندازه ناپایدارند - چیزی شبیه به ناپایداری شیمیایی فلزات قلیایی - در انفجار بزرگ هسته‌های سنگینتر از  ${}^7\text{Li}$  تشکیل نشده‌اند.



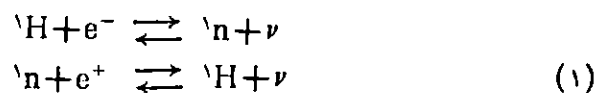
شکل ۳. نمودار ساختار خورشید که دما و کسر جرم را به صورت تابعی از شعاع خورشید نشان می‌دهد.

طول موج نور به کاربرد و نتیجه گرفت در عالمی زندگی می‌کنیم که در حال حاضر در حال انبساط است. افزایش بزرگی جا به جایی به سوی قرمز با فاصله کهکشان تا کسره زمین تناسب مستقیم دارد و در نتیجه می‌توان تخمین زد که انبساط اولیه جهان خلقت حدود  $10^9 \times 15$  سال پیش آغاز شده است.

(۲) تابش زمینه  $2/8\text{K}$  وابسته به جهان خلقت. اندازه گیریهای اخترشناسی پرتوزایی نشان داده‌اند که در جهان خلقت تابش زمینه‌ای موجود است که با تابش يك جسم سیاه در دمایی حدود  $2/8\text{K}$  مطابقت می‌کند. توزیع یکنواخت این تابش زمینه بر این واقعیت دلالت دارد که منشأ آن مربوط به جهان خلقت بوده و منشأ کهکشان ندارد (چون در این صورت تابش مزبور به سمت مرکز کهکشان متمایل خواهد بود). فرض بر این است که میدان تابش مزبور اخگر انفجار بزرگ بوده و از این راه بینشی درباره تاریخچه دمایی جهان خلقت به دست می‌آید.

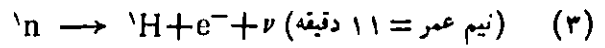
از این دو واقعیت می‌توان مطالب زیادی را درباره شرایط اولیه جهان خلقت نتیجه گرفت. نظریه‌ای که برای توصیف انفجار بزرگ توسعه داده شده است به ما اجازه می‌دهد که تکامل جهان خلقت را از نظر زمانی بازسازی کنیم. نظریه پردازان ذره بنیادی در حال حاضر مشغول تفحص در شرایط ممکن جهان خلقت در همان لحظات اولیه‌اند ( $1\text{s} <$ ) که ماده در فازهای متشکل از ذره‌های بنیادی بیشتر مثل مزونها، کوارکها، گلوئونها و غیره وجود داشت. ولی، از آنجا که هدف ما در این مقاله شرح سنتز عناصر طبیعت است، با آن لحظات اولیه کاری نداریم بلکه زمانی که برای ما مطرح است حدود يك ثانیه بعد از انفجار بزرگ است، موقمی که دمای جهان خلقت تا حدود  $10^8\text{K}$  «سرد» شده بود.

در این زمان جهان خلقت دریایی از فوتونها، الکترونها و پوزیترونها (ضد ذره الکترون)، نوترینوها و ضد نوترینوها، به اضافه نوترونها و پروتونها بود. خصوص این ذره‌ها در جدول آمده است. این ذره‌ها طبق معادله‌های زیر با یکدیگر در حال تعادل آماری وجود داشتند:



نخستین مرحله اساسی در سنتز هسته‌های پیچیده‌تر - ترکیب نوترون و پروتون تحت نفوذ نیروی جاذبه هسته‌ای برای تشکیل دوتریم ( ${}^2\text{H}$ ) - در چنین دمای بالایی امکانپذیر نیست

در عرض حدود سه دقیقه جهان خلقت بر اثر انبساط تا دمایی رسیده بود که دیگر انجام واکنشهای هسته‌ای نمی‌توانست ادامه یابد. در آن موقع نوترونهای باقیمانده به صورت زیر به پروتونها تجزیه شدند:



پروتونهای واکنش نداده و نوترونها از انفجار بزرگ، هیدروژن فراوانی را که امروزه در جهان خلقت مشاهده می‌شود، تشکیل دادند، و چون محصول اصلی واکنش هسته‌ای در انفجار بزرگ  ${}^4\text{He}$  بود، این دو عنصر حدود ۹۸٪ عناصر طبیعت (شکل ۲) را - اکثراً در ستارگان - تشکیل می‌دهند.

یک دلیل محکم در تأیید فرضیه انفجار بزرگ این است که فراوانی  ${}^4\text{He}$  در هر کجای جهان خلقت یکنواخت است و می‌توان به این نتیجه رسید که قسمت اعظم هلیوم باید تقریباً همزمان تشکیل شده باشد، چون در غیر این صورت، ترکیب درصد هلیوم در بین ستارگان مربوط به اعصار مختلف، چنانکه برای عناصر سنگینتر مشاهده می‌شود، تفاوت‌های خیلی بیشتری باید نشان دهد. از این رو، نوکلئوسنتز کیهانی در انفجار بزرگ به طور عمده  ${}^4\text{He}$ ، همراه با مقادیر جزئی از دوتریم،  ${}^3\text{He}$  و  ${}^7\text{Li}$  را به وجود آورده است. بین فراوانیهای اندازه‌گیری شده برای محصولات انفجار بزرگ و فراوانیهایی که بر اساس دانش ما از سرعت‌های واکنش هسته‌ای محاسبه می‌شود سازگاری محکمی وجود دارد و از اینجا می‌توان استنتاج کرد که آیا جهان خلقت به انبساط خود برای همیشه ادامه می‌دهد یا نه و این موضوعی است که در بخش پایانی به آن می‌پردازیم.

بعد از این لحظه کسوتاه در انبساط اولیه جهان خلقت نوکلئوسنتز به علت تنزل دما و چگالی محیط در حال انبساط، دیگر امکانپذیر نبوده است. شیمی میلیونها سال بعد موقعی که دما به پایینتر از حدود  $10000\text{K}$  رسیده بود و تشکیل اتمهای  $\text{H}$ ،  $\text{He}$  و  $\text{Li}$  امکانپذیر شد، متجلی گردید. انبساط و سرد شدن جهان خلقت به اندازه و دمای کنونی آن در مقیاس ماکروسکوپی ادامه یافته است.

### تکامل ستاره مانند

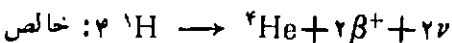
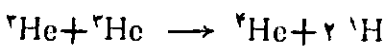
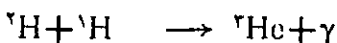
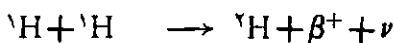
بعد از انفجار بزرگ گردوغبار کیهانی که عمدتاً متشکل از اتمهای هیدروژن و هلیوم بود جهان خلقتی را که در حال انبساط بود پر کرد. بدون نیروی ثقل و وجود نوسانهای چگالی، سنتز عنصر در این مرحله متوقف می‌ماند. ولسی خوشبختانه از اثر

نیروی جاذبه ثقل در مناطقی که چگالی آنها از حد متوسط بالاتر بود در سراسر فضا در مکانهای جداگانه توده‌های متراکم و سنگینی از ماده به وجود آمد. این فرایند سرآغاز تشکیل کپکشان و ستاره بود و در عین حال محیط جدیدی برای سنتز عناصر پدیدار گشت.

همچنانکه ابرهای گاز از گردوغبار انفجار بزرگ برای تشکیل ستارگان متراکم می‌شد فشردگی (تراکم) ناشی از اثر نیروی ثقل موجب گرم شدن این ماده متمرکز شده و در درون ستاره دما و چگالی به ترتیب به ۱۰ میلیون درجه کلوین و  $100\text{g/cm}^3$  می‌رسید. چنین شرایطی در مقایسه با شرایط موجود برای هیدروژن در روی زمین که حدود  $10^{-4}\text{g/cm}^3$  در  $300\text{K}$  است مسلماً حاد بوده است. از طرف دیگر، سنگینی این ماده از ماده هسته‌که چگالی آن حدود  $10^{14}\text{g/cm}^3$  است، خیلی کمتر می‌باشد. در هر حال باید توجه داشت که فقط در درون یک ستاره دما و چگالی به ماکسیمم می‌رسد. برای مثال، دما در سطح خورشید حدود  $5700\text{K}$  است در حالی که در درون آن دما به حدود  $14000000\text{K}$  می‌رسد. نمودار چگالی و دما ویژه ستارگانی مانند خورشید در شکل ۳ مجسم شده است.

### سوختن هیدروژن - ستارگان رشته اصلی

موقعی که درون یک ستاره به یک چنین دما و چگالی بالایی می‌رسد، پروتونهای موجود در درون ستاره انرژی جنبشی کافی برای غلبه بر دافعه متقابل بار الکتریکی آنها کسب نموده و واکنشهای هسته‌ای آغاز می‌شود. این فرایند - یعنی سوختن هیدروژن - مشخص کننده ستارگان رشته اصلی است که خورشید نمونه آن است. حدود ۹۰٪ از ستارگان در جهان خلقت ستارگان رشته اصلی‌اند. در این ستارگان از به هم جوش خوردن پروتونها از طریق سری واکنشهای هسته‌ای زیر که همچنین در شکل ۴ نشان داده شده است، هلیوم به وجود می‌آید.



