دورهٔ ششم جدول تناوبی (سومین دوره بلند):

این دوره بلند شامل سومین سری از عناصر واسطه d می‌باشد که با فلز سزیم آغاز می‌گردد و با گاز نجیب و رادیو اکتیو رادون پایان می‌یابد. بعد از عنصر نجیب زنون وابسته به دوره قبلی، اوربیتالهای آماده برای ورود الکترونها، $6p,6s$ خواهند بود. قابلیت نفوذ اوربیتالهای $4f$ در قشر میانی Xe به اندازه‌ای کم است که به اشکال می‌توانند به پایداری برسند. در صورتی که نفوذپذیری ترازهای $6p,6s$ بیشتر است، به همین دلیل، می‌بینیم که در آغاز دورهٔ ششم، الکترون بعدی در $6s$ وارد می‌شود و مجدداً یک فلز قلیایی به نام سزیم $[Xe]6s^1$، و سپس یک فلز قلیایی خاکی به نام باریم $[Xe]6s^2$ پدید می‌آید.

ولی در عناصر بعدی الکترونها اوربیتال $4f$ را که انرژی کمتری از اوربیتالهای $6p,5d$ دارند پر می‌کنند و همانطور که قبلاً گفته شد به ازای $L=3$ نام اوربیتال f بوده و می‌دانیم 7 اوربیتال $4f$ وجود خواهد داشت که با 14 الکترون پر شده و بنابراین، به ازای 14 عنصر بترتیب این اوربیتالها تکمیل می‌گردند. در لانتان (La) یک الکترون در اوربیتال $5d$ اضافه می‌شود نه در اوربیتال $4f$ و این استثنائی است. در عناصر بعدی الکترونها اوربیتالهای $4f$ را پر می‌کنند، در عنصر لوتیسم (Lu) اوربیتالهای $4f$ کاملاً پر و یک الکترون نیز در اوربیتال $5d$ دارد. این دسته عناصر را که از نظر ساختمان الکترونی قشرهای خارجی کاملاً مشابه هستند خاکهای نادر گویند. بعد از عنصر لوتیسم (Lu) در عناصر بعدی بترتیب اوربیتالهای $5d$ تکمیل می‌گردد و در اینجا نیز عیناً مانند تناوبهای قبل ده عنصر حد واسط وجود خواهد داشت که از هافنیم (Hf) شروع و به جیوه (Hg) ختم می‌شود.

چون انرژی اوربیتالهای $6p$ کمتر از اوربیتالهای $5f$ است لذا عنصر تالیم (Tl) یک الکترون در اوربیتال $6p$ خواهد داشت و بدین ترتیب به ازای شش عنصر اوربیتالهای $6p$ تکمیل می‌شوند که آخرین

Olympiad.roshd.ir

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران

عنصر باز یک گاز نادر است که رادون (Rn) نام داشته و آرایش الکترونی آن به صورت زیر می‌باشد.

$$Xe \text{ آرایش الکترونی} + 6s^2, 4f^{14}, 5d^{10}, 5f^{0}, 6p^6$$

فلز جیوه که در خانه **80** قرار دارد، ساختمان $[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^2$ داشته و فقط الکترونهای $6s^2$ آن رسماً در واکنشهای شیمیایی این عنصر مشارکت می‌کنند. بنابراین Hg رسماً مشابه دو عنصر Cd, Zn در نظر گرفته می‌شود. ولی یک چشم تیزبین ممکن است تفاوت مهمی را کشف کند و آن مایع بودن این عنصر است.

کاربرد روش تحقیق ساده پیشنهادی در حل یک معما

تلاشی برای پاسخ به این سؤال که چرا فلز جیوه در شرایط معمولی مایع است؟

با وجود جستجوی زیاد در کتابها و مآخذ متعدد تحت دسترس، متأسفانه نگارنده به پاسخ مستقیم یا توجیه عمیقی برای این سؤال برخورد نکرده است.

در نتیجه و به منظور ارائه نمونه دیگری از کاربرد روش علمی در انجام یک تحقیق شیمیایی ساده، از داده‌ها و سایر خواص فیزیکی - شیمیایی مجموعه عناصر واسطه پیرامون جیوه مطابق جدول زیر استفاده کرده است.

