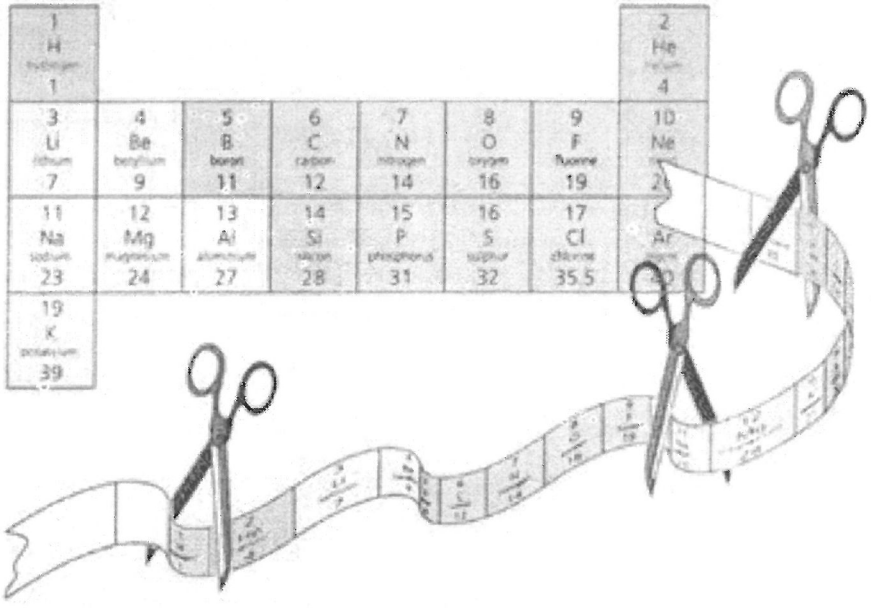
بخش ۲

خواص تناوبی عنصرها



چگونه می‌توان دو عضو یک خانواده را بدون داشتن آگاهی از رابطهٔ خانوادگی آنها شناسایی کرد؟ شاید برای دادن پاسخ به این پرسش نخست به دنبال ویژگی‌های ظاهری مشترکی در آنها بگردید یا طرز رفتار آن دو، شما را به‌وجود وابستگی خانوادگی میان آنها راهنمایی کند. در واقع در این مثال وجود برخی از ویژگی‌های ظاهری و رفتاری مشترک می‌تواند وابستگی افراد را به یک‌دیگر آشکار سازد. این مثال در مورد عنصرها نیز درست است، یعنی عنصرهایی که اعضای یک خانواده از جدول تناوبی عنصرها به‌شمار می‌آیند ویژگی‌های مشترکی دارند. برای درک بهتر این موضوع بجاست به‌طور خلاصه تاریخچهٔ دسته‌بندی عنصرها را با هم مرور کنیم.

سرگذشت جدول تناوبی عنصرها

خواص عنصرها تغییرات گسترده‌ای را نشان می‌دهند. این تغییرات به‌طور تصادفی و بی‌نظم نیستند بلکه خواص عنصرها با نظم و ترتیب خاصی تغییر می‌کند. از این رو می‌توان عنصرها را در چند خانواده گروه‌بندی کرد به‌طوری که در هر خانواده خواص عنصرهای موجود مشابه یک‌دیگر باشد و تنها تغییر مختصری در خواص آنها روی دهد.

دیمیتری ایوانوویچ مندلیف
(۱۸۳۴ـ۱۹۰۷)

اگرچه تا پیش از سال ۱۸۷۱ شماری از شیمی‌دان‌ها دسته‌بندی‌های ویژه‌ای را برای عنصرها پیشنهاد کرده بودند، اما گستردگی خصلت تناوبی در بین همهٔ عنصرها در این سال شناخته شد. در واقع در این سال یک معلم شیمی اهل روسیه به نام دیمیتری ایوانوویچ مندلیف به وجود خصلت تناوبی در میان عنصرها به شیوه‌ای که امروز می‌شناسیم، پی برد.

تحقیق کنید

در یک فعالیت گروهی تحقیق کنید که پیش از مندلیف چه کسانی برای دسته‌بندی عنصرها تلاش کرده‌اند. نتیجهٔ کار گروه خود را به‌صورت یک روزنامهٔ دیواری به کلاس ارائه دهید.

مندلیف پس از سال‌ها مطالعه متوجه شد که اگر عنصرها را برحسب افزایش تدریجی جرم اتمی آنها در ردیف‌هایی کنار یک‌دیگر بگذارد و آنهایی را که خواص فیزیکی و شیمیایی نسبتاً مشابه دارند در یک گروه زیر یک‌دیگر قرار دهد، جدولی مطابق شکل ۱ برای طبقه‌بندی عنصرها به‌دست می‌آید. شکل ۱ سازماندهی اولیهٔ عنصرها را نشان می‌دهد. این سازماندهی نخستین بار توسط مندلیف طراحی و ارائه شده است.

TABELLE II

Reihen	GRUPPE I. — R^2O	GRUPPE II. — RO	GRUPPE III. — R^2O^3	GRUPPE IV. RH^4 RO^2	GRUPPE V. RH^3 R^2O^5	GRUPPE VI. RH^2 RO^3	GRUPPE VII. RH R^2O^7	GRUPPE VIII. — RO^4
1	H=1							
2	Li = 7	Be = 9,4	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19	
3	Na = 23	Mg = 24	Al = 27,3	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35,5	
4	K = 39	Ca = 40	— = 44	Ti = 48	V = 51	Cr = 52	Mn = 55	Fe = 56, Co = 59, Ni = 59, Cu = 63.
5	(Cu = 63)	Zn = 65	— = 68	— = 72	As = 75	Se = 78	Br = 80	
6	Rb = 85	Sr = 87	?Yt = 88	Zr = 90	Nb = 94	Mo = 96	— = 100	Ru = 104, Rh = 104, Pd = 106, Ag = 108.
7	(Ag = 108)	Cd = 112	In = 113	Sn = 118	Sb = 122	Te = 125	J = 127	
8	Cs = 133	Ba = 137	?Di = 138	?Ce = 140	—	—	—	— — — —
9	(—)	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	?Er = 178	?La = 180	Ta = 182	W = 184	—	Os = 195, Ir = 197, Pt = 198, Au = 199.
11	(Au = 199)	Hg = 200	Tl = 204	Pb = 207	Bi = 208	—	—	
12	—	—	—	Th = 231	—	U = 240	—	— — — —

شکل ۱ جدولی که توسط مندلیف برای دسته‌بندی عنصرها پیشنهاد شد.

به جاهای خالی جدول اولیه مندلیف توجه کنید، شکل ۱. عنصرهایی با جرم‌های اتمی ۴۴، ۶۸ و ۷۲ به این مکان‌ها تعلق دارند. مندلیف برای رعایت اصل تشابه خواص فیزیکی و شیمیایی ناگزیر شد که برخی از خانه‌های جدول پیشنهادی خود را خالی بگذارد. او پیش‌بینی کرد که این جاهای خالی باید به عنصرهایی تعلق داشته باشد که تا آن زمان شناخته نشده بودند. او همچنین برخی از خواص این عنصرهای ناشناخته را پیش‌بینی کرد. در جدول ۱ یکی از این عنصرها و خواص آن را مشاهده می‌کنید. جالب است که پس از یافتن این عنصر، خواص پیش‌بینی شده با خواصی که برای آن مشاهده شد، مطابقت داشت.

گالیم فلزی با نقطه ذوب پائین است به‌طوری که اگر آن را در کف دست قرار دهید، به‌آرامی ذوب می‌شود.

جدول ۱ مقایسهٔ خواص مشاهده‌شدهٔ گالیم با خواص پیش‌بینی شده توسط مندلیف پیش از کشف آن

عنصر پیش‌بینی شده	نام عنصر (سال کشف)	خواص	پیش‌بینی شده	مشاهده شده
اِکا آلومینیم*	گالیم ۱۸۷۵	چگالی نقطهٔ ذوب فرمول اکسید	۶/۰g/mL کم Ea_2O_3	۵/۹۶g/mL ۳۰°C Ga_2O_3

* «اِکا» در زبان روسی به معنی «مشابه» است.