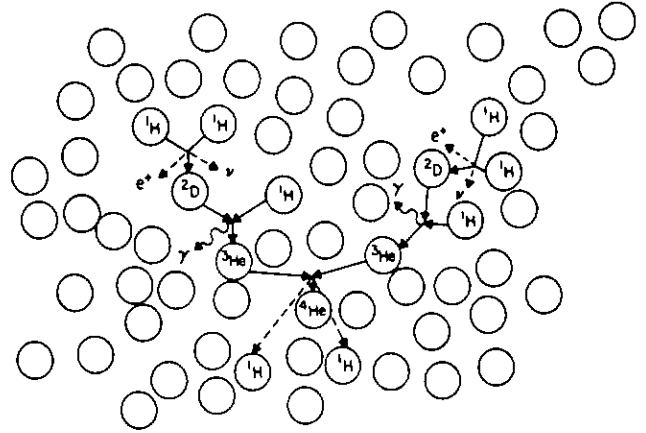
باشد سرهمتر هم می‌سوزد. در ستارگان رشته اصلی مرحله تعیین کننده سرعت، همجوشی دو پروتون بسرای ساختن يك دوتریم است. توجه کنید کسه در اینجا پروترونها (ضد الکترونها) و نوترینوها هم تولید می‌شوند و آن را يك برهم کنش هسته‌ای ضعیف می‌سازد و در نتیجه فرایند سوختن در مقایسه با اکثر واکنشهای هسته‌ای خیلی کندتر پیشرفت می‌کند و به این ترتیب طول عمر نسبتاً زیاد ستارگان رشته اصلی توجیه می‌شود. با اطلاع تجربی از سرعت این واکنش و این که چه مقدار هیدروژن در خورشید موجود است، می‌توان از راه محاسبه نشان داد که خورشید برای ۵ بیلیون سال دیگر همچنان يك ستاره رشته اصلی باقی خواهد ماند.

این واقعیت که درواکنش بالا همچین نوترینو نشر می‌شود این فرصت را پیش می‌آورد که واکنشهای هسته‌ای انجام شده در خورشید را مشاهده کنیم. از آنجا که برهم کنش نوترینو با ماده بسیار ضعیف است این تنها تابشی است که می‌تواند مستقیماً از درون خورشید رها شود و به زمین برسد. يك آشکار ساز عظیم برای تجسس نوترینوی خورشیدی از چندین سال پیش به این طرف در داکوتای جنوبی مشغول به کار است. یکی از نتیجه گیرهای این بررسیها این است که سرعت مشاهده شده سوختن هیدروژن در خورشید با ضریب ۲-۳ کمتر از مقدار محاسبه شده است. توجه این اختلاف یکی از مسائل عمده را در فیزیک خورشید تشکیل می‌دهد و در حال حاضر برای بررسی دقیقترین نتایج دستگاههای پیچیده جدیدی برای آشکارسازی نوترینو تدارک دیده می‌شود.

به طور خلاصه، واکنشهای سوختن هیدروژن، يك ستاره متراکم شونده را پایدار می‌سازد و به وسیله تولید هلیوم از هیدروژن، يك منبع انرژی است. برای سنتز عناصر پیچیده تر که تنوع منظومه خورشیدی را فراهم می‌کند باید مراحل پیشرفته تر تکامل ستاره مانند را بررسی کنیم.

### سوختن هلیوم - ستارگان عظیم درخشان

- همچنانکه يك ستاره رشته اصلی پیرتر می‌شود دوفاز در آن به وجود می‌آید:
- (۱) يك فاز درونی که عمدتاً مرکب از هلیوم تولید شده به هنگام سوختن هیدروژن است.
  - (۲) يك پوشش بیرونی که عمدتاً متشکل از هیدروژن نسوخته است.



شکل ۴. سوختن هیدروژن؛ همجوشی هیدروژن معمولی در ستاره رشته اصلی.

واکنش زنجیری فوق چرخه p-pi نامیده می‌شود و به طور که شناخته شده است بسته به دما و ترکیب درون ستاره چندین طریق برای انجام آن امکانپذیر است. اثر خالص در هر مورد تبدیل چهار پروتون به يك  ${}^4\text{He}$  است که مقدار کوچکی (۱۰٪) به غلظت  ${}^4\text{He}$  در انفجار بزرگ اولیه می‌افزاید. اینها نمونههایی از واکنشهای همجوشی به شمار می‌آیند و مقدار انرژی آزاد شده در این زنجیره واکنش آن را یکی از مؤثرترین منابع انرژی برای بشر ساخته است. برای مثال، به ازای هر گرم هیدروژن که در واکنش بالا بسوزد حدود  $[6 \times 10^{11}]$  انرژی آزاد می‌شود و این مقدار حدود ۲۰ میلیون برابر مقدار انرژی آزاد شده در سوختن شیمیایی يك گرم کربن است. امید این است که این نوع واکنشها روزی در راکتورهای همجوشی هسته‌ای برای تولید انرژی الکتریکی به کار آیند.

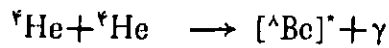
انرژی آزاد شده در سوختن هیدروژن به صورت يك نیروی انبساطی برای پایدار کردن ستاره متراکم شونده عمل می‌کند و به این ترتیب با نیروی ثقل مقابله می‌شود. از این رو، ستاره به صورت جرمی پایدار به نظر می‌رسد و انرژی آزاد شده در درون ستاره به وسیله اتلاف تابش در سطح آن جبران می‌گردد و تا زمانی که سوخت هسته‌ای دوام دارد این ستاره به تأمین منبع ثابتی از انرژی در فضا ادامه می‌دهد.

سرعت سوختن سوخت هسته‌ای و در نتیجه طول عمر يك ستاره به وسیله جرم آن تعیین می‌شود هر اندازه ستاره سنگینتر

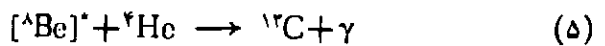
درحالی که سوختن هیدروژن در حد فاصل بین فاز درونی و پوشش بیرونی ادامه می‌یابد، واکنش بین هسته‌های هلیوم با دوبار مثبت به علت دافعه بیشتر بار الکتریکی آنها انجام نمی‌گیرد. همان طور که قبلاً اشاره شد عناصر لیتیم، برلیوم، و بور ( $Z = 3, 4, 5$ ) فوق‌العاده شکننده بوده و در دماهای بالای چند میلیون درجه از هم پاشیده می‌شوند. به این دلیل، Li، Be و B در ستارگان ناپدید می‌شوند و فراوانی بسیار پایین آنها در شکل ۲ توجیه می‌شود.

چنانچه جرم یک ستاره به اندازه کافی بزرگ باشد نیروی ثقل یک بار دیگر موجب تراکم درون ستاره شده و بازهم به افزایش دما و چگالی می‌انجامد. این تغییر سبب می‌شود که پوشش ستاره به مقدار زیادی منبسط شود و به مرحله جدیدی در تکامل آن منتهی می‌شود. سنارگانی که جرم کافی نداشته باشند که به مراحل پیشرفته‌تر سوختن هسته‌ای پیش بروند صرفاً سوخت هیدروژن خود را مصرف می‌کنند و تکامل بیشتری انجام نمی‌دهند و به ستارگان کوچک درخشنده که قبرستان ستاره مانند را تشکیل می‌دهند تبدیل می‌شوند.

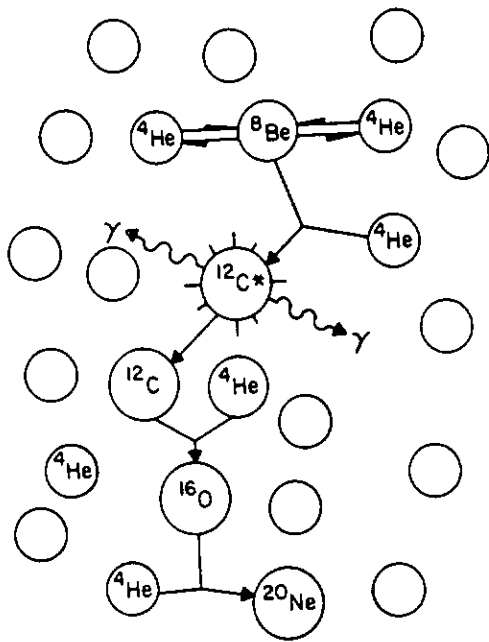
در مرحله تکاملی بالا فشار نیروی ثقل به فشردن و گرم کردن درون ستاره ادامه می‌دهد و وقتی دما به حدود  $10^8 K$  که با چگالی  $10^4 g/cm^3$  مطابقت می‌کند برسد، نوع جدیدی از واکنش هسته‌ای امکانپذیر می‌شود. از بین چندین امکان مختلفی که ممکن است به تولید عناصر سنگینتر بیانجامد بررسیهای آزمایشگاهی نشان می‌دهند که فقط احتمال انجام واکنش گرم‌مازای زیر که به سوختن هلیوم موسوم است از همه بیشتر می‌باشد:



(نیم عمر  $= 10^{-16} s$ )

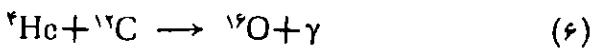


در واقع برای واکنش سوختن هلیوم، سه هسته  ${}^4\text{He}$  باید تقریباً به‌طور هم‌زمان چنانکه در شکل ۵ نشان داده شده است برخورد کنند. سرعت این واکنش به علت نیم عمر بسیار کوتاه حد واسط  ${}^8\text{Be}$  که حدود  $10^{-16} s$  است، کند می‌باشد. به این ترتیب این مرحله می‌تواند برای دهها میلیون سال ادامه یابد. در این مرحله از تکامل ستاره، عنصر اساسی برای تشکیل ترکیبات بیولوژیکی - یعنی کربن - سنتز شده است.



شکل ۵. سوختن هلیوم؛ همجوشی هلیوم در ستارگان عظیم درخشان.

