

بخش ۲

خواص تناوبی عنصرها

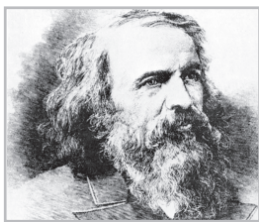
1 H hydrogen 1							2 He helium 4
3 Li lithium 7	4 Be beryllium 9	5 B boron 11	6 C carbon 12	7 N nitrogen 14	8 O oxygen 16	9 F fluorine 19	10 Ne neon 20
11 Na sodium 23	12 Mg magnesium 24	13 Al aluminum 27	14 Si silicon 28	15 P phosphorus 31	16 S sulfur 32	17 Cl chlorine 35.5	18 Ar argon 40
19 K potassium 39							

چگونه می‌توان دو عضو یک خانواده را بدون داشتن آگاهی از رابطه‌ی 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 به وجود وابستگی خانوادگی میان آن‌ها راهنمایی کند. در واقع در این مثال وجود برخی از ویژگی‌های ظاهری و رفتاری مشترک می‌تواند وابستگی افراد را به یک دیگر آشکار سازد. این مثال در مورد عنصرها نیز درست است، یعنی عنصرهایی که اعضای یک خانواده از جدول تناوبی عنصرها به شمار می‌آیند ویژگی‌های مشترکی دارند. برای درک بهتر این موضوع بجاست به طور خلاصه تاریخچه‌ی دسته‌بندی عنصرها را با هم مرور کنیم.

سرگذشت جدول تناوبی عناصر

خواص عناصر تغییرات گسترده‌ای را نشان می‌دهند. این تغییرات به طور تصادفی و بی‌نظم نیستند بلکه خواص عناصر با نظم و ترتیب خاصی تغییر می‌کند. از این رو می‌توان عناصر را در چند خانواده گروه‌بندی کرد به طوری که در هر خانواده خواص عناصری موجود مشابه یک دیگر باشد و تنها تغییر مختصری در خواص آن‌ها روی دهد.

اگرچه تا پیش از سال ۱۸۷۱ شماری از شیمی‌دان‌ها دسته‌بندی‌های ویژه‌ای را برای عناصر پیشنهاد کرده بودند، اما گستردگی خصلت تناوبی در بین عناصر در این سال شناخته شد. برای نخستین بار یک معلم شیمی اهل روسیه به نام دمیتری ایوانوویچ مندلیف در این سال به وجود خصلت تناوبی در میان عناصر پی برد.



دمیتری ایوانوویچ مندلیف
(۱۸۳۴-۱۹۰۷)

تحقیق کنید

در یک فعالیت گروهی تحقیق کنید که پیش از مندلیف چه کسانی برای دسته‌بندی عناصر تلاش کرده‌اند. نتیجه‌ی کار گروه خود را به صورت یک روزنامه‌ی دیواری به کلاس ارائه دهید.

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

TABELLE II

REIHEN	GRUPPE I. — R ² O	GRUPPE II. — RO	GRUPPE III. — R ² O ³	GRUPPE IV. RH ⁴ RO ²	GRUPPE V. RH ³ R ² O ⁵	GRUPPE VI. RH ² RO ³	GRUPPE VII. RH R ² O 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	I=127	
8	Cs=133	Ba=137	Yb=138	Pb=140	—	—	—	
9	(—)	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	Er=178	Tl=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 نخستین بار توسط مندلیف برای دسته‌بندی عناصر 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 برخی از این عنصرها و خواص آن‌ها را مشاهده می‌کنید. جالب است که پس از یافتن این عنصرها خواص پیش‌بینی شده با خواصی که برای آن‌ها مشاهده شد، مطابقت داشت.

جدول ۱ مقایسه‌ی خواص مشاهده‌شده‌ی برخی عنصرها با خواص پیش‌بینی شده توسط مندلیف پیش از کشف آن‌ها

مشاهده شده	پیش‌بینی شده	خواص	نام عنصر سال کشف	عنصرهای پیش‌بینی شده
۵/۹۶ g/mL ۳°C Ga ₂ O ₃	۶/۰ g/mL کم Ea ₂ O ₃	چگالی نقطه‌ی ذوب فرمول اکسید	گالیم ۱۸۷۵	اکا* آلومینیم
۳/۸۶ g/mL Sc ₂ O ₃ در اسید حل می‌شود	۳/۵ g/mL Eb ₂ O ₃ در اسید حل می‌شود	چگالی فرمول اکسید انحلال‌پذیری اکسید	اسکاندیم ۱۸۷۹	اکابور
۵/۴۷ g/mL ۹۰°C سفید مایل به خاکستری GeO ₂ ۴/۷۰ g/mL GeCl ₄	۵/۵ g/mL زیاد خاکستری تیره EsO ₂ ۴/۷ g/mL EsCl ₄	چگالی نقطه‌ی ذوب رنگ فرمول اکسید چگالی اکسید فرمول نمک کلردار آن	ژرمانیم ۱۸۸۶	اکاسیلیسیم

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

یکی از موارد بی‌نظمی 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 مجبور بود در مواردی برای در یک ستون قراردادن عنصرهایی با خواص مشابه، ترتیب قرارگرفتن عنصرها را برحسب افزایش جرم نادیده بگیرد. به‌عنوان مثال، در جدول پیشنهادی او نیکل بعد از کبالت و نیز ید بعد از تلور آمده است در صورتی که جرم اتمی نیکل و ید به ترتیب 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 بعد، یک دانشمند انگلیسی به نام هنری موزلی کشف کرد که بار مثبت هسته یا عدد اتمی اتم هر عنصر منحصر به فرد است و اتم عنصرهای مختلف عدد اتمی متفاوتی دارد. هنگامی که موزلی عنصرها را برحسب افزایش عدد اتمی آن‌ها مرتب کرد، بی‌نظمی‌های موجود در جدول مندلیف، که در نتیجه‌ی مرتب کردن عنصرها برحسب افزایش جرم اتمی پیش آمده بود به‌آسانی قابل توجیه بود. 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 شیمی دان‌ها 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 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 مشابهند که آرایش الکترونی آن‌ها به یک‌دیگر شبیه است. با دقت به جدول ۲ به شباهت‌های موجود در آرایش‌های الکترونی عنصرهای هم‌گروه در دو دوره‌ی جدول تناوبی پی می‌برید.