یکی از مواردبی‌نظمی که در جدول مندلیف مشاهده می‌شد جای خالی یک عنصر میان کلسیم و تیتانیم بود. مندلیف معتقد بود این محل به عنصری تعلق دارد که تا آن زمان کشف نشده بود. امروزه این عنصر را با نام اسکاندیم می‌شناسیم. او همچنین خواص گالیم و ژرمانیم و هفت عنصر دیگر را پیش‌بینی کرد که این پیش‌گویی‌ها در هشت مورد درست بود. مندلیف نیز به‌خاطر این پیش‌بینی‌های درست خود تا این اندازه مشهور شده است.

در جدول مندلیف که در آن عنصرها برحسب افزایش جرم اتمی در کنار هم قرارگرفته بودند افزون بر وجود جاهای خالی، در چند مورد نیز بی‌نظمی‌هایی مشاهده می‌شد. زیرا او در مواردی مجبور بود برای قراردادن عنصرهایی با خواص مشابه در یک ستون، ترتیب قرارگرفتن عنصرها را برحسب افزایش جرم اتمی بر هم بزند. به‌عنوان مثال، در جدول پیشنهادی او نیکل بعد از کبالت و نیز ید بعد از تلور آمده است درصورتی که جرم اتمی نیکل و ید به‌ترتیب از کبالت و تلور کمتر است. فرض مندلیف این بود که چنین بی‌نظمی‌هایی به علت خطا در اندازه‌گیری جرم اتمی روی داده است. اما مدتی بعد معلوم شد که این اندازه‌گیری‌ها کاملاً درست بوده است.

جدول تناوبی امروزی عنصرها

چهل سال پس از مندلیف، موزلی و رادرفورد کشف کردند که بار مثبت هسته یا عدد اتمیِ اتم هر عنصر منحصر به فرد است و اتم عنصرهای مختلف، عدد اتمی متفاوتی دارد. هنگامی که آنها عنصرها را برحسب افزایش عدد اتمی مرتب کردند، بی‌نظمی‌های موجود در جدول مندلیف، که در نتیجهٔ مرتب کردن عنصرها برحسب افزایش جرم اتمی پیش آمده بود، به‌آسانی توجیه شد. از آن زمان تاکنون عنصرها را برحسب افزایش عدد اتمی

به شکل جدولی در کنار هم می‌چینند. به این جدول، **جدول تناوبی عنصرها** می‌گویند.

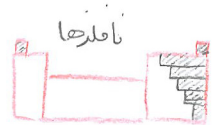
شکل ۲، متداول‌ترین شکل جدول تناوبی است که در حال حاضر توسط شیمی‌دان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. این جدول براساس **قانون تناوبی** عنصرها استوار است. بر طبق این قانون هرگاه عنصرها را برحسب افزایش عدد اتمی در کنار یک‌دیگر قرار دهیم خواص فیزیکی و شیمیایی آنها به صورت تناوبی تکرار می‌شود.

از آن‌جا که رفتار شیمیایی هر عنصر به وسیله آرایش الکترونی آن تعیین می‌شود، مهم‌ترین نکته در جدول تناوبی تشابه آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت عنصرهای یک خانواده در بسیاری از گروه‌های این جدول است. بنابراین با نگاهی به جدول تناوبی متوجه می‌شویم که خواص شیمیایی عنصرهای هم‌گروه به این دلیل مشابه هستند که آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت آنها به یک‌دیگر شبیه است.

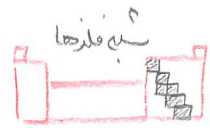
ویژگی‌های گروهی عنصرها

در حدود ۹۱ عنصر از جدول تناوبی در طبیعت یافت می‌شوند. عنصرها را به شرح زیر به سه دسته تقسیم می‌کنند: فلزها، نافلزها و شبه فلزها

فلزها: بیش از ۸۰ درصد عنصرها فلز هستند. مانند عنصرهای قلیایی، قلیایی خاکی، واسطه و عنصرهای دیگری مانند آلومینیم، قلع، بیسموت و... خواصی از جمله رسانایی خوب گرما و برق، دارا بودن سطح براق، قابلیت چکش‌خواری و شکل‌پذیری از ویژگی‌های مشترک همهٔ فلزهاست.

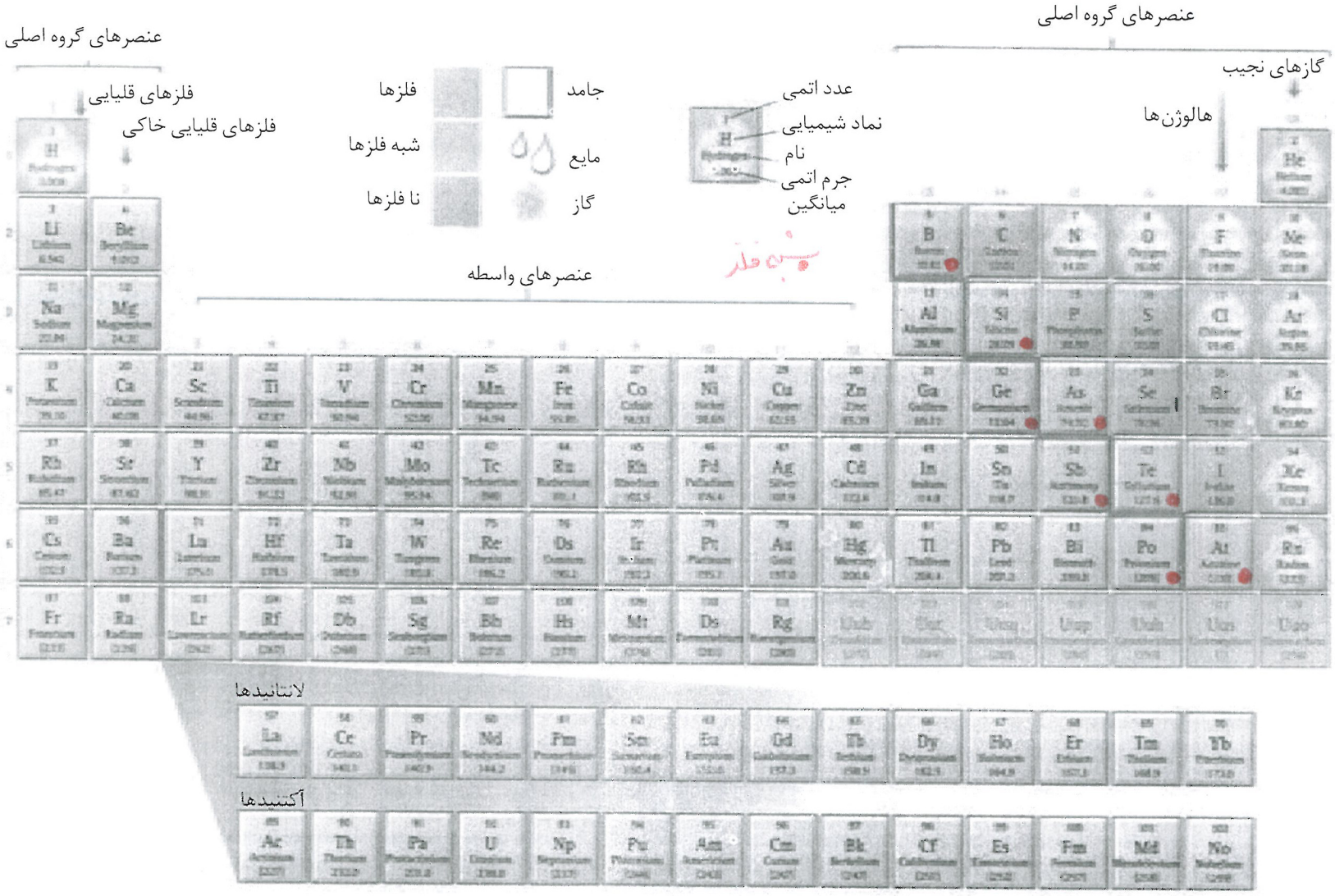


نافلزها: این عنصرها به‌طور معمول رساناهای خوبی برای گرما و برق نیستند. برخلاف فلزها به حالت جامد، شکننده‌اند و عموماً سطح براقی هم ندارند. بیشتر نافلزها مانند نیتروژن، اکسیژن، فلوئور و کلر در فشار atm ۱ و دمای اتاق به‌صورت گاز هستند.



شبه فلزها: اگر یک عنصر را نتوان جزو فلزها یا نافلزها طبقه‌بندی کرد آن را جزو شبه فلزها قرار می‌دهند. این عنصرها برخی از خواص فلزها و نافلزها را دارند. یک مثال خوب از شبه فلزها عنصر سیلیسیم است که عنصری درخشان و شکننده است. افزون بر این، سیلیسیم عنصری نیمه‌رسانا نیز هست.