زمانی که سوختن هلیوم شروع می‌شود درون ستاره در برابر تراکم بیشتر به وسیله نیروی ثقل به وسیله آزاد کردن انرژی هسته‌ای پایدار شده وضعیت تعادلی جدیدی به وجود می‌آید. در این حال اکسیژن می‌تواند از طریق واکنش زیر حاصل شود:



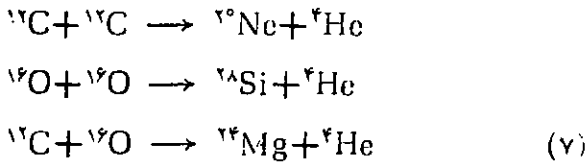
چرخه تکاملی شکل ۶ با سوختن هیدروژن در رشته اصلی شروع شده و هسته هلیوم تولید می‌کند. با افزایش غلظت هلیوم درون ستاره گرم شده تا حدی که هسته‌های هلیوم به هم جوش می‌خورند و  ${}^{12}\text{C}$  و بسته به شرایط ستاره  ${}^{16}\text{O}$  تشکیل می‌شوند. چنانچه جرم ستاره کم باشد می‌سوزد و به یک ستاره کوچک درخشنده تبدیل می‌شود و اگر جرم آن زیاد باشد رشته فرایندهای دیگری را به دنبال دارد.

### نوکلئوسنتز در شرایط انفجار - ستارگان حجیم

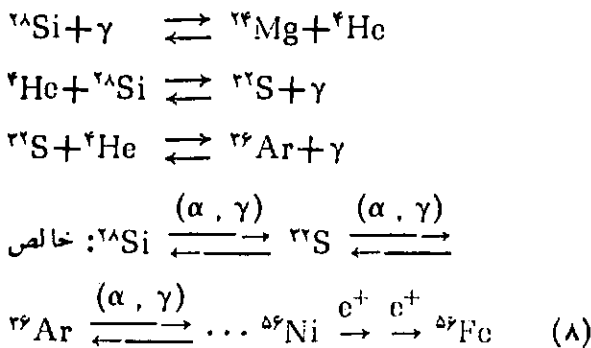
همچنانکه یک ستاره حجیم از فاز عظیم درخشان عبور می‌کند به طوری که در شکل ۶ مجسم شده است نهایتاً شرایط جدیدی در درون ستاره پدیدار می‌شود. بخش اعظم درون ستاره شامل  ${}^{12}\text{C}$  و  ${}^{16}\text{O}$  است که به وسیله پوششهایی مرکب از به ترتیب



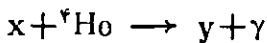
باقیمانده از سوختن هلیوم برای تشکیل هسته‌های بازم سنگینتر است. این واکنشها پیچیده‌اند، ولی می‌توان آنها را بدصورت مجموعه فرایندهای زیر خلاصه کرد:



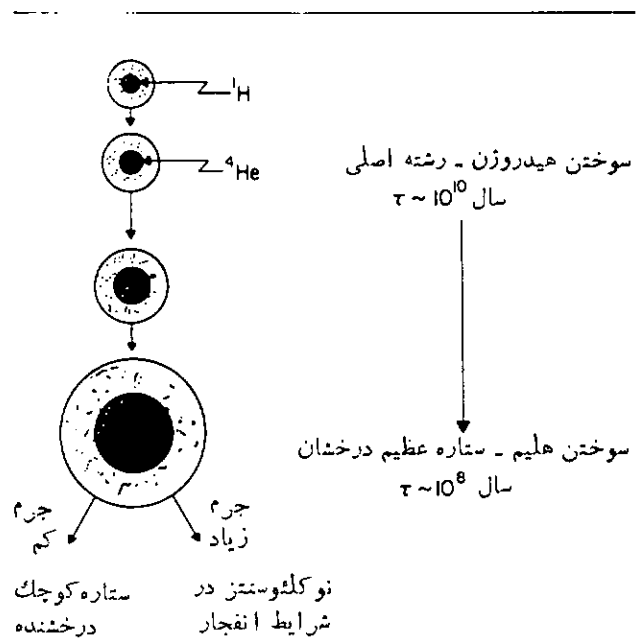
از آنجا که این واکنشها می‌توانند در دماهای بالا نسبتاً به سرعت صورت پذیرند، تکامل ستاره در این مرحله خیلی سریعتر پیشرفت می‌کند و ترکیب هسته‌ای متنوع‌تری پدیدار می‌شود. با ادامه چرخه حیات یک ستاره سنگین درون ستاره از هسته‌هایی که عمدتاً به  ${}^{28}\text{Si}$  نزدیک اند تشکیل می‌یابند. در دماهایی نزدیک به  $10^8\text{K}$  و چگالی حدود  $10^6\text{g/cm}^3$  فرایند جدیدی شروع می‌شود (سوختن سیلیسیم، یا فرایند  $e^-$  برای تعادل) به علت بار الکتریکی زیاد روی هسته‌هایی نظیر هسته سیلیسیم، انجام واکنش همجوشی بین دو هسته  ${}^{28}\text{Si}$  به طور فرایندهای مشکل می‌شود. ولی، در این مرحله پیشرفته از تکامل ستاره مانند راههای دیگری برای واکنش هسته‌ای امکانپذیر می‌گردد. این واکنشها هم شامل پرتاب یک ذره  $\alpha$  ( ${}^4\text{He}$ ) به وسیله فوتونهای پر انرژی موجود در درون ستاره و هم فرایند معکوس یعنی ربایش  ${}^4\text{He}$  به وسیله هسته‌های اطراف است. این واکنشها به صورت زیر خلاصه می‌شوند:



در اینجا  $(\alpha, \gamma)$  خلاصه نویسی برای واکنش



است. علامت  $\rightarrow$  به معنی فساد رادیواکتیو به وسیله  $e^+$  یک پوزیترون است. واکنشهای فرایند  $e^-$  می‌توانند در هر دو جهت انجام گیرند، ولی برتری با واکنشهایی است که به سمت راست سوق دارند (و همگی آنها گرمازا هستند). در این



شکل ۶. نمودار تکامل ستاره مانند از رشته اصلی تا فاز عظیم درخشان برای ستاره‌ای با جرم خورشید. درون ستاره با سوختن هیدروژن در فاز رشته اصلی به صورت درون ستاره با  ${}^4\text{He}$  تکامل می‌یابد. با سوختن هلیوم پوسشی گسترده در فاز عظیم درخشان به وجود می‌آید. ستارگان با جرم کم به صورت ستاره‌های کوچک درخشانده در می‌آیند درحالی‌که ستارگان سنگینتر مراحل پیشرفته از تکامل هسته‌ای را به دنبال دارند.

هلیوم و هیدروژن احاطه شده‌اند. دافعه الکتروستاتیک ناشی از بار هسته‌ای زیاد  ${}^{12}\text{C}$  و  ${}^{16}\text{O}$  مانع از واکنشهای هسته‌ای در دمای سوختن هلیوم است و به تراکم بیشتر بر اثر نیروی ثقل و گرم شدن درون ستاره می‌انجامد. سرنوشت بعدی یک ستاره تحت چنین شرایطی یکی از فازهای تکامل ستاره مانند است که به روشنی به آن پی نبرده‌اند. درون ستاره مانند ممکن است از طریق فرایندهایی شبیه به وضعیتهای تعادلی موجود در ستارگان رشته اصلی و ستارگان عظیم درخشان، هر چند در یک مقیاس زمانی خیلی کوتاهتر، به سیر تکاملی خود ادامه دهد. از طرف دیگر، ممکن است شرایط انفجار ظاهر گردد و تحت چنین شرایطی نوکلئوسنتز به سرعت به وقوع پیوسته به انفجارهای سوپرنوا منجر می‌گردد.

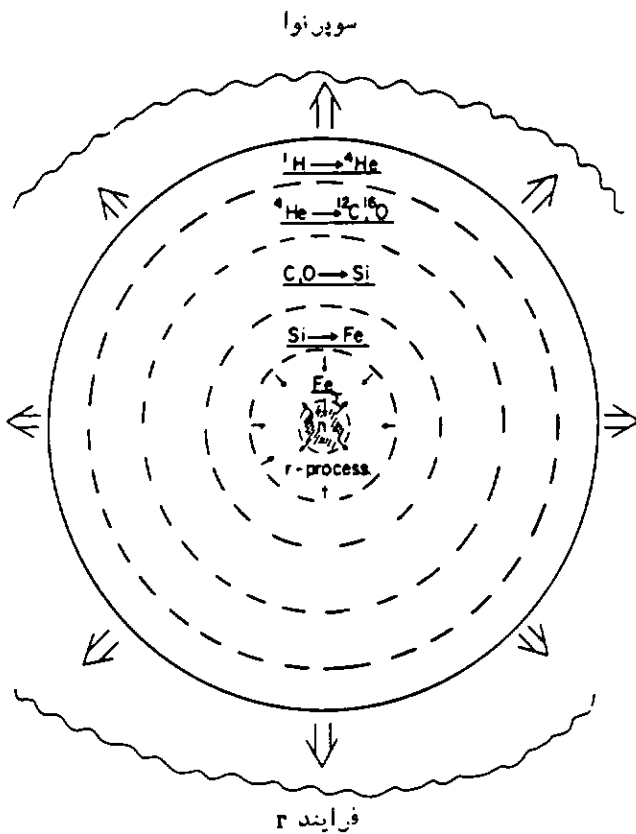
چنانچه دما و چگالی درون ستاره به حدود  $10^8\text{K} \times 500$  و  $10^6\text{g/cm}^3 \times 5$  برسد، راههای جدید سوختن هسته‌ای فراهم می‌شود. یکی از این واکنشها همجوشی  ${}^{12}\text{C}$  و  ${}^{16}\text{O}$

زنجیره واکنشها اصولاً هسته‌های با عددهای اتمی زوج و عددهای جرمی  $A = 2, 4, 12, 16, 20, 24, 28, 40, 56, 82$  که به‌طور غیر عادی در طبیعت فراوانند (به شکل ۲ رجوع شود) تولید می‌شوند. علاوه بر این، به علت ترکیب غنی تر ماده هسته‌ای موجود در درون ستاره مانند به هنگام فرایند  $e$ ، محصولات هسته‌ای دیگری نیز امکانپذیر است که از  $^{56}\text{Fe}$  سبکترند و مقادیر آنها کمتر است.