جدول ۲ آرایش الکترونی برخی از عنصرهای تناوب‌های دوم و سوم

تناوب ۲	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
تعداد الکترون‌ها در هر لایه	۲,۱	۲,۲	۲,۳	۲,۴	۲,۵	۲,۶	۲,۷	۲,۸
آرایش الکترونی	$1s^2 2s^1$	$1s^2 2s^2$	$1s^2 2s^2 2p^1$	$1s^2 2s^2 2p^2$	$1s^2 2s^2 2p^3$	$1s^2 2s^2 2p^4$	$1s^2 2s^2 2p^5$	$1s^2 2s^2 2p^6$
تناوب ۳	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
تعداد الکترون‌ها در هر لایه	۲,۸,۱	۲,۸,۲	۲,۸,۳	۲,۸,۴	۲,۸,۵	۲,۸,۶	۲,۸,۷	۲,۸,۸
آرایش الکترونی	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

۱	۱/IA H هیدروژن ۱	۲/IIA Li لیتیم ۳	۳/IIIA Be بریلیم ۴	۴/IVB B بور ۵	۵/VB C کربن ۶	۶/VI N نیتروژن ۷	۷/VIIA O اکسیژن ۸	۸/VIIIA F فلور ۹	۹/VIIIA Ne نون ۱۰
۲	۱/IA H هیدروژن ۱	۲/IIA Li لیتیم ۳	۳/IIIA Be بریلیم ۴	۴/IVB B بور ۵	۵/VB C کربن ۶	۶/VI N نیتروژن ۷	۷/VIIA O اکسیژن ۸	۸/VIIIA F فلور ۹	۹/VIIIA Ne نون ۱۰
۳	۱/IA H هیدروژن ۱	۲/IIA Li لیتیم ۳	۳/IIIA Be بریلیم ۴	۴/IVB B بور ۵	۵/VB C کربن ۶	۶/VI N نیتروژن ۷	۷/VIIA O اکسیژن ۸	۸/VIIIA F فلور ۹	۹/VIIIA Ne نون ۱۰
۴	۱/IA H هیدروژن ۱	۲/IIA Li لیتیم ۳	۳/IIIA Be بریلیم ۴	۴/IVB B بور ۵	۵/VB C کربن ۶	۶/VI N نیتروژن ۷	۷/VIIA O اکسیژن ۸	۸/VIIIA F فلور ۹	۹/VIIIA Ne نون ۱۰
۵	۱/IA H هیدروژن ۱	۲/IIA Li لیتیم ۳	۳/IIIA Be بریلیم ۴	۴/IVB B بور ۵	۵/VB C کربن ۶	۶/VI N نیتروژن ۷	۷/VIIA O اکسیژن ۸	۸/VIIIA F فلور ۹	۹/VIIIA Ne نون ۱۰
۶	۱/IA H هیدروژن ۱	۲/IIA Li لیتیم ۳	۳/IIIA Be بریلیم ۴	۴/IVB B بور ۵	۵/VB C کربن ۶	۶/VI N نیتروژن ۷	۷/VIIA O اکسیژن ۸	۸/VIIIA F فلور ۹	۹/VIIIA Ne نون ۱۰
۷	۱/IA H هیدروژن ۱	۲/IIA Li لیتیم ۳	۳/IIIA Be بریلیم ۴	۴/IVB B بور ۵	۵/VB C کربن ۶	۶/VI N نیتروژن ۷	۷/VIIA O اکسیژن ۸	۸/VIIIA F فلور ۹	۹/VIIIA Ne نون ۱۰

۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
۱۱ Na سدیم	۱۲ Mg منیزیم	۱۳ Al آلومینیم	۱۴ Si سیلیسیم	۱۵ P فسفر	۱۶ S کبریت	۱۷ Cl کلر	۱۸ Ar آرگون
۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶
۱۹ K پتاسیم	۲۰ Ca کلسیم	۲۱ Sc اسکاندیم	۲۲ Ti تیتانیوم	۲۳ V وانادیم	۲۴ Cr کروم	۲۵ Mn منگنز	۲۶ Fe آهن
۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴
۲۷ Rb روبیوم	۲۸ Sr استرانسیم	۲۹ Y ایتیم	۳۰ Zr زیرکونیم	۳۱ Nb نیوبیم	۳۲ Mo مولیبدن	۳۳ Tc تکنسیم	۳۴ Ru روتنیم
۳۷	۳۸	۳۹	۴۰	۴۱	۴۲	۴۳	۴۴
۳۷ Cs سزیم	۳۸ Ba باریم	۳۹ La لاانتان	۴۰ Hf هافنیم	۴۱ Ta تانتال	۴۲ W تنگستن	۴۳ Re رنتیم	۴۴ Os اوسمیم
۵۵	۵۶	۵۷	۵۸	۵۹	۶۰	۶۱	۶۲
۵۵ Fr فرانسیم	۵۶ Ra رادیم	۵۷ Ac اکتینیم	۵۸ Rf رادرفوردم	۵۹ Db دانبیم	۶۰ Sg سینورگیم	۶۱ Bh بوریم	۶۲ Hs هاسیم
۸۷	۸۸	۸۹	۹۰	۹۱	۹۲	۹۳	۹۴
۸۷ Fr فرانسیم	۸۸ Ra رادیم	۸۹ Ac اکتینیم	۹۰ Th توریم	۹۱ Pa پروتکتینیم	۹۲ U اورانیم	۹۳ Np نپتونیم	۹۴ Pu پلوتونیم
۹۵	۹۶	۹۷	۹۸	۹۹	۱۰۰	۱۰۱	۱۰۲
۹۵ Am امرسیم	۹۶ Cm کوریوم	۹۷ Bk برکلیم	۹۸ Cf کالیفرنیم	۹۹ Es اشتنم	۱۰۰ Fm فرمیوم	۱۰۱ Md مندیلیفیم	۱۰۲ No نوبلیوم
۱۰۱	۱۰۲	۱۰۳	۱۰۴	۱۰۵	۱۰۶	۱۰۷	۱۰۸
۱۰۱ La لانتانیم	۱۰۲ Ce سرم	۱۰۳ Pr پرازئودیمیم	۱۰۴ Nd نئودیمیم	۱۰۵ Pm پرومتیم	۱۰۶ Sm ساماریوم	۱۰۷ Eu یوربیم	۱۰۸ Gd گادولینیم
۱۱۳	۱۱۴	۱۱۵	۱۱۶	۱۱۷	۱۱۸	۱۱۹	۱۲۰
۱۱۳ Tl تالیوم	۱۱۴ Pb سرب	۱۱۵ Bi بیسموت	۱۱۶ Po پلوتیم	۱۱۷ At استانتین	۱۱۸ Rn رادون	۱۱۹ Fr فرانسیم	۱۲۰ Ra رادیم
۱۲۱	۱۲۲	۱۲۳	۱۲۴	۱۲۵	۱۲۶	۱۲۷	۱۲۸
۱۲۱ Ac اکتینیم	۱۲۲ Th توریم	۱۲۳ Pa پروتکتینیم	۱۲۴ U اورانیم	۱۲۵ Np نپتونیم	۱۲۶ Pu پلوتونیم	۱۲۷ Am امرسیم	۱۲۸ Cm کوریوم
۱۳۳	۱۳۴	۱۳۵	۱۳۶	۱۳۷	۱۳۸	۱۳۹	۱۴۰
۱۳۳ La لانتانیم	۱۳۴ Ce سرم	۱۳۵ Pr پرازئودیمیم	۱۳۶ Nd نئودیمیم	۱۳۷ Pm پرومتیم	۱۳۸ Sm ساماریوم	۱۳۹ Eu یوربیم	۱۴۰ Gd گادولینیم
۱۴۱	۱۴۲	۱۴۳	۱۴۴	۱۴۵	۱۴۶	۱۴۷	۱۴۸
۱۴۱ Tl تالیوم	۱۴۲ Pb سرب	۱۴۳ Bi بیسموت	۱۴۴ Po پلوتیم	۱۴۵ At استانتین	۱۴۶ Rn رادون	۱۴۷ Fr فرانسیم	۱۴۸ Ra رادیم
۱۵۳	۱۵۴	۱۵۵	۱۵۶	۱۵۷	۱۵۸	۱۵۹	۱۶۰
۱۵۳ Ac اکتینیم	۱۵۴ Th توریم	۱۵۵ Pa پروتکتینیم	۱۵۶ U اورانیم	۱۵۷ Np نپتونیم	۱۵۸ Pu پلوتونیم	۱۵۹ Am امرسیم	۱۶۰ Cm کوریوم
۱۶۱	۱۶۲	۱۶۳	۱۶۴	۱۶۵	۱۶۶	۱۶۷	۱۶۸
۱۶۱ La لانتانیم	۱۶۲ Ce سرم	۱۶۳ Pr پرازئودیمیم	۱۶۴ Nd نئودیمیم	۱۶۵ Pm پرومتیم	۱۶۶ Sm ساماریوم	۱۶۷ Eu یوربیم	۱۶۸ Gd گادولینیم
۱۷۳	۱۷۴	۱۷۵	۱۷۶	۱۷۷	۱۷۸	۱۷۹	۱۸۰
۱۷۳ Tl تالیوم	۱۷۴ Pb سرب	۱۷۵ Bi بیسموت	۱۷۶ Po پلوتیم	۱۷۷ At استانتین	۱۷۸ Rn رادون	۱۷۹ Fr فرانسیم	۱۸۰ Ra رادیم
۱۸۱	۱۸۲	۱۸۳	۱۸۴	۱۸۵	۱۸۶	۱۸۷	۱۸۸
۱۸۱ Ac اکتینیم	۱۸۲ Th توریم	۱۸۳ Pa پروتکتینیم	۱۸۴ U اورانیم	۱۸۵ Np نپتونیم	۱۸۶ Pu پلوتونیم	۱۸۷ Am امرسیم	۱۸۸ Cm کوریوم
۱۹۳	۱۹۴	۱۹۵	۱۹۶	۱۹۷	۱۹۸	۱۹۹	۲۰۰
۱۹۳ La لانتانیم	۱۹۴ Ce سرم	۱۹۵ Pr پرازئودیمیم	۱۹۶ Nd نئودیمیم	۱۹۷ Pm پرومتیم	۱۹۸ Sm ساماریوم	۱۹۹ Eu یوربیم	۲۰۰ Gd گادولینیم
۲۰۱	۲۰۲	۲۰۳	۲۰۴	۲۰۵	۲۰۶	۲۰۷	۲۰۸