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
Olympiad.roshd.ir

طبقه بندی داده‌های جمع آوری شده:

مشخصات فیزیکی	ستون اول عناصر واسطه IB	ستون دوم عناصر واسطه IIB
	Cu $3d^{10}4s^{1}$	Zn $3d^{10}4s^{2}$
انرژی یونیزاسیون E_1	178	216
دمای جوش	2595	906
دمای ذوب	1083	419/5
گرمای تبخیر مولی	72/8	27/4
رسانایی الکتریکی	0/593	0/167
رسانایی گرمایی	0/94	0/27
طرح ساختمانی (2)	ccp متراکم مکعبی	hcp متراکم هگزاگونال
	Ag $4d^{10}5s^{1}$	Cd $4d^{10}5s^{2}$
انرژی یونیزاسیون E_1	175	207
دمای جوش	2210	765
دمای ذوب	960/8	321
گرمای تبخیر مولی	60/7	23/9
رسانایی الکتریکی	0/616	0/146
رسانایی گرمایی	0/98	0/22
طرح ساختمانی	ccp متراکم مکعبی	hcp متراکم هگزاگونال
	Au $4f^{14}5d^{10}6s^{1}$	Hg $4f^{14}5d^{10}6s^{2}$
انرژی یونیزاسیون E_1	213	241
دمای جوش	2970	357
دمای ذوب	1063	-38/4
گرمای تبخیر مولی	81/8	13/9
رسانایی الکتریکی	0/42	0/011
رسانایی گرمایی	0/71	0/02
طرح ساختمانی	ccp متراکم مکعبی	هشت وجهی

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
Olympiad.roshd.ir

مقایسه داده‌های طبقه بندی شده و کشف برخی نظامهای سودمند

1. عناصر ستون اول با آرایش الکترونهای ظرفیتی $d^{10}s^{1}$، دماهـای ذوب و جـوش خیلـی بـالا دارند.

2. عناصر ستون دوم با آرایش الکترونهای ظرفیتی $d^{10}s^{2}$ ،دماهای ذوب و جوش پایین دارند.

3. رسانایی الکتریکی و گرمایی عناصر ستون اول زیاد و عناصرستون دوم کم است.

4. روند کاهش دماهای ذوب در ردیفهای اول و دوم که اوربیتالهای f آنها خـالی اسـت، تقریبـاً منظم می‌باشد، به طوریکه:

الف. کاهش دمای ذوب در ردیف اول از مس به روی برابر 663/5 و در ردیف دوم از نقره به کادمیم 639/8 درجه است.

ب. کاهش دمای ذوب در ستون اول از مس به نقره برابر 122/2 و در ستون دوم از روی به کادمیم 98/5 درجه است.

در عناصر ردیف سوم که شامل 14 الکترون در اوربیتالهـای $4f$ اسـت، بـه دو تحـول زیـر برخـورد می‌کنیم:

الف. دمای ذوب طلا به جای تبعیت از روند کاهش، در حدود 100 درجه افزایش پیدا می‌کند.

ب. دمای ذوب جیوه دچار کاهش بسیار بزرگ می‌شود که وضع کاملاً غیر عادی را نشان می‌دهد. رسانایی الکتریکی و گرمایی آن نیز به طور چشمگیری کاهش می‌یابد.

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
Olympiad.roshd.ir

تفسیرهای زیر را در سطح شیمی پیشرفته به زبان ساده، پیشنهاد می‌کنیم:

1. اوربیتال s خارجی چه در عناصر ستون اول و چه در عناصر ستون دوم، در تشکیل پیوند فلزی که عامل مهمی برای رسانایی الکتریکی و گرمایی است، نقش اساسی دارد.

2. الکترونهای d در عناصر ستون اول (مس، نقره و طلا)، نقش فعالتری در تشکیل پیوند فلزی دارند. این نقش در افزایش استحکام و بالا بردن دماهای ذوب مشهود است. در صورتیکه پیوند فلزی در عناصر ستون دوم (که دماهای ذوب خیلی پایین‌تری دارند)، احتمالاً بیشتر مربوط به اوربیتال s خارجی است. به یاد داشته باشیم که این دو فلز معمولاً یک نوع عدد اکسیداسیون +2 داشته و ترکیبات آنها بی‌رنگ است. این ویژگیها نشانه ای از عدم شرکت اوربیتالهای d در شیمی آنها به شمار می‌رود.