این زنجیره واکنشها در حوالی عدد جرمی  $A = 56$  متوقف می‌شوند. یادآوری می‌شود که  $^{56}\text{Fe}$  پایدارترین هسته در طبیعت است (شکل ۱). به این ترتیب با به وجود آمدن آهن در درون یک ستاره، توانایی واکنشهای هسته‌ای برای تولید انرژی جهت مقابله با تراکم ستاره بر اثر نیروی ثقل، محدود می‌شود. در این مرحله، ستاره نسبتاً پیچیده ناپایداری به وجود آمده است که اکثر عناصر را تا آهن در لایه‌های مختلف در درون خود دارد. این مطلب در شکل ۷ مجسم شده است. اکثر عناصری که برای تأمین حیات لازم (و نه کافی) است اینک به وجود آمده‌اند. در هر مرحله از خلقت، کارایی فرایندهای سنتز کمتر و تنوع آنها بیشتر می‌شود و این امر کاهش مداوم فراوانیهای عناصر را که در شکل ۲ مشاهده می‌شود توجیه می‌کند. به علت پایداری خاص  $^{56}\text{Fe}$  حوضچه‌ای به وجود می‌آید که عناصر آهن مانند را در خود جمع می‌کند و موجب قله فراوانی در آهن می‌شود (شکل ۲). چنین وضعیتی همچنین فراوانی کم عناصر سنگینتر را توجیه می‌کند.

### تولید عنصر سنگین - فرایند r

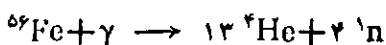
تجمع عناصر گروه آهن در درون ستارگان باجرمهایی بیشتر از ده برابر جرم خورشید به شرایط فاجعه آمیزی منتهی می‌شود. بدون نفوذ پایداری کننده آزاد شدن انرژی هسته‌ای، اثر نیروی ثقل موجب از هم پاشیده شدن درون ستاره می‌شود و این مطلب در ناحیه مرکزی در شکل ۷ نشان داده شده است. این انفجار درونی در عرض چند ثانیه انجام می‌گیرد و در این هنگام چگالی ماده هسته‌ای ممکن است به  $10^8 \text{g/cm}^3$  و همپای آن دمایی بیش از  $10^9 \text{K}$  در مرکز انفجار برسد. این گرم شدن سریع با انتشار یک موج ناگهانی عظیم به انفجار ستاره منتهی می‌شود و چنین فرایندی تصور می‌رود با سوپرنوا نظیر ۱۹۸۷A که در فوریه ۱۹۸۷ مشاهده شد وابسته باشد.

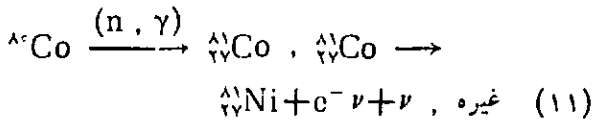
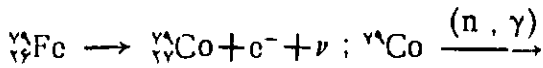


شکل ۷. نمودار ساختار ستاره مسانند در آستانه مرحله سوپرنوا. فرایندهای سوختن هسته‌ای برای هر لایه مشخص شده‌اند. فرایند r با فروپاشی هسته‌های آهن در ناحیه مرکزی ستاره مربوط است. در این فرایند نوترونها آزاد می‌شوند.

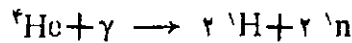
سوپرنواها از حوادث نسبتاً نادرند و بررسی ۱۹۸۷A آزمایش حساسی برای درک نظریه‌های تکامل ستاره مانند خواهد بود.

انفجار درونی بر اثر نیروی ثقل و گرم شدن سریعی که به دنبال دارد دو نتیجه مهم را در برمی‌گیرد. اول اینکه افزایش دما شبکه گسترده‌ای از واکنشهای هسته‌ای را در سرتاسر پوششهای بیرونی ستاره تحریک می‌کند و این امر به تنوع گونه‌های هسته‌ای برای عناصری که قبلاً تشکیل شده‌اند می‌انجامد. دوم اینکه شرایط در مرکز لایه درونی ستاره، جایی که دما و چگالی بالاترین مقدار را دارند، موجب شکسته شدن هسته آهن به وسیله واکنشهای فروپاشی نوری شده و به فرایندهای اجمالی زیر می‌انجامد:



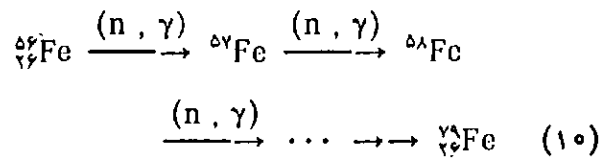


این رشته ربایشهای نوترون و به دنبال آن فساد هسته‌ای  $\beta$  عناصر سنگینتر با عددهای اتمی بالاتر را تولید می‌کند. توریم و اورانیم ( $Z = 90, 92$ ) در فرایند  $r$  تشکیل می‌شوند و این فرایند است که باید وجود احتمالی هر عنصر «فوق سنگین» را در طبیعت که به وسیله جزیره پایداری در  $N = 114$  و  $Z = 114$  در شکل (۱) مشخص شده است توجیه کند. هیچ مکانیسم واکنش هسته‌ای شناخته شده دیگری وجود ندارد که بتوانیم به وسیله آن تولید مقادیر موجود امروزی اورانیم و توریم را در جهان خلقت توجیه کنیم. نمودار اجمالی فرایند  $r$  در شکل ۸ نشان داده شده است. حد بالایی سنتز عنصر به وسیله واکنشهای شکافت هسته‌ای که به وسیله آن هسته‌های سنگین به دو تکه بسا جرمهای تقریباً مساوی شکافته می‌شوند، تحمیل می‌شود. به این ترتیب فرایند نوکلئوسنتز

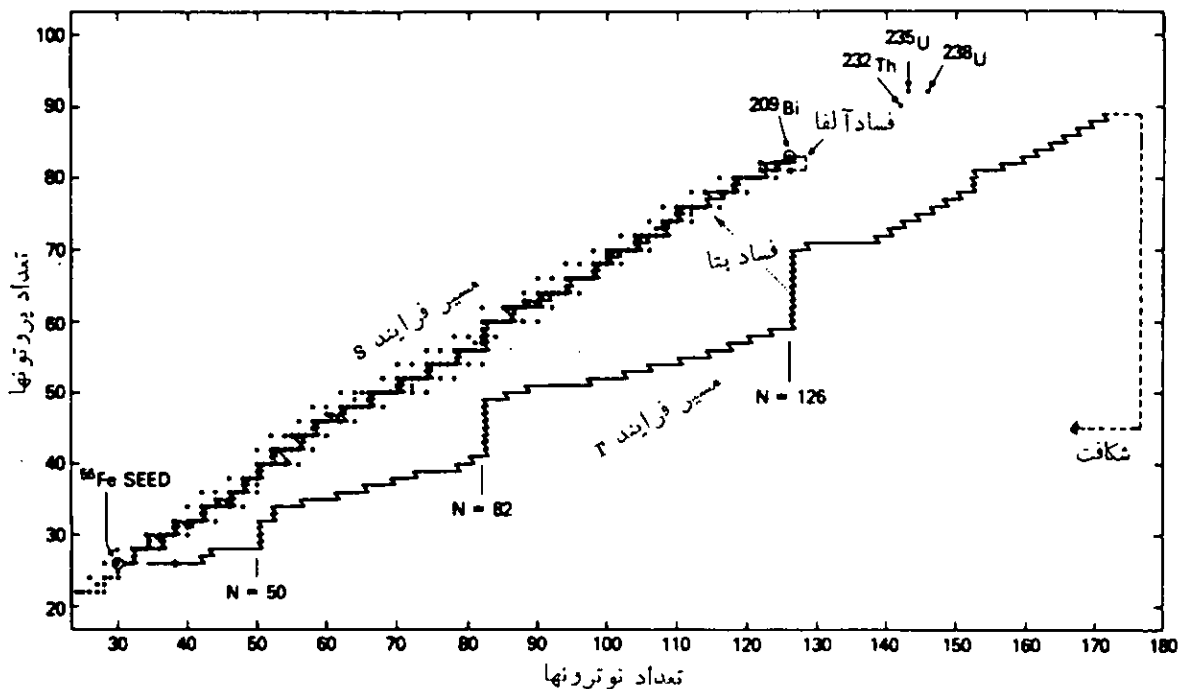


نکته مهم از نظر نوکلئوسنتز تولید تعداد زیادی نوترون در ناحیه مرکزی لایه درونی است. از آنجا که نوترون بار الکتریکی ندارد می‌تواند با هسته‌هایی که قبلاً تشکیل شده‌اند برهم کنش داشته باشد و موجب غنی‌تر شدن نوع هسته‌ها و تولید هسته‌های سنگین شود.