۲۰۱ Tl تالیوم	۲۰۲ Pb سرب	۲۰۳ Bi بیسموت	۲۰۴ Po پلوتیم	۲۰۵ At استانتین	۲۰۶ Rn رادون	۲۰۷ Fr فرانسیم	۲۰۸ Ra رادیم
۲۱۳	۲۱۴	۲۱۵	۲۱۶	۲۱۷	۲۱۸	۲۱۹	۲۲۰
۲۱۳ Ac اکتینیم	۲۱۴ Th توریم	۲۱۵ Pa پروتکتینیم	۲۱۶ U اورانیم	۲۱۷ Np نپتونیم	۲۱۸ Pu پلوتونیم	۲۱۹ Am امرسیم	۲۲۰ Cm کوریوم
۲۲۱	۲۲۲	۲۲۳	۲۲۴	۲۲۵	۲۲۶	۲۲۷	۲۲۸
۲۲۱ La لانتانیم	۲۲۲ Ce سرم	۲۲۳ Pr پرازئودیمیم	۲۲۴ Nd نئودیمیم	۲۲۵ Pm پرومتیم	۲۲۶ Sm ساماریوم	۲۲۷ Eu یوربیم	۲۲۸ Gd گادولینیم
۲۳۳	۲۳۴	۲۳۵	۲۳۶	۲۳۷	۲۳۸	۲۳۹	۲۴۰
۲۳۳ Tl تالیوم	۲۳۴ Pb سرب	۲۳۵ Bi بیسموت	۲۳۶ Po پلوتیم	۲۳۷ At استانتین	۲۳۸ Rn رادون	۲۳۹ Fr فرانسیم	۲۴۰ Ra رادیم
۲۴۱	۲۴۲	۲۴۳	۲۴۴	۲۴۵	۲۴۶	۲۴۷	۲۴۸
۲۴۱ Ac اکتینیم	۲۴۲ Th توریم	۲۴۳ Pa پروتکتینیم	۲۴۴ U اورانیم	۲۴۵ Np نپتونیم	۲۴۶ Pu پلوتونیم	۲۴۷ Am امرسیم	۲۴۸ Cm کوریوم
۲۵۳	۲۵۴	۲۵۵	۲۵۶	۲۵۷	۲۵۸	۲۵۹	۲۶۰
۲۵۳ La لانتانیم	۲۵۴ Ce سرم	۲۵۵ Pr پرازئودیمیم	۲۵۶ Nd نئودیمیم	۲۵۷ Pm پرومتیم	۲۵۸ Sm ساماریوم	۲۵۹ Eu یوربیم	۲۶۰ Gd گادولینیم
۲۶۱	۲۶۲	۲۶۳	۲۶۴	۲۶۵	۲۶۶	۲۶۷	۲۶۸
۲۶۱ Tl تالیوم	۲۶۲ Pb سرب	۲۶۳ Bi بیسموت	۲۶۴ Po پلوتیم	۲۶۵ At استانتین	۲۶۶ Rn رادون	۲۶۷ Fr فرانسیم	۲۶۸ Ra رادیم
۲۷۳	۲۷۴	۲۷۵	۲۷۶	۲۷۷	۲۷۸	۲۷۹	۲۸۰
۲۷۳ Ac اکتینیم	۲۷۴ Th توریم	۲۷۵ Pa پروتکتینیم	۲۷۶ U اورانیم	۲۷۷ Np نپتونیم	۲۷۸ Pu پلوتونیم	۲۷۹ Am امرسیم	۲۸۰ Cm کوریوم
۲۸۱	۲۸۲	۲۸۳	۲۸۴	۲۸۵	۲۸۶	۲۸۷	۲۸۸
۲۸۱ La لانتانیم	۲۸۲ Ce سرم	۲۸۳ Pr پرازئودیمیم	۲۸۴ Nd نئودیمیم	۲۸۵ Pm پرومتیم	۲۸۶ Sm ساماریوم	۲۸۷ Eu یوربیم	۲۸۸ Gd گادولینیم
۲۹۳	۲۹۴	۲۹۵	۲۹۶	۲۹۷	۲۹۸	۲۹۹	۳۰۰
۲۹۳ Tl تالیوم	۲۹۴ Pb سرب	۲۹۵ Bi بیسموت	۲۹۶ Po پلوتیم	۲۹۷ At استانتین	۲۹۸ Rn رادون	۲۹۹ Fr فرانسیم	۳۰۰ Ra رادیم
۳۰۱	۳۰۲	۳۰۳	۳۰۴	۳۰۵	۳۰۶	۳۰۷	۳۰۸
۳۰۱ Ac اکتینیم	۳۰۲ Th توریم	۳۰۳ Pa پروتکتینیم	۳۰۴ U اورانیم	۳۰۵ Np نپتونیم	۳۰۶ Pu پلوتونیم	۳۰۷ Am امرسیم	۳۰۸ Cm کوریوم
۳۱۳	۳۱۴	۳۱۵	۳۱۶	۳۱۷	۳۱۸	۳۱۹	۳۲۰
۳۱۳ La لانتانیم	۳۱۴ Ce سرم	۳۱۵ Pr پرازئودیمیم	۳۱۶ Nd نئودیمیم	۳۱۷ Pm پرومتیم	۳۱۸ Sm ساماریوم	۳۱۹ Eu یوربیم	۳۲۰ Gd گادولینیم
۳۲۱	۳۲۲	۳۲۳	۳۲۴	۳۲۵	۳۲۶	۳۲۷	۳۲۸
۳۲۱ Tl تالیوم	۳۲۲ Pb سرب	۳۲۳ Bi بیسموت	۳۲۴ Po پلوتیم	۳۲۵ At استانتین	۳۲۶ Rn رادون	۳۲۷ Fr فرانسیم	۳۲۸ Ra رادیم
۳۳۳	۳۳۴	۳۳۵	۳۳۶	۳۳۷	۳۳۸	۳۳۹	۳۴۰
۳۳۳ Ac اکتینیم	۳۳۴ Th توریم	۳۳۵ Pa پروتکتینیم	۳۳۶ U اورانیم	۳۳۷ Np نپتونیم	۳۳۸ Pu پلوتونیم	۳۳۹ Am امرسیم	۳۴۰ Cm کوریوم
۳۴۱	۳۴۲	۳۴۳	۳۴۴	۳۴۵	۳۴۶	۳۴۷	۳۴۸
۳۴۱ La لانتانیم	۳۴۲ Ce سرم	۳۴۳ Pr پرازئودیمیم	۳۴۴ Nd نئودیمیم	۳۴۵ Pm پرومتیم	۳۴۶ Sm ساماریوم	۳۴۷ Eu یوربیم	۳۴۸ Gd گادولینیم
۳۵۳	۳۵۴	۳۵۵	۳۵۶	۳۵۷	۳۵۸	۳۵۹	۳۶۰
۳۵۳ Tl تالیوم	۳۵۴ Pb سرب	۳۵۵ Bi بیسموت	۳۵۶ Po پلوتیم	۳۵۷ At استانتین	۳۵۸ Rn رادون	۳۵۹ Fr فرانسیم	۳۶۰ Ra رادیم
۳۶۱	۳۶۲	۳۶۳	۳۶۴	۳۶۵	۳۶۶	۳۶۷	۳۶۸
۳۶۱ Ac اکتینیم	۳۶۲ Th توریم	۳۶۳ Pa پروتکتینیم	۳۶۴ U اورانیم	۳۶۵ Np نپتونیم	۳۶۶ Pu پلوتونیم	۳۶۷ Am امرسیم	۳۶۸ Cm کوریوم
۳۷۳	۳۷۴	۳۷۵	۳۷۶				