در ادامه به بررسی ویژگی‌های برجستهٔ فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی، فلزهای واسطه، اکتینیدها، لانتانیدها، هالوژن‌ها و گازهای نجیب می‌پردازیم.



شکل ۲ جدول تناوبی عنصرها

$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$

گروه اول ـ فلزهای قلیایی

فهرست عنصرهای این گروه از جدول تناوبی را در شکل ۳ مشاهده می کنید. این عنصرها همگی فلزهایی نرم و بسیار واکنش‌پذیرند. این فلزها آن چنان نرم هستند که با چاقو بریده می‌شوند و سطح براق آنها به سرعت با اکسیژن هوا وارد واکنش شده، تیره می‌شود. در آزمایشگاه معمولاً این فلزها را زیر نفت نگهداری می کنند تا از تماس مستقیم با اکسیژن هوا و رطوبت در امان باشند. زیرا فلزهای قلیایی حتی با آب سرد به شدت واکنش می‌دهند و ضمن آزاد کردن گاز هیدروژن (H_2) محلولی با خاصیت قلیایی یا بازی به‌وجود می‌آورند، شکل ۴.

در گذشته انسان به این نکته پی‌برده بود که اگر خاکستر باقی‌مانده از سوختن چوب را با آب مخلوط کند، محلولی به دست می‌آید که می‌تواند چربی‌ها را در خود حل کند. آنها این محلول را **قلیا** نام نهادند. امروزه می‌دانیم که در خاکستر چوب برخی از ترکیب‌های عنصرهای گروه اول جدول تناوبی وجود دارد، از این‌رو عنصرهای این گروه را **فلزهای قلیایی** نامیده‌اند.

ns^1

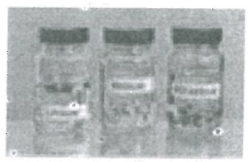
Li لیتیم ۳
Na سدیم ۱۱
K پتاسیم ۱۹
Rb روبیدیم ۳۷
Cs سزیم ۵۵
Fr فرانسیم ۸۷

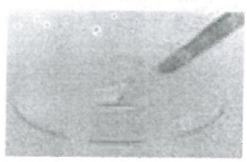
شکل ۳ عنصرهای قلیایی

این فلزها دارای خواص فیزیکی و شیمیایی مشابه بسیاری هستند، که در بندهای بعدی به برخی از آنها می‌پردازیم، جدول ۲.

جدول ۲ خواص فلزهای قلیایی

نماد شیمیایی	نام عنصر	آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت	انرژی نخستین یونش ($kJ.mol^{-1}$)	شعاع اتمی (pm)	نقطهٔ جوش (°C)	نقطهٔ ذوب (°C)
Li	لیتیم	$2s^1$	۵۲۰	۱۵۲	۱۳۱۷	۱۷۹
Na	سدیم	$3s^1$	۴۹۶	۱۸۶	۸۹۲	۹۷/۶
K	پتاسیم	$4s^1$	۴۱۹	۲۳۱	۷۷۰	۶۳
Rb	روبیدیم	$5s^1$	۴۰۳	۲۴۴	۶۸۸	۳۹
Cs	سزیم	$6s^1$	۳۷۵	۲۶۲	۶۷۸	۲۸





شکل ۴ فلزهای قلیایی را به علت واکنش‌پذیری زیادی که با آب و هوا دارند، در زیر نفت نگاه می‌دارند.

واکنش‌پذیری فلزهای قلیایی را می‌توان از روی آرایش الکترونی آنها نیز توضیح داد. چنان که در جدول ۲ آمده است این فلزها در بیرونی‌ترین لایهٔ الکترونی خود (بالاترین سطح انرژی) یک الکترون دارند. بنابراین، آرایش الکترونی ns^1 پس از یک آرایش گاز نجیب، نشان‌دهندهٔ عنصرهای گروه اول جدول تناوبی است. هنگامی که اتم یک فلز قلیایی، تک الکترون ظرفیتی خود را از دست می‌دهد لایهٔ الکترونی بعدی، لایهٔ بیرونی آن را تشکیل می‌دهد. در این حالت آرایش الکترونی مانند گاز نجیب پیش از آن فلز است. بنابراین اتم فلز قلیایی با از دست دادن یک الکترون به آرایش الکترونی پایدار یک گاز نجیب می‌رسد.

آزمایش کنید

واکنش‌پذیری فلزهای گروه اول جدول تناوبی

هدف‌ها

۱ـ مقایسهٔ واکنش‌پذیری عنصرهای لیتیم، سدیم و پتاسیم

۲ـ آشنایی با برخی ویژگی‌های برجستهٔ فلزهای قلیایی

مواد موردنیاز: آب، مقدار کمی از فلزهای لیتیم، سدیم و پتاسیم

وسایل موردنیاز: لولهٔ آزمایش (سه عدد)، جای لولهٔ آزمایش

روش کار

۱ـ سه لولهٔ آزمایش را تا $\frac{۱}{۴}$ حجم آن با آب پر کنید.

۲ـ تکهٔ کوچکی (به‌اندازهٔ یک دانهٔ عدس) از فلزهای لیتیم، سدیم و پتاسیم را هم‌زمان به هریک از لوله‌های آزمایش اضافه کنید و مشاهده‌های خود را یادداشت کنید.

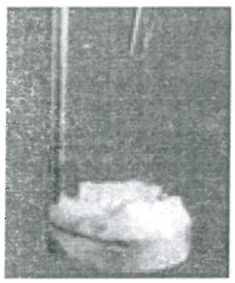
۳ـ تکهٔ کوچک دیگر از سدیم را دوباره در لولهٔ آزمایش دوم بیندازید و انگشت خود را روی دهانهٔ لوله قرار دهید. هنگامی که فشار گاز را احساس کردید، انگشتتان را بردارید و کبریت شعله‌وری به دهانهٔ لوله نزدیک کنید. مشاهدهٔ خود را یادداشت کنید.

پرسش

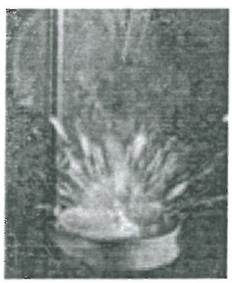
۱ـ واکنش‌پذیری کدام‌یک از فلزهای لیتیم، سدیم و پتاسیم بیشتر است؟ چرا؟

۲ـ در ارتباط با روند واکنش‌پذیری فلزهای گروه اول فرضیه‌ای ارایه دهید.

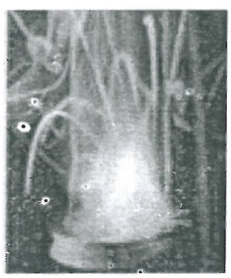
۳ـ پیش‌بینی می‌کنید که واکنش سزیم با آب چگونه باشد؟ چرا؟



.....



.....



.....

شکل ۵ مقایسهٔ واکنش‌پذیری لیتیم، سدیم و پتاسیم با آب. کدام تصویر مربوط به کدام فلز است؟

بیشتر بدانید

به نظر می‌رسد تعداد زیادی از افراد جامعه از ضعف و ناتوانی ناشی از افسردگی و جنون رنج می‌برند. عنصر لیتیم می‌تواند به درمان بسیاری از این افراد کمک کند. هر ساله، پزشکان سراسر دنیا مقادیر زیادی لیتیم کربنات ($Li_۲CO_۳$) برای درمان این‌گونه بیماران تجویز می‌کنند.

شعله بر اثر آتش گرفتن گاز هیدروژن تولید شده طی واکنش فلز قلیایی با آب ایجاد شده است.

اگرچه تاکنون ساز و کار عملکرد لیتیم به‌خوبی شناخته نشده است، اما به نظر می‌رسد که یون لیتیم با تأثیر بر شیوهٔ عکس‌العمل سلول‌های مغز به انتقال دهنده‌های عصبی، موجب آرامش اختلالات مغزی می‌شود. انتقال‌دهنده‌های عصبی، گروهی از مولکول‌ها هستند که انتقال تحریک‌های عصبی را آسان می‌کنند.