این مرحله از نوکلئوسنتز را فرایند  $r$  می‌نامند (برای سریع است) و طبی سری واکنشهای زیر پیشرفت می‌کند:



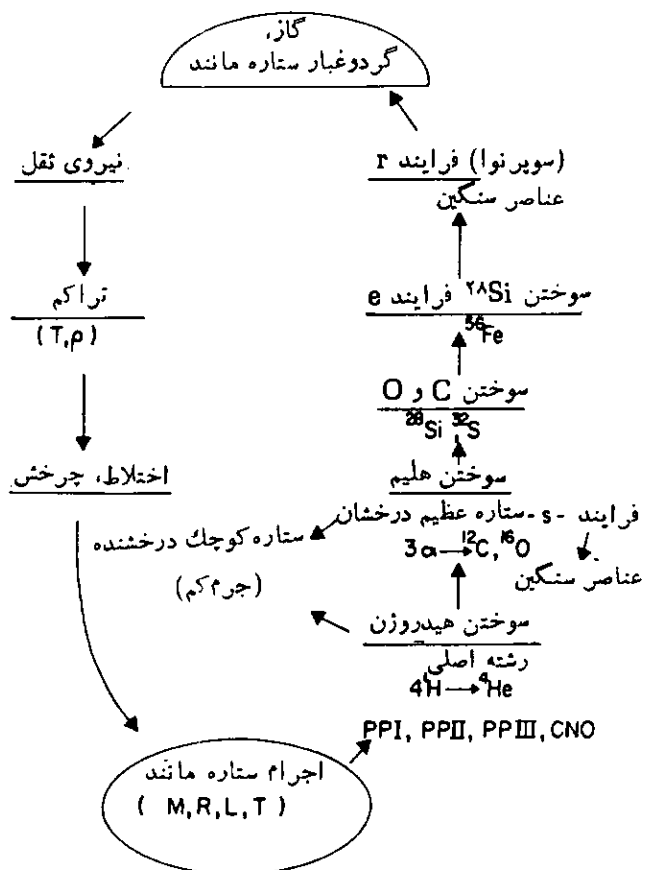
در این واکنشها هسته‌هایی که کاملاً غنی از نوترون اند تولید می‌شوند. با ادامه افزایش نوترون احتمال فساد هسته‌ای بتا (تبدیل نوترون به پروتون در درون هسته) بیشتر می‌شود. این فرایند هسته بالاتر بعدی را به وجود می‌آورد:



شکل ۸. نمودار مسیرهای ربایش نوترون در امتداد شبه جزیره پایداری (شکل ۱) در فرایندهای  $r$  (پایینی) و  $s$  (بالایی) که با هسته  ${}^{56}\text{Fe}$  شروع شده است. مقیاس عمودی عدد اتمی و مقیاس افقی تعداد نوترونهای محصولات است. هسته‌های پایدار در طبیعت با نقطه نشان داده شده‌اند.

سنگین ترین عناصر اینک موجودند. این ساده خنک می شود الکترون جذب می کند آنها و مولکولهای خنثی تشکیل می شوند و تمامی چرخه از نو شروع می گردد. نخست، بر اثر نیروی نقل ماده متراکم شده ستارگان نسل دوم را تشکیل می دهد یا برای جرمهای کوچکتر سیاره ها، سنگهای آسمانی و گردوغبار کیهانی ممکن است تشکیل شود. به این طریق نسلهای بعدی ستارگان که از لحاظ امکانات واکنشهای هسته ای غنی ترند پدیدار می شوند. خورشید باید حداقل یک ستاره نسل دوم باشد زیرا که در فوتوسفر آن شاهدی از عناصر سنگین وجود دارد.

چرخه حیات یک ستاره در شکل ۱۰ تصویر شده است. چنانچه فراوانیهای عناصر شکل ۲ را به خاطر آوریم این نکته روشن است که مراحل متوالی سنتز عنصر لازم نیست بسیار مؤثر باشد تا اینکه عناصر طبیعت را تولید کند. از این رو، حتی بعد از تکامل یک ستاره، ۹۸٪ ماده آن هنوز هم به شکل هیدروژن و هلیوم است.

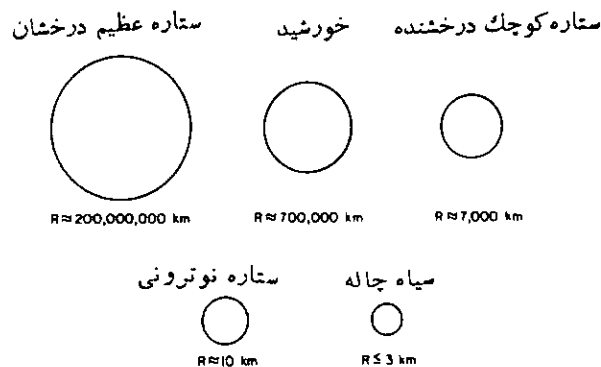


شکل ۱۰. چرخه حیات یک ستاره

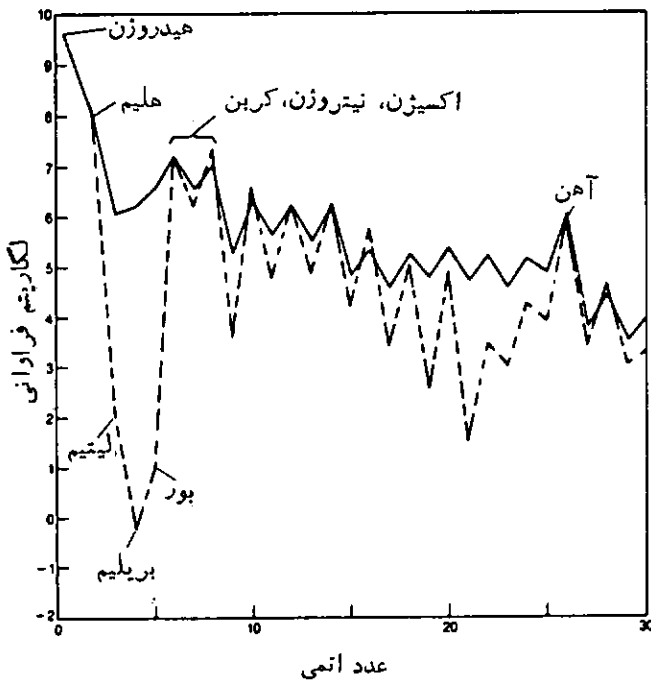
پایان یافته و ماده هسته ای صرفاً بین به وجود آمدن عناصر بسیار سنگین و شکافت هسته ای به عناصر دارای جرم حد متوسط دور می زند. این نکته روشن نیست که در چه مرحله ای از زنجیره فرایند r مربوط به ازدیاد جرم، شکافت هسته ای برتری پیدا می کند، ولی به احتمال زیاد شکافت هسته ای در حدود عدد جرمی  $A \approx 270$  رخ می دهد که به این ترتیب از تشکیل عناصر فوق سنگین ( $A \approx 300$ ) در طبیعت جلوگیری می کند.

اگر چه فرایندهای مؤثر دیگری برای تولید عنصر وجود دارند (که در زیر به شرح آن می پردازیم)، تصور می رود که فرایند r به چرخه حیات یک ستاره نسل اول، یعنی ستاره ای که از ماده انفجار بزرگ اولیه شکل یافته، خاتمه دهد. به دنبال انفجار از درون، سوپرنوای غنی از نوترون ممکن است یک ستاره سنگین نوترونی یا حتی یک سیاه چاله تشکیل دهد ( $\rho \geq 10^{16} \text{g/cm}^3$ ). تصور بر این است که ستارگان چرخنده ریزی که به صورت فعالیت های منظم، تابش رادیو فرکانس از خود منتشر می کنند، ستارگان نوترونی باشند. این نظریه با مشاهده Crab Nebula باقیمانده سوپرنوای منفجر شده در سال ۱۰۵۴ A.D تأیید می شود. سیاه چاله ها را نمی توان مستقیماً مشاهده کرد چون به اندازه ای سنگین و فشرده اند که حتی فوتونها نمی توانند از آن رها شوند. در شکل ۹ اندازه های سیاه چاله ها با سایر اجرام نجومی مقایسه شده است.

یک انفجار سوپرنوای ماده هسته ای فراوری شده را به محیط خنکتر بین ستاره ای که دماها و چگالیها خیلی کمتر است، پرتاب می کند. همه عناصر لازم (و نه کافی) برای حیات و همچنین



شکل ۹. اندازه های نسبی ستاره های رشته اصلی، ستاره عظیم درخشان، ستاره کوچک درخشنده، ستاره نوترونی و سیاه چاله ها برای اجرامی که جرم آنها همانند خورشید است.



شکل ۱۱. فراوانیهای نسبی عناصر در منظومه شمسی (خطوط بریده) و در پرتوهای کیهانی کهکشانی که در بالای اتمسفر زمین اندازه گیری شده است (خطوط پر).

تا اینجا تأکید ما روی تولید عناصر در چرخه آغازین زمان حیات ستاره بوده است. در ستاره‌های نسل بعد وجود ماده هسته‌ای که قبلاً فراوری شده تشکیل عناصر را به راههای جدیدی امکانپذیر می‌سازد. در بین مهمترین این مکانیسمها فرایند s (s برای کند) است. فرایند s، نظیر فرایند r، شامل مراحل متوالی ربایش نوترون و فساد هسته‌ای  $\beta$  است، ولی در ستارگان نسبتاً پایدار مانند ستارگان عظیم درخشان درجایی که نوترونها با سرعتی کند و به طور مداوم تولید می‌شوند، انجام می‌گیرد.

تفاوت مقیاسهای زمانی بین فرایندهای s و r به تشکیل ایزوتوپهای مختلف عناصر می‌انجامد. در فرایند r ایزوتوپهای سنگینتر یک عنصر معین (عنصری که اضافی نوترون دارند) تشکیل می‌شوند در حالی که در فرایند s ایزوتوپهای سبکتر با جرم متوسط به وجود می‌آیند. این موضوع در شکل ۸ که مسیرهای فرایند s و فرایند r برای گستره معینی از هسته‌های اتمی نشان داده شده‌اند، مجسم شده است. فرایند s، که می‌تواند به طور گسترده در رآکتورهای هسته‌ای بررسی شود یک فرایند پیوسته است و شاهد آن مشاهده طیف اتمی عنصر ۴۳، تکنسیم، در بعضی از ستارگان است. تکنسیم در روی زمین وجود ندارد زیرا که بلندترین طول عمر ایزوتوپ آن فقط ۴ میلیون سال است، که در مقایسه با عمر زمین،  $4/5 \times 10^9$  سال، بسیار کسوتاهتر است. در فرایند s عناصر تا بیسموت ( $Z=83$ ) سنتز می‌شوند. در اینجا زنجیره واکنش به وسیله هسته‌های با نیم عمر بسیار کوتاه با  $A=210-220$ ، ختم می‌شود.