ویژگی های گروهی عنصرها

در حدود ۹۱ عنصر از جدول تناوبی در طبیعت یافت می شوند. عنصرها را به شرح زیر به سه دسته تقسیم می کنند: 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 چکش خواری و شکل پذیری از ویژگی های مشترک همه ی فلزهاست.

نافلزها: این عنصرها به طور معمول رساناهای خوبی برای گرما و برق نیستند و برخلاف فلزها شکننده اند و قابلیت چکش خواری و مفتول شدن ندارند و عموماً از سطوح براق نیز برخوردار نیستند. برخی از نافلزها مانند نیتروژن، اکسیژن، فلئور و کلر در فشار ۱ atm و دمای اتاق به صورت گاز هستند.

شبه فلزها: اگر یک عنصر را نتوان جزو فلزها یا نافلزها طبقه بندی کرد آن را جزو شبه فلزها قرار می دهیم. 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 نیمه رسانا نیز هست.

در ادامه به بررسی ویژگی های برجسته ی فلزهای قلیایی و قلیایی خاکی، فلزهای واسطه، اکتینیدها، لانتانیدها، هالوژن ها و گازهای نجیب می پردازیم.

ns ¹
Li لیتیم ۳
Na سدیم ۱۱
K پتاسیم ۱۹
Rb روبیدیم ۳۷
Cs سزیم ۵۵
Fr فرانسییم ۸۷

شکل ۳ عنصرهای قلیایی



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

گروه اول - فلزهای قلیایی

فهرست عنصرهای این گروه از جدول تناوبی را در شکل ۳ مشاهده می کنید. این عنصرها همگی فلزهایی نرم و بسیار واکنش پذیرند. این فلزها آن چنان نرم هستند که با چاقو بریده می شوند و سطح براق آن ها به سرعت با اکسیژن هوا وارد واکنش شده، تیره می شود. 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 می دهند و محلولی با خاصیت قلیایی یا بازی به وجود می آورند، شکل ۴.

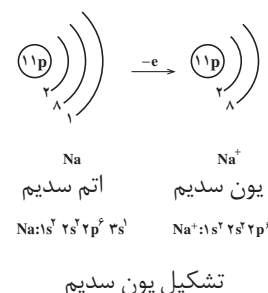
در گذشته انسان به این نکته پی برده بود که اگر خاکستر باقی مانده از سوختن چوب را با آب مخلوط کند، محلولی به دست می آید که می تواند چربی ها را در خود حل کند. آن ها این محلول را **قلیا** نام نهادند. امروزه می دانیم که در خاکستر چوب برخی از ترکیب های عنصرهای گروه اول جدول تناوبی وجود دارد، از این رو عنصرهای این گروه را **فلزهای قلیایی** نامیده اند.

این فلزها دارای خواص فیزیکی و شیمیایی مشابه بسیاری هستند، که در بندهای بعدی به برخی از آن ها می پردازیم، جدول ۳.