در واقع، به نظر می‌رسد که یون لیتیم مانع از انجام یک چرخهٔ پیچیده از واکنش‌ها در مغز می‌شود و به این ترتیب، از انتقال دوباره یا تقویت تحریک‌های عصبی که به‌وسیلهٔ انتقال‌دهنده‌های عصبی و هورمون‌ها به مغز می‌رسند، جلوگیری می‌کند. براساس این نظریه، رفتارهایی نظیر جنون یا افسردگی، ناشی از

فعالیت بیش از حد این چرخه است. از این رو، لیتیم با جلوگیری از انجام این چرخه، موجب می‌شود که فرد، رفتاری مناسب و متعادل پیدا کند.

مدارک زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد، رفتارهای ناهنجار تا اندازهٔ زیادی ناشی از تنظیم نامناسب انتقال‌دهنده‌های عصبی و هورمون‌هاست. به عنوان نمونه، براساس پژوهشی در فنلاند، مقدار سروتونین در بدن اغلب تبهکاران خطرناک، به‌ویژه آنهایی که به عمد حریق ایجاد می‌کنند، از حد معمول کمتر است. سروتونین یک انتقال‌دهندهٔ عصبی است. هم‌اکنون، مطالعه روی لیتیم به‌عنوان دارویی برای درمان رفتارهای ناهنجار ادامه دارد.

گروه دوم ـ فلزهای قلیایی خاکی

در این گروه فلزهایی جای دارند که نسبت به گروه فلزهای قلیایی سخت‌تر و چگال‌تر هستند و نقطهٔ ذوب آنها نیز بالاتر است. در جدول ۳ با عنصرهای این گروه و شباهت آرایش الکترونی بیرونی‌ترین سطح انرژی آنها با یک‌دیگر و تفاوت این آرایش الکترونی با فلزهای گروه اول آشنا می‌شوید. کلیهٔ فلزهای قلیایی خاکی واکنش‌پذیرند اما واکنش‌پذیری شیمیایی آنها به اندازهٔ عنصرهای گروه اول نیست. اما چرا واکنش‌پذیری آنها کمتر است؟ عنصرهای گروه قلیایی خاکی در لایهٔ ظرفیت خود دو الکترون دارند (ns^2) و برای رسیدن به آرایش الکترونی گاز نجیب پیش از خود باید دو الکترون از دست بدهند. در حالی که عنصرهای قلیایی برای رسیدن به آرایش الکترونی گاز نجیب پیش از خود تنها یک الکترون از دست می‌دهند.

ns^2

Be بریلیم ۴
Mg منیزیم ۱۲
Ca کلسیم ۲۰
Sr استرانسیم ۳۸
Ba باریم ۵۶
Ra رادیم ۸۸

عنصرهای قلیایی خاکی

جدول ۳ خواص فلزهای قلیایی خاکی

نماد شیمیایی	نام عنصر	آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت	انرژی نخستین یونش ($kJ.mol^{-1}$)	شعاع اتمی (pm)	نقطهٔ جوش (°C)	نقطهٔ ذوب (°C)
Be	بریلیم	$2s^2$	۸۹۹	۱۱۱	۲۷۷۰	۱۲۸۰
Mg	منیزیم	$3s^2$	۷۳۸	۱۶۰	۱۱۰۷	۶۵۰
Ca	کلسیم	$4s^2$	۵۹۰	۱۹۷	۱۴۸۴	۸۳۸
Sr	استرانسیم	$5s^2$	۵۴۸	۲۱۵	۱۳۸۰	۷۷۰
Ba	باریم	$6s^2$	۵۰۲	۲۱۷	۱۶۴۰	۷۱۴

اطلاعات جمع‌آوری کنید

در یک فعالیت گروهی تحقیق کنید که چرا این گروه از عنصرها را فلزهای قلیایی خاکی نامیده‌اند؟ در ضمن یکی از این فلزها را انتخاب کنید و در مورد خواص فیزیکی و شیمیایی و کاربردهای آن در زندگی و صنعت مقاله‌ای تهیه کرده در کلاس ارائه دهید.

آزمایش کنید

واکنش‌پذیری فلزهای گروه دوم جدول تناوبی

هدف‌ها

۱ـ مقایسهٔ واکنش‌پذیری منیزیم و کلسیم

۲ـ آشنا شدن با چگونگی واکنش هیدروکلریک اسید با فلزهای کلسیم و منیزیم

۳ـ شناختن گاز حاصل از واکنش منیزیم یا کلسیم با هیدروکلریک اسید

مواد موردنیاز: هیدروکلریک اسید غلیظ، نوار منیزیم، کلسیم (از کلسیم تازه استفاده کنید.)

وسایل موردنیاز: جای لولهٔ آزمایش، لولهٔ آزمایش (دو عدد)

روش کار

۱ـ دو لولهٔ آزمایش را تا $\frac{۱}{۴}$ حجم آنها با هیدروکلریک اسید یک مولار پر کنید.

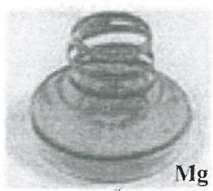
۲ـ تکهٔ کوچکی از فلز کلسیم و نوار منیزیم را هم‌زمان به لوله‌های آزمایش بیفزایید و مشاهدهٔ خود را یادداشت کنید.

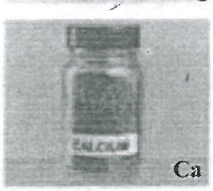
۳ـ تکهٔ کوچک دیگری از نوار منیزیم را در لولهٔ آزمایش اول بیندازید و انگشت خود را روی دهانهٔ لوله قرار دهید. هنگامی که فشار گاز را احساس کردید، انگشتتان را بردارید و کبریت شعله‌وری را به دهانهٔ لوله نزدیک کنید. مشاهدهٔ خود را یادداشت کنید.

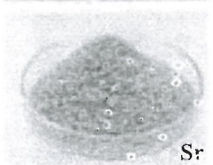
پرسش

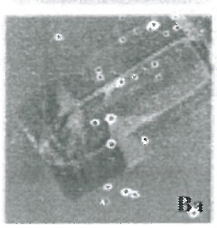
۱ـ واکنش‌پذیری فلز کلسیم بیشتر است یا منیزیم؟ چرا؟

۲ـ روند واکنش‌پذیری فلزهای گروه دوم جدول تناوبی را چگونه ارزیابی می کنید؟









عنصرهای قلیایی خاکی

بیشتر بدانید

کلسیم در تشکیل استخوان نقش مهمی دارد. کمبود نمک‌های کلسیم در رژیم غذایی به ویژه در دورهٔ رشد استخوان‌ها، ممکن است سبب نرمی استخوان و شکنندگی آن شود. شیر یک منبع مهم شناخته شده برای تأمین کلسیم مورد نیاز بدن است. در جدول صفحهٔ بعد میزان نیاز گروه‌های مختلف سنی به کلسیم نشان داده شده است.

یکی از بیماری‌هایی که بر اثر کمبود کلسیم در بدن بویژه در افراد سالخورده بروز می‌کند، بیماری پوکی استخوان است. در این بیماری که بیشتر در افراد بالای پنجاه سال دیده می‌شود، استخوان‌های بدن جرم خود را از دست داده، شکننده می‌شوند.

امروزه پژوهشگران رشتهٔ پزشکی بر این باورند که برای جلوگیری از بروز این بیماری، کودکان، نوجوانان و افراد جوان باید روزانه به مقدار مورد نیاز کلسیم مصرف کنند تا در سنین بالا دچار بیماری

فراوان‌ترین فلز قلیایی خاکی، کلسیم است. ترکیب‌های کلسیم‌داری مانند سنگ آهک و سنگ مرمر به فراوانی در پوستهٔ زمین یافت می‌شوند.

پوکی استخوان نشوند. با این کار استخوان‌های آنها در سنین اولیهٔ زندگی محکم‌تر و قوی‌تر می‌شود و احتمال پوکی آنها در سنین بالاتر کاهش می‌یابد.

گروه سنی		مقدار بهینهٔ نیاز روزانه به کلسیم* mg
کودکان		۸۰۰
نوجوانان و جوانان		۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰
مردان	۲۵-۵۰	۸۰۰
	۵۱-۶۵	۱۰۰۰
	بالاتر از ۶۵	۱۵۰۰
زنان	۲۵-۵۰	۱۰۰۰
	۵۱-۶۵	۱۵۰۰
	زنان باردار	۱۹۰۰

* مقدار کلسیم لازم برای ساختن و حفظ جرم استخوان‌ها و جلوگیری از بروز بیماری

اصولاً نیاز به کلسیم در سنین ۹ تا ۱۸ سالگی (یعنی هنگامی که بدن انسان تقریباً ۲۷ درصد از جرم استخوان‌های خود را می‌سازد) بیشتر از بقیهٔ مراحل زندگی است.