### نوکلئوسنتز در محیط بین ستاره‌ای

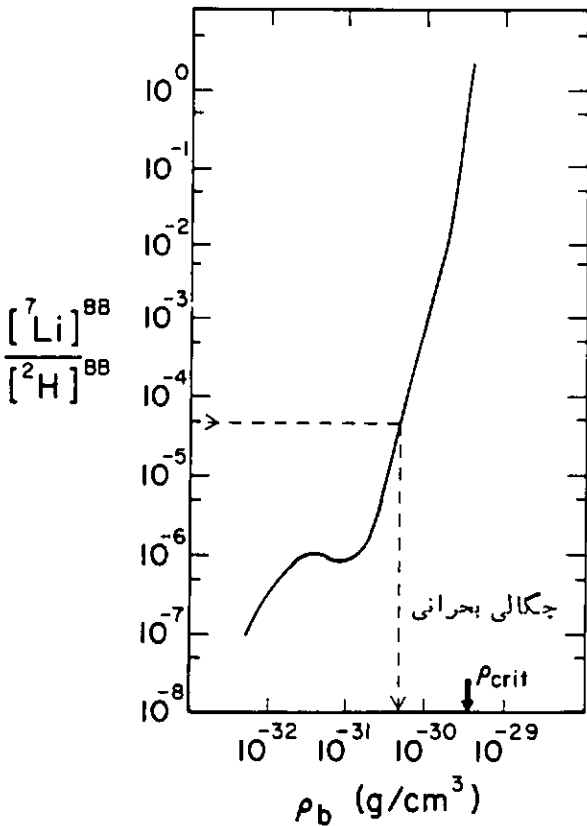
تقریباً تمامی عناصر جدول دوره‌ای و فراوانیهای نسبی آنها را می‌توان به وسیله نوکلئوسنتز کیهانی در انفجار بزرگ و سنتز عناصر طی تکامل ستاره تسویه کرد. ولی، سه عنصر  $Li$ ،  $Be$  و  $B$  که هسته‌های آنها به طور گرمایی شکننده است از این سناریو حذف شده‌اند. مقداری  ${}^7Li$  ممکن است از انفجار بزرگ باقی بماند، ولی مابقی ایزوتوپها،  ${}^6Li$ ،  ${}^9Be$ ،  ${}^{10}B$  و  ${}^{11}B$  باید به وسیله مکانیسمهای دیگری تولید شده باشند. سرنخی که برای منشأ  $LiBeB$  در دست است این است که این عناصر با ضربی حدود یک میلیون

مرتبه در پرتوهای کیهانی کهکشانی نسبت به ماده منظومه شمسی، چنانکه در شکل ۱۱ مشاهده می‌شود، غنی‌ترند. در حال حاضر اعتقاد بر این است که منشأ عناصر مزبور از برهم کنشهای پرتوهای کیهانی کهکشانی با گاز و گردوغبار محیط بین ستاره‌ای است. پرتوهای کیهانی هسته‌های بسیار پر انرژی‌اند، عمدتاً  $H$  و  $He$ ، که در کهکشان ما نفوذ می‌کنند. درحالیکه منشأ آنها به روشنی شناخته نشده (انفجارهای سوپرنوا به عنوان منبع آنها پیشنهاد شده است)، خواص آنها به طور گسترده‌ای در پرواز بالونها و ماهواره‌ها در بالای اتمسفر زمین بررسی شده‌اند. اعتقاد بر این است که هسته‌های  $LiBeB$  از برهم کنش پرتوهای کیهانی با هسته‌های  ${}^4He$ ، کربن، نیتروژن و اکسیژن موجود در محیط بین ستاره‌ای، یعنی، گاز و گردوغبار پراکنده شده در سرتاسر فضا تشکیل می‌شوند. این واکنشها در انرژیهای به مراتب بالاتر از انرژیهای که مشخص انفجار بزرگ و تکامل ستاره مانند است صورت می‌گیرند ولی محیط انجام واکنش چگالی بسیار کمی دارد. در نتیجه دما پایین است و محصولات  $LiBeB$  پس از تشکیل شدن، برعکس وضعی که در درون

این یک مورد از فرایندهای نوکنوسنتز است که اطلاعات مستقیمی هم برای واکنشهای هسته‌ای مربوط و هم فرایندهای اخترا فیزیکی آن وجود دارد. برای مثال، طیف انرژی و ترکیب پرتوهای کیهانی به طور وسیعی مطالعه شده‌اند. علاوه بر این، ترکیب محیط بین ستاره‌ای هم تقریباً به طور کامل شناخته شده است. بنابراین، اندازه‌گیری احتمالات واکنش هسته‌ای برای این سیستمها امکان می‌دهد که فراوانیهای قابل پیش‌بینی  $LiBeB$  را جهت مقایسه با مقادیر مشاهده شده محاسبه کنیم و در نتیجه اعتبار مکانیسم پیشنهادی را به محک آزمایش بگذاریم. به طوری که معلوم شده است فراوانیهای  ${}^6Li$ ،  ${}^9Be$ ،  ${}^{10}B$  و  ${}^{11}B$  را می‌توان تقریباً به طور کمی از روی مدل دوباره تکرار کرد. ولی، ایزوتوپ  ${}^7Li$  به مقدار زیاد کمتر از مقدار مورد انتظار است و این اعتقاد را که  ${}^7Li$  باید عمدتاً در انفجار بزرگ سنتز شده باشد بیشتر تقویت می‌کند.

درواقع، چنانچه فرض کنیم که اضافی  ${}^7Li$  به منظور برابری آن با فراوانی این ایزوتوپ در منظومه شمسی از انفجار بزرگ سرچشمه می‌گیرد در آن صورت امکان دارد شرایط اساسی که این انفجار اولیه را مشخص می‌کند نتیجه‌گیری کنیم. در شکل ۱۲ نسبت فراوانی  ${}^7Li$  (که برای سنتز پرتوکیهانی کپکشاننی تصحیح شده است) به فراوانی دوتریم (که تصور می‌رود فقط در انفجار بزرگ تشکیل شده باشد) به صورت تابعی از چگالی ماده جهان خلقت نشان داده شده است. منحنی موجود نسبت پیش‌بینی شده  ${}^7Li/{}^2H$  برای انفجار بزرگ به صورت تابعی از چگالی جهان خلقت در حال حاضر،  $\rho$ ، بر اساس محاسباتی که در برگیرنده کلیه احتمالات واکنش هسته‌ای است، می‌باشد.

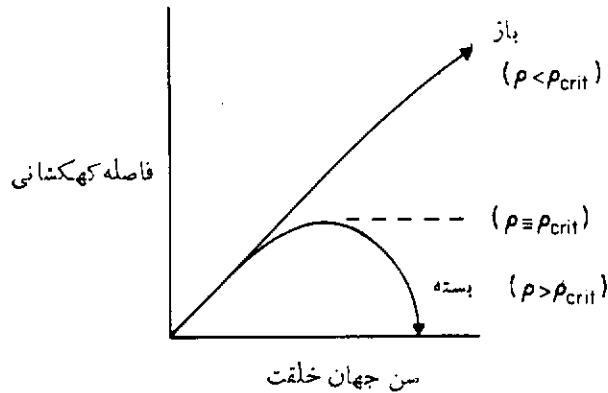
همچنین در شکل ۱۲ مقدار چگالی ماده که برای توقف انبساط کونونی جهان خلقت لازم است، یعنی چگالی بحرانی،  $\rho_c$ ، نشان داده شده است. یک پرسش مهم در ارتباط با چگالی بحرانی این است که آیا جهان خلقت به انبساط خود برای ابد ادامه می‌دهد. آیا ما در یک دنیای منبسط شونده (باز) زندگی می‌کنیم یا اینکه نیروی ثقل سرانجام این انبساط را متوقف می‌کند و موجب می‌شود که جهان خلقت مجدداً متراکم شود (یک دنیای بسته)؟ این موضوع در شکل ۱۳ مجسم شده است که به صورت نمودار فاصله متوسط بین کپکشانها را به صورت تابعی از زمان نشان می‌دهد. در موردی که  $\rho > \rho_c$



شکل ۱۲. خط پر نمودار نسبت  ${}^7Li$  به  ${}^2H$  را که در انفجار بزرگ تشکیل شده به صورت تابعی از چگالی جهان خلقت در حال حاضر نشان می‌دهد. خطوط بریده با نسبت مشاهده شده  ${}^7Li/{}^2H$  و چگالی مربوط مطابقت می‌کند. چگالی لازم برای داشتن یک دنیای بسته،  $\rho_{crit}$ ، با پیکان نشان داده شده است.

باشد در جهان خلقت به مقدار کافی ماده وجود دارد که انبساط کونونی را معکوس سازد و نهایتاً به شرایطی شبیه به انفجار بزرگ اولیه منتهی گردد. چنانچه  $\rho \leq \rho_c$  باشد، در آن صورت جهان خلقت به انبساط خود برای ابد ادامه می‌دهد، یعنی، نیروی ثقل قدرت کافی برای مقابله با انبساط کونونی را ندارد. این موضوعی است که در نظریه جدید اخیر فیزیکی روی آن بحث است. از آنجا که نسبت  ${}^7Li$  به دوتریم تابع حساسی از چگالی جهان خلقت است، از روی شکل ۱۲ می‌توان تخمین زد که آیا جهان خلقت بسته یا باز است.