جدول ۳ خواص فلزهای قلیایی

Cs	Rb	K	Na	Li	
$6s^1$	$5s^1$	$4s^1$	$3s^1$	$2s^1$	آرایش الکترونی لایه‌ی ظرفیت
۱,۸۷	۱,۵۳	۰,۸۶	۰,۹۷	۰,۵۳۴	چگالی $g \cdot cm^{-3}$
۲۸	۳۹	۶۳	۹۷,۶	۱۷۹	نقطه‌ی ذوب ($^{\circ}C$)
۶۷۸	۶۸۸	۷۷۰	۸۹۲	۱۳۱۷	نقطه‌ی جوش ($^{\circ}C$)
۲۶۷	۲۴۸	۲۳۵	۱۹۰	۱۵۵	شعاع اتمی (pm)
۱۶۹	۱۴۸	۱۳۳	۹۵	۶۰	شعاع یونی (pm)
۳۷۵	۴۰۳	۴۱۹	۴۹۶	۵۲۰	انرژی نخستین یونش ($kJ \cdot mol^{-1}$)

واکنش‌پذیری فلزهای قلیایی را می‌توان از روی آرایش الکترونی آن‌ها نیز توضیح داد. چنان‌که در جدول ۳ آمده است این فلزها در بیرونی‌ترین لایه‌ی الکترونی خود (بالاترین سطح انرژی) یک الکترون دارند. بنابراین آرایش الکترونی ns^1 پس از یک آرایش گاز نجیب، نشان‌دهنده‌ی عنصرهای گروه اول جدول تناوبی است. هنگامی که اتم یک فلز قلیایی، تک الکترون ظرفیتی خود را از دست می‌دهد لایه‌ی الکترونی بعدی، لایه‌ی 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

- ۱- مقایسه واکنش‌پذیری عنصرهای لیتیم، سدیم و پتاسیم
 - ۲- آشنایی با برخی ویژگی‌های برجسته‌ی فلزهای قلیایی
- مواد موردنیاز:** آب، مقدار کمی از فلزهای لیتیم، سدیم و پتاسیم
- وسایل موردنیاز:** لوله‌ی آزمایش (سه عدد)، جای لوله‌ی آزمایش

روش کار

- ۱- سه لوله‌ی آزمایش را تا $\frac{1}{4}$ حجم آن با آب پر کنید.
- ۲- تکه‌ی کوچکی (به اندازه‌ی یک دانه‌ی عدس) از فلزهای لیتیم، سدیم و پتاسیم را هم‌زمان به هریک از لوله‌های آزمایش اضافه کنید و مشاهده‌ی خود را یادداشت کنید.
- ۳- تکه‌ی کوچک دیگر از سدیم را دوباره در لوله‌ی آزمایش دوم بیندازید و انگشت خود

را روی دهانه‌ی لوله قرار دهید. هنگامی که فشار گاز را احساس کردید، انگشتتان را بردارید و کبریت شعله‌وری به دهانه‌ی لوله نزدیک کنید. مشاهده‌ی خود را یادداشت کنید.

پرسش

- ۱- واکنش‌پذیری کدام یک از فلزهای لیتیم، پتاسیم یا سدیم بیش تر است؟ چرا؟
- ۲- نام واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌های ایجاد شده در هر یک از لوله‌های آزمایش را بنویسید.
- ۳- معادله‌ی شیمیایی واکنش‌های انجام شده را بنویسید.
- ۴- در ارتباط با روند واکنش‌پذیری فلزهای گروه اول فرضیه‌ای ارائه دهید.

بیش تر 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_2CO_3) برای درمان این‌گونه بیماران تجویز می‌کنند.

اگرچه تاکنون سازو کار عملکرد لیتیم به خوبی شناخته نشده است، اما به نظر می‌رسد که یون لیتیم با تأثیر بر شیوه‌ی عکس‌العمل سلول‌های مغز به انتقال‌دهنده‌های 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 چرخه‌ی پیچیده از واکنش‌ها در مغز می‌شود و به این ترتیب، از انتقال دوباره یا تقویت تحریک‌های عصبی که به وسیله‌ی 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 اندازه‌ی زیادی ناشی از تنظیم نامناسب انتقال‌دهنده‌های عصبی و هورمون‌هاست. برای نمونه، براساس پژوهشی در فنلاند، مقدار **سروتونین** در بدن اغلب تبهکاران خطرناک، به ویژه آن‌هایی که به عمد حریق ایجاد می‌کنند، از حد معمول کم تر است. سروتونین یک انتقال‌دهنده‌ی عصبی است. هم‌اکنون، مطالعه روی لیتیم به عنوان دارویی برای درمان رفتارهای ناهنجار ادامه دارد.

گروه دوم- فلزهای قلیایی خاکی

در این گروه فلزهایی جای دارند که نسبت به گروه فلزهای قلیایی سخت تر و چگال تر هستند و دمای ذوب آن‌ها نیز بیش تر است. در جدول ۴ با عنصرهای این گروه و شباهت آرایش الکترونی بیرونی‌ترین سطح انرژی آن‌ها با یک دیگر و تفاوت این آرایش الکترونی با

ns ²
Be برلیوم ۴
Mg منیزیم ۱۲
Ca کلسیم ۲۰
Sr استرانسیم ۳۸
Ba باریم ۵۶
Ra رادیوم ۸۸

عنصرهای قلیایی خاکی

فلزهای گروه اول آشنا می‌شوید. کلیه ی فلزهای قلیایی خاکی واکنش پذیرند اما واکنش پذیری شیمیایی آن‌ها به اندازه ی عنصرهای گروه اول نیست. اما چرا واکنش پذیری آن‌ها کم تر است؟ عنصرهای گروه قلیایی خاکی در لایه ی ظرفیت خود دو الکترون دارند (ns²) 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.