گروه‌های سوم تا دوازدهم ـ عنصرهای واسطه (d)

این عنصرها مانند گروه‌های اول و دوم جدول تناوبی همگی فلز هستند، اما واکنش‌پذیری شیمیایی آنها کمتر است. به‌جز جیوه، این فلزها از فلزهای گروه‌های اول و دوم سخت‌تر، چگال‌تر و دیرذوب‌تر هستند. بی‌نظمی‌های متعددی نیز در آرایش الکترونی عنصرهای واسطه به چشم می‌خورد. در لایهٔ ظرفیت عنصرهای گروه‌های ۳ تا ۱۲ برخلاف عنصرهای گروه‌های اول و دوم جدول تناوبی تعداد الکترون‌ها متغیر هستند. همچنین بسیاری از آنها دو الکترون و برخی دیگر یک الکترون در اوربیتال s لایهٔ ظرفیت خود دارند.

می‌دانید که در عنصرهای واسطه اوربیتال‌های زیر لایهٔ d در حال پرشدن هستند از این‌رو به آنها عنصرهای دستهٔ d نیز گفته می‌شود. با مراجعه به جدول تناوبی عنصرها، شکل ۲، ملاحظه می‌شود که دو دستهٔ دیگر از عنصرها که **عنصرهای واسطهٔ داخلی** نامیده می‌شوند، در زیر جدول جای داده‌شده‌اند. این دو دسته از عنصرها به ترتیب **لانتانیدها** و **اکتینیدها** نامیده می‌شوند. لانتانیدها عنصرهای ۵۷ تا ۷۰ جدول تناوبی را تشکیل می‌دهند. نام این دسته از عنصرها از فلز لانتان ($_{57}La$) گرفته شده است. لانتانیدها فلزهایی براق هستند و واکنش‌پذیری شیمیایی قابل توجهی دارند.

عنصرهای ۸۹ تا ۱۰۲ دستهٔ اکتینیدها را تشکیل می‌دهند. نام این دسته نیز از

هستهٔ پایدارترین شکل عنصر اورانیم تا نزدیک به ۴/۵ میلیارد سال پایدار است. امّا، عمر هستهٔ بقیه اکتینیدها (بجز توریم) به اندازه‌ای کوتاه است که هر مقدار از آن که در زمان پیدایش زمین تشکیل شده است، باید تاکنون متلاشی شده باشند.

عنصر ۸۹ اکتینیم ($_{89}Ac$) گرفته شده است. در این عنصرها ساختار هسته نسبت به آرایش الکترونی از اهمیت کاربردی بیشتری برخوردار است. همهٔ اکتینیدها هستهٔ ناپایداری دارند، به این علت از جمله عنصرهای پرتوزا به‌شمار می‌آیند. شاید مشهورترین اکتینید، اورانیم باشد که از فروپاشی هستهٔ آن انرژی لازم برای تولید برق در نیروگاه‌ها، زیردریایی‌ها و ناوهای هواپیمابر فراهم می‌شود.

عنصرهای گروه‌های سیزدهم تا هیجدهم (p)

عنصرهای این گروه‌ها را به عنوان عنصرهای دستهٔ p جدول می‌شناسیم، زیرا در آنها اوربیتال‌های p درحال پر شدن هستند. در شکل ۲ موقعیت عنصرهای یاد شده را در جدول تناوبی عنصرها مشاهده می‌کنید. این عنصرها برخی فلزها، نافلزها و شبه فلزها را شامل می‌شود. احتمالاً با برخی از این عنصرها از جمله کربن، نیتروژن، اکسیژن، آلومینیم، قلع و سرب آشنا هستید. دو عنصر سیلیسیم از گروه ۱۴ و اکسیژن از گروه ۱۶ جزو فراوان‌ترین عنصرهای موجود در پوستهٔ زمین هستند. از میان گروه‌های ۱۳ تا ۱۸ گروه هالوژن‌ها و گروه گازهای نجیب نام‌های اختصاصی دارند. گروه هالوژن‌ها عنصرهای گروه ۱۷ و گازهای نجیب عنصرهای گروه ۱۸ را تشکیل می‌دهند.

هالوژن‌ها به آسانی با فلزها، به‌ویژه فلزهای قلیایی، واکنش می‌دهند و نمک‌ها را می‌سازند. هالوژن در زبان لاتین به معنی **نمک‌ساز** است. می‌دانید که نمک خوراکی از یک هالوژن به نام کلر و یک فلز قلیایی به نام سدیم تشکیل می‌شود.

$$2Na(s) + Cl_2(g) \longrightarrow 2NaCl(s)$$

از نظر شیمیایی هالوژن‌ها واکنش‌پذیرترین نافلزها هستند و در بیرونی‌ترین لایهٔ الکترونی، تنها یک الکترون کمتر از اتم گاز نجیب پس از خود دارند. از این‌رو هنگامی که هالوژن‌ها در یک واکنش شیمیایی شرکت می‌کنند تمایل دارند الکترون مورد نیاز خود را برای رسیدن به آرایش الکترونی گاز نجیب پس از خود، دریافت کنند و تا حدودی به پایداری می‌رسند.

عنصرهای گروه ۱۸ یا گازهای نجیب در گذشته به گازهای بی‌اثر معروف بودند. این عنصرها را از آن جهت بی‌اثر می‌نامیدند که تا مدت‌ها تصور می‌شد در هیچ واکنش شیمیایی شرکت نمی‌کنند. در واقع تاکنون هیچ ترکیب شیمیایی پایداری از عنصرهای هلیم، نئون و آرگون شناخته نشده است. عنصرهای دیگر این گروه کریپتون، زنون و رادون نام دارند. این گازها واکنش‌پذیری بسیار کمی دارند و در سال‌های اخیر چند ترکیب شیمیایی از آنها ساخته شده است.

$ns^2 np^5$

F فلوئور ۹
Cl کلر ۱۷
Br برم ۳۵
I ید ۵۳
At استاتین ۸۵

هالوژن‌ها

مقایسهٔ فعالیت شیمیایی هالوژن‌ها

هدف‌ها

۱ـ آشنا شدن با برخی از هالوژن‌ها

۲ـ مقایسهٔ روند تغییر واکنش‌پذیری در گروه هالوژن‌ها

وسایل مورد نیاز: ۳ عدد بشر، ۹ عدد لولهٔ آزمایش، جای لولهٔ آزمایش، ۲ عدد بالون حجمی ۵۰mL

مواد مورد نیاز: پتاسیم کلرید، پتاسیم یدات، پتاسیم برمات، پتاسیم برمید، پتاسیم یدید، مایع سفید کننده ،محلول غلیظ هیدروکلریک اسید

روش کار

۱ـ ۰/۷۵ گرم KCl (پتاسیم کلرید) را به کمک ترازو توزین کرده، در آب حل کنید و سپس محلول حاصل را در یک بالون حجمی ۵۰ میلی‌لیتری بریزید و به کمک آب مقطر به حجم برسانید.

۲ـ ۱/۲ گرم KBr (پتاسیم برمید) را به کمک ترازو توزین کرده، در آب حل کنید و این محلول را مطابق بند ۱ روش کار در یک بالون ۵۰ میلی‌لیتری به حجم برسانید.

۳ـ ۱/۷ گرم KI (پتاسیم یدید) را به کمک ترازو توزین کرده، در آب حل کنید و این محلول را مطابق بند ۱ روش کار در یک بالون ۵۰ میلی‌لیتری به حجم برسانید.

۴ـ ۱۰ میلی‌لیتر مایع سفیدکنندهٔ تجاری را در یک بشر بریزید و به آن ۷/۵ میلی‌لیتر محلول غلیظ هیدروکلریک اسید (این اسید توسط مربی آزمایشگاه در اختیار شما قرار می‌گیرد) اضافه کنید تا آب کلر به‌دست آید.

۵ـ ۱۵ میلی‌لیتر از محلول KBr (پتاسیم برمید) را در یک بشر بریزید، سپس به کمک ترازو ۰/۰۱ گرم $KBrO_3$ (پتاسیم برمات) را توزین کرده، به بشر اضافه کنید. سپس ۲/۵ میلی‌لیتر محلول غلیظ هیدروکلریک اسید به آن بیفزایید تا آب برم حاصل شود.