بر اساس چنین استدلالهایی تخمین زده می‌شود که چگالی ماده جهان خلقت با ضریبی حدود ۱۰ کمتر از آن چیزی است



شکل ۱۳. فاصله متوسط بین کهکشانها به صورت تابعی از سن جهان خلقت برای فرضهای مختلفی که برای چگالی وجود دارد.

فراوانیهای مشاهده شده در طبیعت سازگارند (شکل ۲). متأسفانه، برهمکنشهای پرتوهای کیهانی نیز مقادیر بسیار کمی به فراوانیهای سایر عناصر کمک می‌کنند، ولی این کمکها فقط اختلال کوچکی در فراوانیهای عناصر عمده به وجود می‌آورد. به این ترتیب، با فرایندهای فوق می‌توان هسته‌هایی را که جهان خلقت را می‌سازند سنتز کرد و یک منبع انرژی برای تکامل بعدی منظومه شمسی و پدیده‌های کهکشانی محیط آن فراهم کرد. پس، در این مرحله، مواد اساسی برای تکامل اجرام سیاره‌ای موجود است.

که برای یک جهان خلقت بسته لازم است. این نتیجه با بررسیهایی که سعی در تعیین  $\rho$  از روی جرم وابسته با خوشه‌هایی از کهکشانها دارد، توافق نشان می‌دهد. بنا براین، این داده‌های نوکلئوسنتز نیز با مفاهیم بسیار بنیادی جهان خلقت برخورد پیدا می‌کند و نشان می‌دهد که جهان خلقت باز است و به انبساط خود برای ابد ادامه می‌دهد.

در هر حال، شرایط دیگری ممکن است این نتیجه‌گیریه‌ها را تغییر دهد. ممکن است قسمت اعظم جهان خلقت از «ماده سیاه» یعنی ماده‌ای که نمی‌توان به وسیله فنهای اخترشناسی موجود مشاهده کرد، تشکیل شده باشد. برای مثال، ذره‌های بیگانه‌ای که هنوز در آزمایشگاه مشاهده نشده‌اند ممکن است کسر بزرگی از جرم جهان خلقت را تشکیل دهد. ما باید به بررسی این امکانات ادامه دهیم تا اینکه درک و فهم ما از منشأ جهان خلقت استوارتر گردد.

#### خلاصه

در بخشهای قبلی ملاحظه شد که تشکیل هیدروژن عادی  ${}^2\text{He}$  و همچنین مقادیر کم دوتریم،  ${}^3\text{He}$  و  ${}^6\text{Li}$  مربوط به نوکلئوسنتز کیهانی است. به دنبال آن سنتز کلیه هسته‌ها بین کربن و اورانیم (و احتمالاً هسته‌های سنگینتر) مربوط به تکامل ستاره مانند است. علاوه بر این، وجود عناصر لیتیم، بریلیم و بور را می‌توان با در نظر گرفتن برهم‌کنشهای پرتوهای کیهانی کهکشانی با هسته‌هایی که محیط بین ستاره‌ای را تشکیل می‌دهند پی برد. فراوانیهای عناصر که بر اساس این مدلها محاسبه شده‌اند با

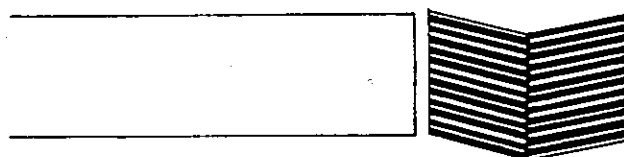
- فصل اول - (نامگذاری ترکیبات آلی)  
 فصل دوم - (ایزومری)  
 فصل سوم - (مکانیسم واکنشها در شیمی آلی)  
 نام مؤلفان : دکتر علی سیدی، کرامت الله مهربان،  
 حسام امینی



- نام کتاب : کتاب معلم شیمی سال سوم علوم تجربی -  
 ریاضی و فیزیک شماره ۳۸۱  
 ناشر : دفتر و برنامه ریزی و تألیف کتابهای  
 درسی  
 تاریخ نشر : چاپ سوم ۱۳۷۵  
 کتاب در ۲۱۷ صفحه شامل سه فصل:

- فصل اول - (محلونها و تعادلها)  
 فصل دوم - (اکسیداسیون و احیا، الکتروشیمی)  
 فصل سوم - (فلزات)

مؤلفان : دکتر حسین آقائی، دکتر محمدرضا ملاردی

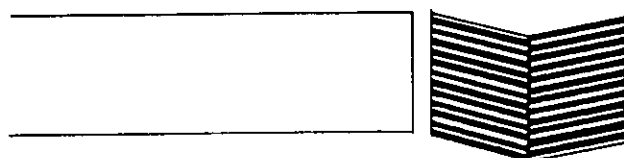


- نام کتاب : تاریخ مختصر علم شیمی  
 ناشر : انتشارات مدرسه (وابسته به دفتر انتشارات  
 کمک آموزشی)  
 تاریخ نشر : چاپ اول زمستان ۱۳۶۹  
 مطالب این کتاب در پانزده فصل همراه با دو  
 پیوست:

- فصل اول - (آشنایی با صنایع شیمیایی عهد باستان)  
 فصل دوم - (آغاز فعالیتهای علمی نظری در شیمی)  
 فصل سوم - (عصر کیمیاگری قدیم)  
 فصل چهارم - (عصر کیمیاگری جدید)  
 فصل پنجم - (صنایع شیمیایی در جهان اسلام)  
 فصل ششم - (کیمیاگری در اروپا)

# آشنایی با

# کتاب و مجله



- نام کتاب : کتاب معلم شیمی سال چهارم علوم تجربی -  
 ریاضی و فیزیک شماره ۳۹۵  
 ناشر : دفتر و برنامه ریزی و تألیف کتابهای  
 درسی  
 تاریخ نشر : چاپ سوم ۱۳۷۵  
 کتاب در ۳۲۱ صفحه شامل ۳ بخش و ۹ فصل

- بخش اول - روش تدریس شیمی سال چهارم شامل پنج فصل:  
 فصل اول - (بررسی پیوندهای شیمیایی و برخی خواص  
 مواد)

- فصل دوم - (غیر فلزها)  
 فصل سوم - (بررسی فصل اول بخش دوم - هیدروکربنها)  
 فصل چهارم - (بررسی فصل دوم بخش دوم)  
 فصل پنجم - (بررسی فصل سوم شیمی آلی)  
 بخش دوم - شیمی معدنی شامل یک فصل:  
 فصل اول - (پیوندهای شیمیایی)  
 بخش سوم - شیمی آلی شامل سه فصل:



- فصل هفتم - (پیدایی نظریه فلوریزتو و کشف گازها)
- فصل هشتم - (نظریه آنتی فلوریزتو)
- فصل نهم - (پیدایی نظریه های دوگانگی یا نظریه الکتروشیمیایی)

فصل دهم - (آغاز شیمی آلی نو)

فصل یازدهم - (تاریخچه طبقه بندی عنصرها)

فصل دوازدهم - (تاریخچه کشف ساختمان مواد)

فصل سیزدهم - (چگونگی کشف، سنتز و نامگذاری)

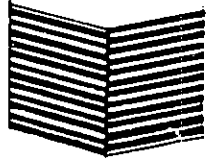
فصل چهاردهم - (تاریخچه زیست شیمی)

فصل پانزدهم - (نوبل و برندگان جایزه نوبل شیمی)

پیوست I - (راهنمای الفبایی فارسی)

پیوست II - (راهنمای الفبایی خارجی)

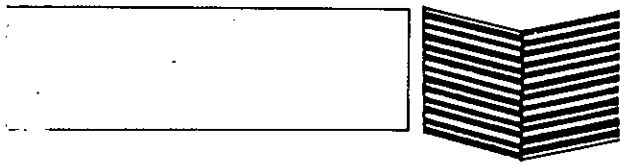
مؤلفان : دکتر محمدرضا ملاردی، سیدرضا آقا پورمقدم



### ● گنجینه، مجله علوم پایه:

مقاله های شماره ۷ مهر و آبان ۱۳۷۰

ماهیت بینش نیوتون (نوشته جا کوب برونوسکی، ترجمه خواجه نصیر طوسی)، دنیای شگفت انگیز رنگها (ترجمه دکتر اعظم رحیمی)، مفهوم آلل نهفته چیست (ترجمه مینا افسری نژاد «ابراهیمی»)، آهان! (ترجمه مرتضی بهروز)، حل و بحث يك مسأله از کتاب درسی فیزیک (نوشته اسفندیار معتمدی)، واکنش پذیری مس (ترجمه و تلخیص دکتر منصور عابدینی)، حل مسأله های هندسی به یاری مثلثات (نوشته پرویز شهریاری) فیزیک در زندگی روزمره (ترجمه اختر رجبی)، بازنگری نظریه فلوریزتو (ترجمه فروغ فرجود)، خورشید و پوست ما (ترجمه سیامک سرمدی)، پرسش و پاسخ (دکتر منصور عابدینی)، فروغ فرجود، فریده شریفی)، معماهای تجزیه شکلها (ترجمه مجید ملکان)، طرح جدول (فریدون جهان شاهی)، چگالی بار الکتریکی بر سطح اجسام رسانا (ترجمه و تألیف محمدعلی پزشپور)، تاریخ ریاضیات (نوشته Howard Eves، ترجمه مهرا ن اخباریفر)، گفتگو (نکته ای درباره اعداد «نظام اکبری»؛ تعمیمی از مسأله ملوانها، نارگیلها و میمونها «پرویز امیری»)، فراصوت (نوشته پرویز تاریخی).