جدول ۴ خواص فلزهای قلیایی خاکی

Ba	Sr	Ca	Mg	Be	
۶s ²	۵s ²	۴s ²	۳s ²	۲s ²	آرایش الکترونی لایه ی ظرفیت
۳/۵	۲/۶	۱/۵۵	۱/۷۴	۱/۸۶	چگالی g.cm ⁻³
۷۱۴	۷۷۰	۸۳۸	۶۵۰	۱۲۸۰	نقطه ی ذوب (°C)
۱۶۴۰	۱۳۸۰	۱۴۸۴	۱۱۰۷	۲۷۷۰	نقطه ی جوش (°C)
۲۲۲	۲۱۵	۱۹۷	۱۶۰	۱۱۲	شعاع اتمی (pm)
۱۳۵	۱۱۳	۹۹	۶۵	۳۱	شعاع یونی (pm)
۵۰۲	۵۴۸	۵۹۰	۷۳۸	۸۹۹	انرژی نخستین یونش (kJ.mol ⁻¹)
۹۵۸	۱۰۵۸	۱۱۴۵	۱۴۵۰	۱۷۵۷	انرژی دومین یونش (kJ.mol ⁻¹)

اطلاعات جمع آوری کنید

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

فراوان ترین فلز قلیایی خاکی، کلسیم است. ترکیب های کلسیم داری مانند سنگ آهک و سنگ مرمر به فراوانی در پوسته ی زمین یافت می شوند.

آزمایش کنید

واکنش پذیری فلزهای گروه دوم جدول تناوبی

هدفها

- ۱- مقایسه ی واکنش پذیری منیزیم و کلسیم
 - ۲- آشنا شدن با چگونگی واکنش هیدروکلریک اسید با فلزهای کلسیم و منیزیم
 - ۳- شناختن گاز حاصل از واکنش منیزیم یا کلسیم با هیدروکلریک اسید
- مواد مورد نیاز:** محلول غلیظ هیدروکلریک اسید، نوار منیزیم، کلسیم (از کلسیم تازه استفاده کنید).

وسایل مورد نیاز: جای لوله ی آزمایش، لوله ی آزمایش (دو عدد)

روش کار

- ۱- دو لوله‌ی آزمایش را تا $\frac{1}{4}$ حجم آن با هیدروکلریک اسید پر کنید.
- ۲- تکه‌ی کوچکی از فلز کلسیم و نوار منیزیم را هم‌زمان به لوله‌های آزمایش بیفزایید و مشاهده‌ی خود را یادداشت کنید.

۳- تکه‌ی کوچک دیگری از نوار منیزیم را در لوله‌ی آزمایش اول بیندازید و انگشت خود را روی دهانه‌ی لوله قرار دهید. هنگامی که فشار گاز را احساس کردید، انگشتتان را بردارید و کبریت شعله‌وری را به دهانه‌ی لوله نزدیک کنید. مشاهده‌ی خود را یادداشت کنید.

پرسش

- ۱- واکنش‌پذیری فلز کلسیم بیش‌تر است یا منیزیم؟ چرا؟
- ۲- نام مواد واکنش‌دهنده و فرآورده را در هر لوله‌ی آزمایش بنویسید.
- ۳- معادله‌ی شیمیایی واکنش‌های انجام شده را بنویسید.
- ۴- روند واکنش‌پذیری فلزهای گروه دوم جدول تناوبی را چگونه ارزیابی می‌کنید؟

بیش‌تر بدانید

کلسیم در تشکیل استخوان نقش مهمی دارد. کمبود نمک‌های کلسیم در رژیم غذایی به ویژه در دوره‌ی 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 زیر میزان نیاز گروه‌های مختلف سنی به کلسیم نشان داده شده است.

گروه سنی	مقدار بهینه‌ی نیاز روزانه به کلسیم* mg	
کودکان	۸۰۰	
نوجوانان و جوانان	۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰	
مردان	۲۵-۵۰	۸۰۰
	۵۱-۶۵	۱۰۰۰
	بالتر 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.

یکی از بیماری‌هایی که بر اثر کمبود کلسیم در بدن بویژه در نزد 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 رشته‌ی 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 پوکی استخوان نشوند. با این کار استخوان‌های آن‌ها در سنین اولیه زندگی محکم‌تر و قوی‌تر می‌شود و احتمال پوکی آن‌ها در سنین بالاتر کاهش می‌یابد.

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 بقیه مراحل زندگی است.

گروه‌های سوم تا دوازدهم - عنصرهای واسطه

این عنصرها مانند گروه‌های اول و دوم جدول تناوبی همگی فلز هستند اما واکنش‌پذیری شیمیایی آن‌ها کم‌تر است. بجز جیوه، این فلزها از فلزهای گروه‌های اول و دوم سخت‌تر، چگال‌تر و دیر ذوب‌تر هستند. بی‌نظمی‌های متعددی نیز در آرایش الکترونی عنصرهای واسطه به چشم می‌خورد. در لایه‌ی 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 لایه‌ی ظرفیت خود دارند.