۶ـ ۱۵ میلی‌لیتر آب را در یک بشر بریزید و به آن مقدار کمی KIO_3 (پتاسیم یدات) اضافه کنید. سپس ۲ قطره محلول KI (پتاسیم یدید) و ۲/۵ میلی‌لیتر محلول غلیظ هیدروکلریک اسید به آن بیفزایید تا آب ید به‌دست بیاید.

۷ـ ۹ عدد لولهٔ آزمایش را به سه دستهٔ سه‌تایی تقسیم کنید و در هر دسته به ترتیب ۱ میلی‌لیتر محلول پتاسیم کلرید، پتاسیم برمید و پتاسیم یدید بریزید.

۸ـ به سه لولهٔ آزمایش محتوی پتاسیم کلرید، به‌ترتیب ۱ میلی‌لیتر آب کلر به لولهٔ اول،

۱ میلی لیتر آب برم به لولهٔ دوم و ۱ میلی لیتر آب ید به لولهٔ سوم اضافه کنید و مشاهده‌های خود را یادداشت کنید.

۹ـ مرحلهٔ ۸ را با سه لولهٔ آزمایش محتوی پتاسیم برمید تکرار کنید و مشاهده‌های خود را یادداشت کنید.

۱۰ـ مرحلهٔ ۸ را با سه لولهٔ آزمایش محتوی پتاسیم یدید تکرار کنید و مشاهده‌های خود را یادداشت کنید.

پرسش

۱ـ در میان این هالوژن‌ها کدام یک بیشترین و کدام یک کمترین واکنش‌پذیری را دارد؟ با آوردن دلیل پاسخ خود را توضیح دهید.

۲ـ آیا بر اثر افزایش محلول پتاسیم یدید به محلول آب برم واکنشی روی می‌دهد؟ چرا؟

گازهای نجیب با آرایش الکترونی ویژهٔ خود شناخته می‌شوند. در این عنصرها (به‌جز هلیم که فقط اوربیتال s دارد) اوربیتال‌های s و p در بیرونی‌ترین لایهٔ الکترونی ـ لایهٔ ظرفیت ـ پر هستند (ns^2np^6). به دلیل واکنش‌پذیری بسیار کم این گازها می‌توان نتیجه گرفت که پایداری آنها نتیجهٔ داشتن چنین آرایشی از الکترون‌هاست. از سوی دیگر، هنگامی که در یک واکنش شیمیایی اتم یک عنصر فلزی یا نافلزی یک یا چند الکترون از دست می‌دهد یا به دست می‌آورد آرایش الکترونی یون حاصل مشابه یک گاز نجیب می‌شود. علی‌رغم واکنش‌پذیری کم گازهای نجیب این عنصرهای تک‌اتمی کاربردهای بسیاری دارند. برای مثال از نئون در تابلوهای روشنایی تبلیغاتی و لیزرهای گازی استفاده می‌شود.

$1s^2$

He هلیم ۲

ns^2np^6

Ne نئون ۱۰
Ar آرگون ۱۸
Kr کریپتون ۳۶
Xe زنون ۵۴
Rn رادون ۸۶

گازهای نجیب

هیدروژن، یک خانوادهٔ تک عضوی

هیدروژن عنصری است که در جدول تناوبی یکّه و تنهاست. این عنصر از آن جهت در یک خانوادهٔ جداگانه قرار می‌گیرد که به لحاظ شیمیایی به عنصرهای دیگر شباهت ندارد. وجود یک الکترون در اطراف هستهٔ این اتم که تنها از یک پروتون تشکیل شده است، سبب می‌شود که این عنصر به آسانی با بیشتر عنصرها از جمله با اکسیژن واکنش دهد. به دلیل واکنش‌پذیری زیاد هیدروژن با عنصرهای گوناگون آن را نمی‌توان به حالت آزاد در طبیعت یافت در صورتی که ترکیب‌های آن به فراوانی یافت می‌شوند. آب فراوان‌ترین ترکیب هیدروژن‌دار است.

آشنایی با برخی روندهای تناوبی

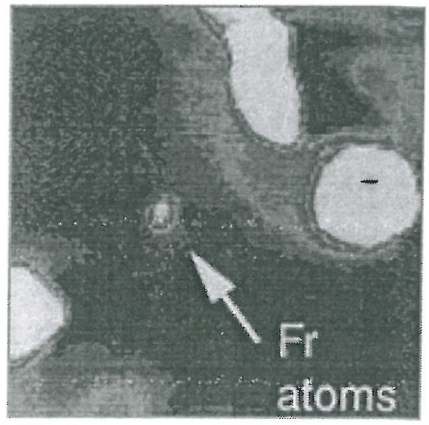
همان‌طوری که می‌دانید عنصرها در جدول تناوبی برحسب افزایش عدد اتمی در کنار یک‌دیگر قرار گرفته‌اند. به این ترتیب می‌توانیم روندهای ویژه‌ای را در میان آنها مشاهده کنیم. برای مثال واکنش فلزهای قلیایی با آب را مورد توجه قرار می‌دهیم. این واکنش به تولید گاز هیدروژن و تشکیل یک محلول قلیایی می‌انجامد. در این گروه واکنش‌پذیری چگونه تغییر می‌کند؟ در هر تناوب که از سمت چپ با یک فلز قلیایی (گروه ۱) شروع می‌شود و در سمت راست به یک هالوژن(گروه ۱۷) می‌رسد، خصلت فلزی به‌تدریج کاهش یافته، بر خصلت نافلزی عنصرها افزوده می‌شود. در انتهای تناوب نیز آخرین عنصر، یک گاز نجیب است.عنصری که یا میل ترکیبی ندارد یا میل ترکیبی آن بسیار اندک است.

بیشتر بدانید

از ۱۱۵ عنصر که تاکنون شناخته شده، ۱۱ عنصر در شرایط معمولی به حالت گاز هستند. از این ۱۱ عنصر،۶عنصر متعلق به گروه ۱۸ جدول تناوبی (گازهای نجیب He،Ne، Ar، Kr، Xe و Rn) هستند و پنج عنصر دیگر عبارت‌اند از هیدروژن(H_2)، نیتروژن(N_2)، اکسیژن (O_2)، فلوئور(F_2) و کلر(Cl_2). شگفت‌آور است که در میان عنصرهای موجود در طبیعت، تنها دو عنصر در دمای اتاق به حالت مایع است: جیوه (Hg) و برم (Br_2).

متأسفانه، ویژگی‌های همهٔ عنصرهای شناخته‌شده معلوم نیست، زیرا مقدار تهیه شده از برخی از آنها به اندازه‌ای ناچیز است که نمی‌توان آن را مورد بررسی قرار داد. برای پیش‌بینی ویژگی‌های این عنصرها باید بر روندهای تناوبی تکیه کرد.

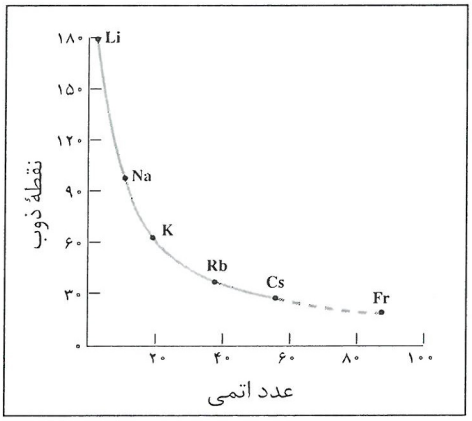
فرانسیم (Fr)، آخرین عضو گروه ۱ جدول تناوبی، را در نظر بگیرید. همهٔ ایزوتوپ‌های فرانسیم پرتوزا هستند. پایدارترین ایزوتوپ این عنصر، فرانسیم ـ ۲۲۲ با نیم‌عمر ۲۱ دقیقه است.(نیم‌عمر یک مادهٔ پرتوزا، مدت زمان لازم برای فروپاشی و از بین‌رفتن نصف آن ماده است.) این نیم‌عمر کوتاه بیان‌گر آن است که تنها مقادیر بسیار کمی از فرانسیم می‌تواند در طبیعت وجود داشته باشد. همچنین، اگر چه ساخت فرانسیم در آزمایشگاه امکان‌پذیر است، اما تهیه و جداسازی مقداری از آن که قابل وزن‌کردن باشد، ممکن نیست. از این رو، اطلاعات موجود دربارهٔ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی فرانسیم بسیار



تصویری از اتم‌های فرانسیم ـ ۲۱۰ که از بمباران طلا به وسیلهٔ اکسیژن به وجود آمده‌اند. قطر نقطهٔ مرکزی 1mm و شامل حدود ۱۰،۰۰۰ اتم است. نور زرد رنگ از اتم‌های فرانسیمی ساطع می‌شود که به‌وسیلهٔ پرتوی لیزر برانگیخته شده‌اند.