### ● مجله شیمی: سال چهارم، شماره سوم، آذر - اسفند ۱۳۷۰

در این شماره می خوانید: بررسی تاریخی ورود شیمی غرب به ژاپن (ترجمه فاطمه تنکابنی)، بسیاری رسانا (ترجمه محمدباقر پورسید)، کمک کایرالها (ترجمه محمدعلی بیگدلی)، ترکیبات جورکایرال ازقند (ترجمه جعفر عسگریان دماوندی)، دگرگونی آب و هوای زمین (ترجمه بهرام معلمی) تهیه سوخت مایع از کربو هیدراتها (ترجمه و تلخیص: سید احمد میرشکرایبی)، جداسازی کلسیم و منیزیم با استفاده از رزینهای آنیونی (محمدحسین ارباب زوار و علی اکبر میرزایی)، مقالات کوتاه (داستان کشف  $[Ru(NH_3)_5N_3]^{2+}$ ) «ترجمه داور بقاعی»، کشف خواص مسموم کنندگی دو حلال «ترجمه مهیده سید خلیل عرافی و بازیینی محمدباقر پورسید»؛ تجزیه وزنی - سنتز قلع یدید «ترجمه محمدعلی السنی»؛ نشان دادن خطا در سنجش چوبهای اندازه گیری «ترجمه سوسن انوری»؛ برم دار کردن با استفاده از N - برموسو کسینیک اسید «ترجمه ف. جلیلو نند» (گرددآوری اعظم رحیمی)، استفاده از يك ماده کم خطر به جای کرومیک اسید برای تمیز کردن ظروف شیشه ای (ترجمه ماهرخ دادستان)، جدول شماره ۷ (طرح جدول از مریم میرسنائی).

نام کتاب : کتاب معلم شیمی سال دوم علوم تجربی - ریاضی و فیزیک

ناشر : دفتر و برنامه ریزی و تألیف کتابهای درسی

تاریخ نشر : ۱۳۷۰

کتاب در ۳۵۵ صفحه شامل چهار فصل:

فصل اول - (طبقه بندی عنصرها و جدول تناوبی)

فصل دوم - (ساختمان الکترونی اتم و جدول تناوبی)

فصل سوم - (پیوندهای شیمیایی)

فصل چهارم - (تغییر انرژی در واکنشهای شیمیایی).

مؤلفان : دکتر حسین آقائمی، دکتر محمدرضا ملاردی، حسام امینی



دارد. یکی دیگر از کارهای مهم هیأت جهانی داوران هم فکری در باره برنامه‌های آموزش شیمی و همچنین دورنمای حرکت المپیاد است.

کشور میزبان المپیاد بعدی در نخستین ماه سال میلادی برای کشورهای متفاوت، دعوتنامه می‌فرستند و پس از این که پاسخ مثبت دریافت کرد، مجموعه‌ای از پرسشهای آماده شده را همراه با پاسخ آنها به کشورهای علاقه مند شرکت در المپیاد ارسال می‌دارد. این کار برای آن است تا کشورهای داوطلب بتوانند پیشنهادهای خود را در دسواریهایی ویژه داوطلبان ارائه دهند.

المپیاد شیمی، معمولاً در نیمه اول ماه جولای هر سال میلادی برگزار می‌شود و ۹ تا ۱۵ روز به درازا می‌کشد. در کنار بخش اصلی آن، برنامه‌های گردشگری نیز به منظور آشنایی جوانان شرکت کننده و سرپرستان آنها با بخشهای گوناگون کشور میزبان، ترتیب داده می‌شود.

کشور میزبان هزینه‌های اقامت داوطلبان و سرپرستان آنها را می‌پردازد. حتی مقداری پول توجیبی نیز به شرکت کنندگان پرداخت می‌شود. اما ناظران با هزینه خود کشور مبدأ در المپیاد شرکت می‌کنند. هزینه رفت و آمد به محل برگزاری المپیاد به عهده خود شرکت کنندگان است و همچنین هزینه اقامت اضافه بر موعد مقرر در صورت تمدید احتمالی آن به عهده آنان است.

در ضمن بیست و چهارمین المپیاد جهانی شیمی در جولای ۱۹۹۲ م (در تیر ۱۳۷۱ ه خ) در شهر پیتسبورگ آمریکا و بیست و پنجمین المپیاد جهانی شیمی در تابستان ۱۹۹۳ م (۱۳۷۲) برگزار خواهد شد.

این دستور کلی بعدها به عنوان نوعی آیین نامه پذیرفته شد و بنا بر آن پنج المپیاد اول شیمی را برگزار کردند و تعداد کشورهای شرکت کننده به هفت کشور فزونی یافت. از سال ۱۹۷۴ به طور منظم به تعداد کشورهای شرکت کننده افزوده شد و در بیست و سومین المپیاد جهانی شیمی (که از ۷ تا ۱۶ جولای سال ۱۹۹۱ م در شهر لودز توسط دانشگاه و آکادمی پزشکی آن برگزار شد) ۳۱ کشور از سه قاره جهان شرکت داشتند همه ساله هیأت جهانی داوران طی جلسه خود، پس از بحث و بررسی دست کم دو کشور میزبان بعدی رقابت‌های جهانی را معین می‌کنند که این دو کشور همه امور المپیاد را انجام خواهند داد. عضوهای این هیأت جهانی را نمایندگان کشورها شرکت کننده تشکیل می‌دهند. کشور میزبان پرسشهای نظری و آزمایشگاهی پیشنهاد می‌کند که گزینش و تعداد این پرسشها جزو وظایف هیأت است. برگزینش آزمون، جداگانه توسط سرپرستان گروه اعزامی همان کشور و همچنین طراحان پرسشها، تصحیح می‌شوند و نمره گذاری نهایی انجام می‌گیرد. بر اساس نمره‌هایی نهایی از هر دو مرحله نظری و آزمایشگاهی، هیأت داوران با پذیرش آرای بیشتر نسبت به تعداد هر نوع از مدالها تصمیم گیری می‌کند.

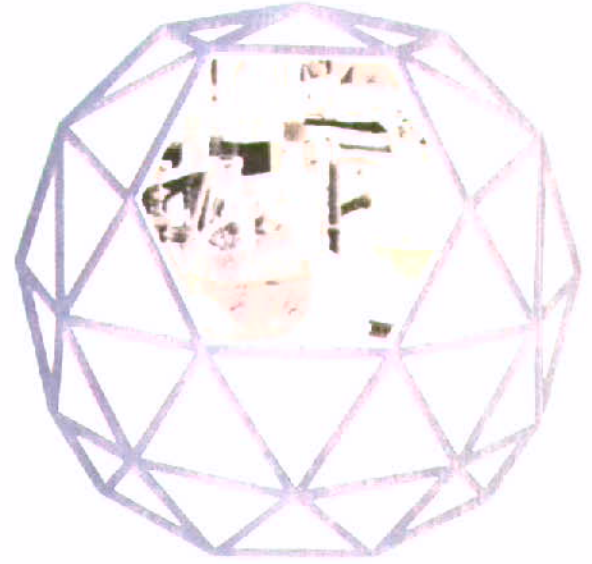
رقابت جهانی دانش آموزان شرکت کننده در المپیاد، این امکان را فراهم می‌سازد که سطح آگاهیهای کسب شده در طی دوران تحصیل در مدرسه‌های کشورهای گوناگون مقایسه شود. یکی از دسواریهایی حرکت جهانی المپیاد وجود برنامه‌های آموزشی متفاوت در هر یک از کشورهای شرکت کننده است، بنا بر این رده بندی پرسشها اهمیت ویژه‌ای برای هیأت داوران



# تاریخ مختصر علم شیمی

مؤلفان: دکتر محمد رضا ملاردی

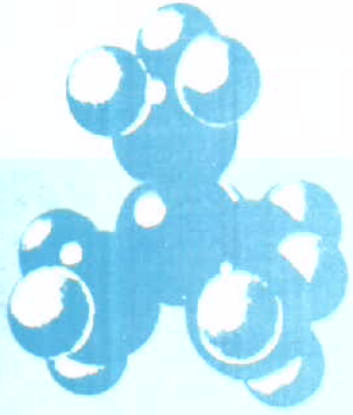
سیدرضا آقاپور مقدم



پنجم

(روش تدریس)

# شیمی



سال پنجم

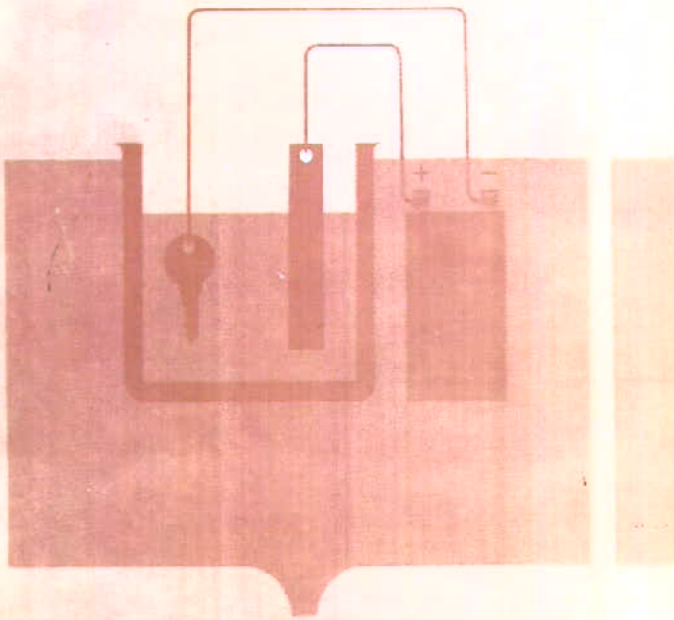
آموزش متوسطه عمومی - علوم تجربی - ریاضی و فیزیک



# کتاب معلم

(روش تدریس)

# شیمی



سال سوم

آموزش متوسطه عمومی - علوم تجربی - ریاضی و فیزیک

کتاب معلم

(روش تدریس)

# شیمی



سال سوم

آموزش متوسطه عمومی - علوم تجربی - ریاضی و فیزیک