3. مطابق اطلاعات قبلی ارائه شده در این کتاب، اوربیتالهای d سمت راست سریهای عناصر واسطه به تدریج به اعماق نفوذ کرده به طوریکه کم و بیش جزء قشر میانی محسوب می‌شوند. به همین دلیل، بیشترین سهم پیوند فلزی در عناصر ستون دوم باید به اوربیتالهای s واگذار شود. و این خود عامل مهمی در ضعیف شدن پیوند فلزی و کاهش دماهای ذوب و جوش، همچنین کاهش گرمای تبخیر مولی آنهاست.

4. پایداری بیش از حد زوج الکترون موجود در اوربیتال $6s$ جیوه، در بالا رفتن انرژی یونیزاسیون این عنصر منعکس است. به عبارتی، در اینجا، اثر جذب هسته بر الکترونهای سطح خارجی مشهود است. بنابراین امکانات برانگیخته شدن یک الکترون از اوربیتال $6s$ به اوربیتال تراز بالاتر $6p$ و تشکیل حالت $6s^1 6p^1$ کمتر فراهم می‌گردد. از این رو احتمالات تشکیل

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
Olympiad.roshd.ir

پیوندهای محکمتر میان اتمهای جیوه کم است. در صورتیکه این احتمال در دو فلز بالایی روی و کادمیم بیشتر است.

متأسفانه مقادیر انرژی لازم برای برانگیخته شدن الکترون از اوربیتالهای s به p در عناصر ستون دوم در اختیار نیست تا قضاوت قاطعانه‌تری بشود.

5. بالاخره نباید از این نکته غافل بود که طرح ساختمانی جیوه در حالت جامد به صورت 8 وجهی است. در صورتیکه طرح ساختمانی فلزهای بالایی و قبلی، از نظام دیگری تبعیت می‌کنند. می دانیم که طرح ساختمانی هر بلور فلزی نیز نقشی در انباشتگی و استحکام آن دارد.

جمع‌بندی ما از بررسیهای فوق می‌تواند چنین باشد که شاید جیوه فقط به میزان کمی از اوربیتالهای $6s$ برای همپوشانی و تشکیل پیوند فلزی ضعیف استفاده می‌کند و این خود نتیجه‌ای از بالا بودن انرژی یونیزاسیون و پایداری و استقرار نسبی زوج الکترونهای $6s^2$ در آن است. افزون بر این، این احتمال وجود دارد که در این شرایط از ضعف پیوند فلزی، نیروهای واندروالسی نقش مشخص‌تری ایفا می‌نمایند. به طوریکه در صدد هستند که طرح ساختمانی ″ نیمچه فلزی″ را به سوی آرایشهای اتمی یا مجموعه‌های کوچک اتمی بکشانند که میان آنها نیروهای واندروالسی برقرار است. گرمای تبخیر کم جیوه که به راحتی این نیروها را درهم می‌شکند، احتمال مزبور را تقویت می‌کند. در عین حال رسانایی الکتریکی و گرمایی کم جیوه، خواص فلزی ضعیف آن را تأیید می‌کند. بالاخره پایداری شیمیایی جیوه در مقابل اسیدها، بازها و سایر عوامل دیگر، تمایل ناچیز الکترونهای $6s$ را برای برانگیخته شدن و شرکت در واکنشهای شیمیایی نشان می‌دهد.

در پایان یادآور می‌شویم که هدف نخستین این بررسی، ارائه روش تحقیق ساده برای نشان دادن

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
Olympiad.roshd.ir

چگونگی استفاده از ارقام و اعداد مربوط به مشخصات فیزیکی عناصر است. هدف دوم بیان کیفیت استفاده از مفاهیم علمی و ساده قبلی برای برخورد با معماها و انجام برخی مشکل گشائیهاست.

امید است که هر دو هدف تا حدود زیادی به طور صحیح و دور از اشتباه تحقق پذیرفته باشد.

شبکه رشد – شبکه ملی مدارس ایران
Olympiad.roshd.ir