اندک است. با وجود این، به کمک روندهای تناوبی در یک گروه می‌توان برخی از این ویژگی‌ها را پیش‌بینی کرد.

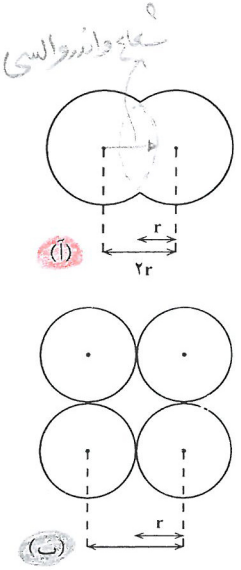
نقطهٔ ذوب فرانسیم را به‌عنوان نمونه در نظر بگیرید. نمودار روبه‌رو نشان می‌دهد که نقطهٔ ذوب فلزهای قلیایی با افزایش عدد اتمی، کاهش می‌یابد. براساس این نمودار، نقطهٔ ذوب فرانسیم حدود $23^{\circ}C$ پیش‌بینی می‌شود. بنابراین، این عنصر در شرایط معمولی مایع است.



نمودار نقطهٔ ذوب فلزهای قلیایی برحسب عدد اتمی آنها. اگر این نمودار را برون‌یابی کنیم، نقطهٔ ذوب فرانسیم $23^{\circ}C$ به‌دست می‌آید.

روند تغییر شعاع اتمی در جدول تناوبی عنصرها

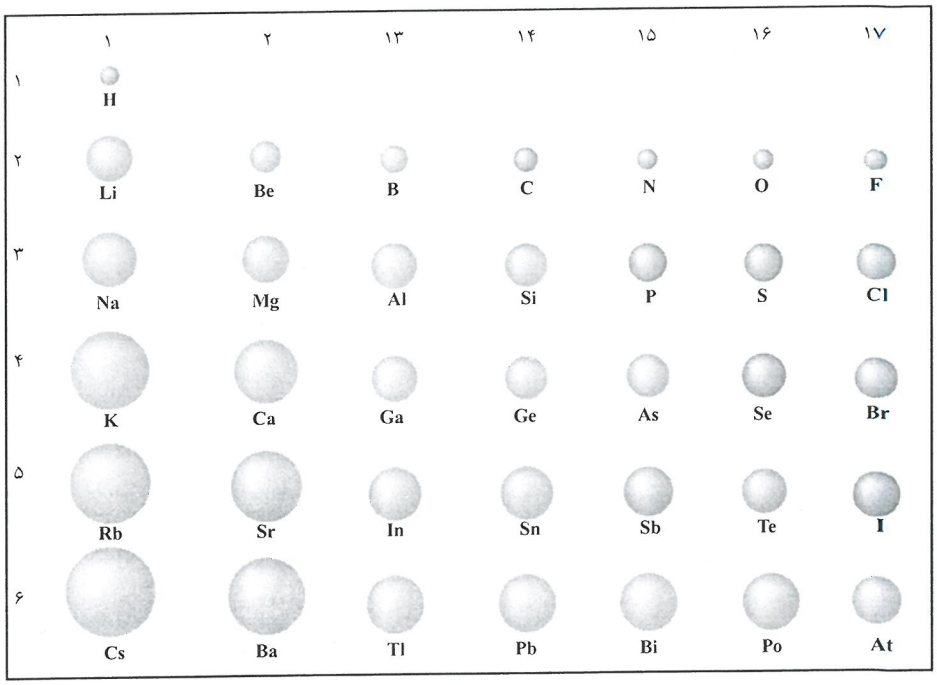
چنان که در بخش نخست کتاب نیز اشاره شد بیشتر فضای اتم خالی است. در واقع الکترون‌ها در محدوده‌هایی حرکت می‌کنند که شبیه به ابر به‌نظر می‌رسند. با این تشبیه می‌توان تصور کرد که تا چه اندازه، اندازه‌گیری ابعاد اتم‌ها دشوار است، زیرا مرزهای یک تودهٔ ابر مانند، نامشخص و متغیر است. اندازهٔ یک اتم به‌وسیلهٔ شعاع آن تعیین می‌شود. بنا بر تعریف به نصف فاصلهٔ میان هستهٔ دو اتم مشابه در یک مولکول دو اتمی **شعاع اتمی** گفته می‌شود. بر اساس این تعریف تعیین شعاع برخی از اتم‌ها در شکل ۶ نشان داده شده است. در روش دیگری برای تعیین شعاع اتم‌ها از اندازه‌گیری فاصلهٔ بین اتمی در بلور یک عنصر استفاده می‌شود. به دلیل همین تنوع در روش‌های تعیین شعاع‌های اتمی جدول‌های مربوط به این مقادیر معمولاً با یک دیگر اندکی تفاوت دارند. توجه داشته باشید که در شکل ۶ اتم‌ها به صورت گوی‌های ساده‌ای تصور شده‌اند.



شکل ۶ روش‌های تعیین شعاع اتمی
آ) در یک مولکول دواتمی. در این جا به r شعاع کووالانسی می‌گویند.
ب) در بلور یک عنصر. در این جا به r شعاع ون‌دروالسی می‌گویند.
با توجه به شکل، برای یک عنصر کدام شعاع بزرگ‌تر است؟ شعاع کووالانسی یا شعاع ون‌دروالسی؟

آیا تغییر شعاع اتمی عنصرها از یک روند تناوبی برخوردار است؟ در شکل ۷ شعاع اتمی عنصرهای گروه‌های اصلی آمده است. به نظر شما شعاع اتمی عنصرها در هر گروه از جدول تناوبی چگونه تغییر می‌کند؟ اگر به آرایش الکترونی عنصرهای جدول توجه کنیم متوجه می‌شویم که با حرکت از بالا به پایین در یک گروه جدول به ازای هر تناوب یک لایهٔ الکترونی جدید به تعداد لایه‌های الکترونی عنصرها افزوده می‌شود. بنابراین، شعاع اتمی به دو دلیل در یک گروه از عنصرها افزایش می‌یابد:

آ) با زیادشدن تعداد لایه‌های الکترونی، شعاع اتمی نیز افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر، الکترون‌ها در فاصله‌های دورتری نسبت به هسته قرار می‌گیرند.



شکل ۷ روند تغییر شعاع اتمی عنصرها در هر گروه و تناوب

ب) در یک گروه از بالا به پایین با افزایش عدد اتمی بار مثبت هسته افزایش می‌یابد، اما هم‌زمان نیز تعداد الکترون‌ها در اوربیتال‌های لایه یا لایه‌های موجود میان هسته و لایهٔ الکترونی بیرونی (ظرفیت) اتم، افزایش می‌یابد. وجود الکترون‌ها در اوربیتال‌های درونی و دافعهٔ آنها با الکترون‌های لایهٔ ظرفیت، از تأثیر نیروی جاذبهٔ هسته بر الکترون‌های موجود در لایهٔ الکترونی بیرونی می کاهند و هم‌زمان با افزایش فاصلهٔ الکترون‌های بیرونی از هسته افزایش شعاع اتمی را سبب می‌شود. به این پدیده **اثر پوششی الکترون‌های درونی** گفته می‌شود. این اثر پوششی سبب می‌شود که هسته بر الکترون‌های لایهٔ بیرونی نیروی جاذبهٔ کمتری اعمال کند. از این‌رو، این الکترون‌ها تحرک بیشتری نسبت به الکترون‌های درونی دارند و به این دلیل می‌توانند در فواصل دورتری از هسته حضور یابند.

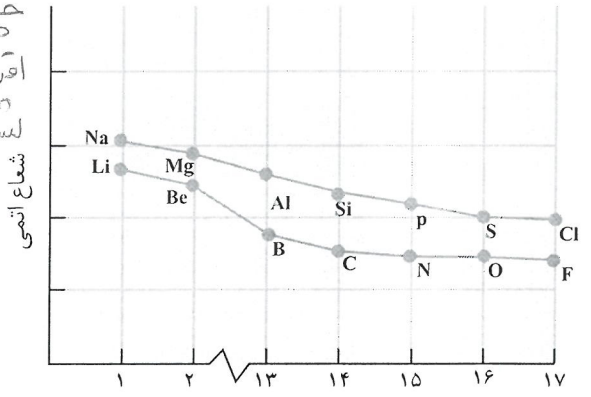
فکر کنید

۱ـ به بار مثبتی که یک الکترون در فاصلهٔ معینی از هسته احساس می کند **بار مؤثر هسته** برای آن الکترون می گویند.

آ) بار مؤثر هسته برای کدام الکترون‌ها کمتر است؟ لایه‌های درونی یا لایهٔ ظرفیت؟

ب) بار مؤثر هستهٔ اتم هر عنصر در هر تناوب چگونه تغییر می کند؟ چرا؟

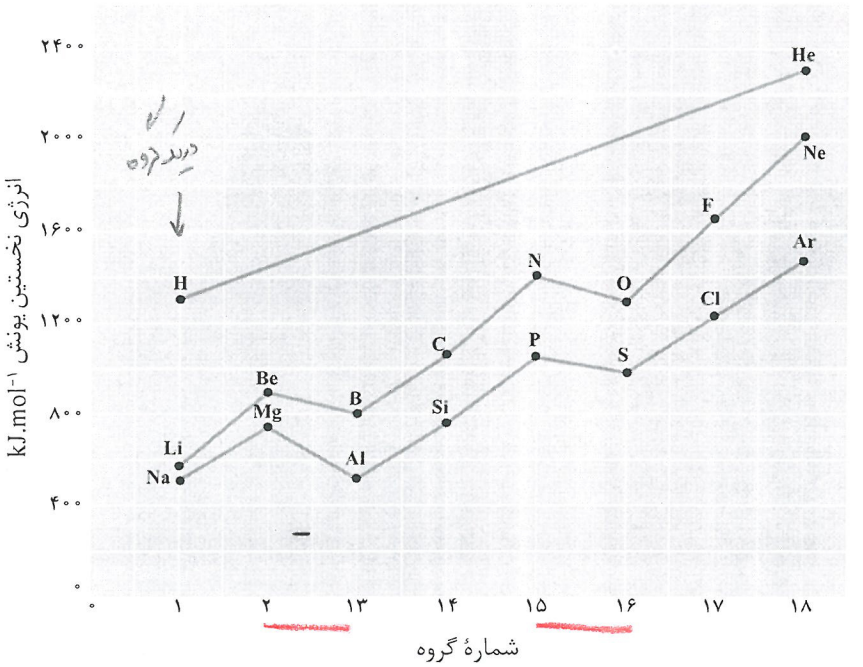
۲ـ چنان‌که در نمودار زیر مشاهده می‌شود، شعاع اتمی عنصرها در یک تناوب از چپ به راست کم می‌شود. این مشاهده را چگونه توجیه می کنید؟



روند تناوبی تغییر انرژی یونش عنصرها

شکل ۸ نمودار تغییرات انرژی نخستین یونش عنصرهای گروه‌های اصلی (دستهٔ s و p) در تناوب‌های اول تا سوم را نشان می‌دهد.

به‌طوری که در شکل ۸ ملاحظه می‌شود در یک **گروه** از بالا به پایین با افزایش اندازهٔ اتم انرژی نخستین یونش کم می‌شود، زیرا الکترون موجود در بیرونی‌ترین لایهٔ الکترونی اتم



شکل ۸ تغییر انرژی نخستین یونش عنصرهای گروه‌های اصلی در برابر شمارهٔ گروه آنها

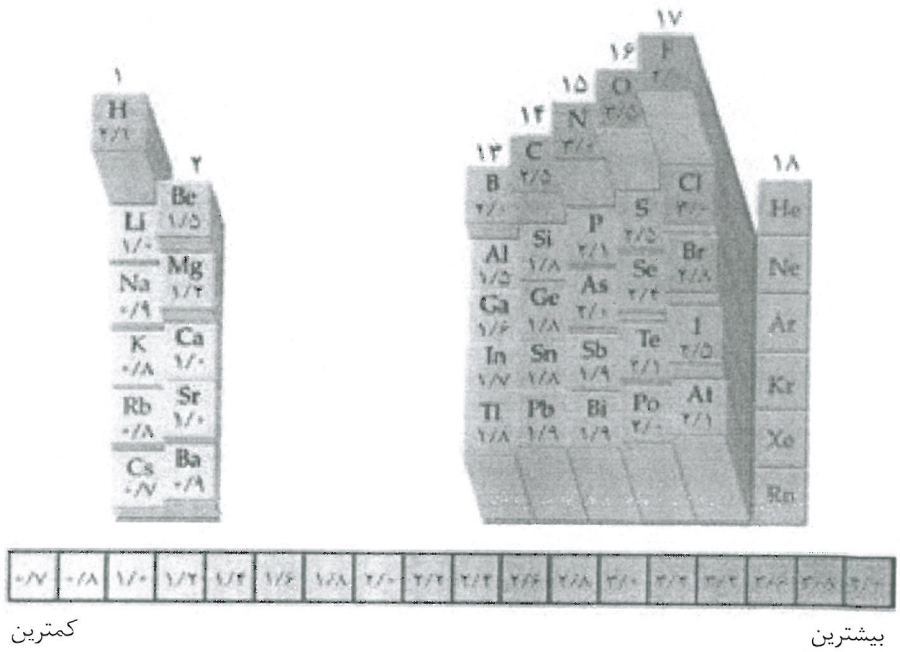
در فاصلهٔ دورتری از هسته قرار گرفته است و بنابراین جداشدن آن از اتم، به صرف انرژی کمتری نیاز دارد. اما، در طول یک **دوره** از جدول تناوبی انرژی یونش به‌طور کلی از چپ به راست افزایش می‌یابد، زیرا در این جهت بار مؤثر هستهٔ اتم‌ها رو به افزایش است و به این‌ترتیب اندازهٔ اتم‌ها به تدریج کوچک‌تر می‌شود. در این شرایط جدا شدن الکترون از اتم به صرف انرژی بیشتری نیاز خواهد داشت.

فکر کنید

آیا میان شعاع اتمی عنصرها و انرژی نخستین یونش آنها رابطه‌ای وجود دارد؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

روند تناوبی تغییر الکترونگاتیوی عنصرها

الکترونگاتیوی یک اتم میزان تمایل نسبی آن اتم برای کشیدن الکترون‌های یک پیوند به سمت هسته خود است. الکترونگاتیوی با یک مقیاس نسبی سنجیده می‌شود. در این مقیاس برای اجتناب از درج اعداد منفی، به اتم فلوئور به عنوان الکترونگاتیوترین عنصر، الکترونگاتیوی ۴/۰ نسبت داده شده است و مقادیر الکترونگاتیوی برای عنصرهای دیگر نسبت به این مقدار محاسبه می‌شود. در شکل ۹ الکترونگاتیوی برخی از عنصرهای جدول تناوبی ملاحظه می‌شود. در این بررسی‌ها گازهای نجیب را در نظر نمی‌گیریم، زیرا این عنصرها ترکیب‌های شیمیایی زیادی تشکیل نمی‌دهند.



شکل ۹ الکترونگاتیوی عنصرهای اصلی جدول تناوبی

چنان‌که در شکل ۹ مشاهده می‌شود الکترونگاتیوی عنصرها با یک روند تناوبی تغییر می‌کند. به‌طور کلی مقادیر الکترونگاتیوی در یک **گروه** از عنصرها از بالا به پایین کاهش و در یک **دوره** از جدول تناوبی از چپ به راست افزایش می‌یابد. بنابراین کمترین مقدار الکترونگاتیوی را می‌توان به سزیم در پایین و سمت چپ جدول و بیشترین مقدار الکترونگاتیوی (با چشم‌پوشی از گازهای نجیب) را به اتم فلوئور در بالا و سمت راست جدول نسبت داد.

فکر کنید

۱ـ نموداری مشابه شکل ۸ از تغییر الکترونگاتیوی برحسب شمارهٔ گروه‌ها تهیه کنید. چه شباهتی میان روند تغییر انرژی نخستین یونش و الکترونگاتیوی عنصرها وجود دارد؟

۲ـ به شکل ۹ نگاه کنید. آیا ارتباطی میان مقدار الکترونگاتیوی عنصرها و خصلت فلزی و نافلزی آنها مشاهده می‌شود؟ توضیح دهید.