می‌دانید که در عنصرهای واسطه اوربیتال‌های زیر لایه‌ی d در حال پرشدن هستند از این رو به آن‌ها عنصرهای دسته‌ی d نیز گفته می‌شود. با مراجعه به جدول تناوبی عنصرها، شکل ۲، ملاحظه می‌شود که دو دسته‌ی دیگر از عنصرها که **عنصرهای واسطه داخلی** نامیده می‌شوند، در زیر جدول جای داده شده‌اند. این دو دسته از عنصرها به ترتیب **لانتانیدها** و **اکتینیدها** نامیده می‌شوند. لانتانیدها عنصرهای ۵۸ تا ۷۱ جدول تناوبی را تشکیل می‌دهند. نام این دسته از عنصرها از فلز لانتان (La) گرفته شده است. لانتانیدها فلزهایی براق هستند و واکنش‌پذیری شیمیایی قابل توجهی دارند.

عنصرهای 90° تا 103° دسته‌ی اکتینیدها را تشکیل می‌دهند. نام این دسته نیز از عنصر 89 اکتینیم (Ac) گرفته شده است. در این عنصرها ساختار هسته نسبت به آرایش الکترونی از اهمیت کاربردی بیش‌تری برخوردار است. همه‌ی اکتینیدها هسته‌ی ناپایداری دارند، به این علت از جمله عنصرهای پرتوزا به شمار می‌آیند. شاید مشهورترین اکتینید، اورانیم باشد که از فروپاشی هسته‌ی آن انرژی لازم برای تولید برق در نیروگاه‌ها، زیردریایی‌ها و ناوهای هواپیمابر فراهم می‌شود.

عنصرهای گروه‌های سیزدهم تا هیجدهم

عنصرهای این گروه‌ها را به عنوان عنصرهای دسته‌ی p جدول می‌شناسیم، زیرا در آن‌ها اوربیتال‌های p در حال پر شدن هستند. در شکل ۲ موقعیت عنصرهای یاد شده را در جدول تناوبی عنصرها مشاهده می‌کنید. این عنصرها برخی فلزها، نافلزها، شبه فلزها و گازهای نجیب را شامل می‌شوند. احتمالاً با برخی از این عنصرها از جمله کربن، نیتروژن،

هسته‌ی پایدارترین شکل عنصر اورانیم تا نزدیک به $4/5$ میلیارد سال پایدار است. اما عمر هسته‌ی 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.

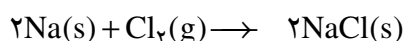
ns^۲np^۵

F فلوئور ۹
Cl کلر ۱۷
Br برم ۲۵
I ید ۵۳
At استاتین ۸۵

هالوژن‌ها

اکسیژن، آلومینیم، قلع و سرب آشنا هستید. دو عنصر سیلیسیم از گروه ۱۴ و اکسیژن از گروه ۱۶ جزو فراوان‌ترین عنصرهای موجود در پوسته‌ی 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، به ویژه 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.



از نظر شیمیایی هالوژن‌ها واکنش‌پذیرترین نافلزها هستند و در بیرونی‌ترین لایه الکترونی تنها یک الکترون کم‌تر از اتم گاز نجیب پس از خود دارند. از این رو هنگامی که هالوژن‌ها در یک واکنش شیمیایی شرکت می‌کنند تنها الکترون مورد نیاز خود را برای رسیدن به آرایش الکترونی گاز نجیب پس از خود، دریافت می‌کنند و پایدار می‌شوند.

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.

آزمایش کنید

مقایسه‌ی فعالیت شیمیایی هالوژن‌ها

هدف‌ها

۱- آشنا شدن با برخی از هالوژن‌ها.

۲- مقایسه‌ی روند تغییر واکنش‌پذیری در گروه هالوژن‌ها.

وسایل مورد نیاز: ۳ عدد بشر، ۹ عدد لوله‌ی آزمایش، جای لوله‌ی آزمایش، ۲ عدد

بالون حجمی ۵۰۰ mL

مواد مورد نیاز: پتاسیم کلرید، پتاسیم یدات، پتاسیم برمات، پتاسیم برمید، پتاسیم

دیدید، مایع سفید کننده، محلول غلیظ هیدروکلریک اسید.

روش کار

۱- ۷/۵ گرم KCl (پتاسیم کلرید) را به کمک ترازو توزین کرده، در آب حل کنید

و سپس محلول حاصل را در یک بالون حجمی ۵۰۰ میلی‌لیتری بریزید و به کمک آب مقطر به

حجم برسانید.

۲-۱۲ 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 ۵۰۰ میلی لیتری به حجم برسانید.

۳-۱۷ 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 ۵۰۰ میلی لیتری به حجم برسانید.

۴-۱۰۰ میلی لیتر مایع سفید کننده‌ی تجاری را در یک بشر بریزید و به آن ۷۵ میلی لیتر محلول غلیظ هیدروکلریک اسید (این اسید توسط مربی آزمایشگاه در اختیار شما قرار می‌گیرد) اضافه کنید تا آب کلر به دست آید.

۵-۱۵۰ میلی لیتر از محلول KBr (پتاسیم برمید) را در یک بشر بریزید، سپس به کمک ترازو ۰/۱ گرم $KBrO_3$ (پتاسیم برمات) را توزین کرده، به بشر اضافه کنید. سپس ۲۵ میلی لیتر محلول غلیظ هیدروکلریک اسید به آن بیفزایید تا آب برم حاصل شود.

۶-۱۵۰ میلی لیتر 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 ۲۵ میلی لیتر محلول غلیظ هیدروکلریک اسید به آن بیفزایید تا آب ید به دست بیاید.

۷-۹ عدد لوله‌ی آزمایش را به سه دسته‌ی سه‌تایی تقسیم کنید و در هر دسته به ترتیب ۱۰ میلی لیتر محلول پتاسیم کلرید، پتاسیم برمید و پتاسیم یدید بریزید.

۸- به سه لوله‌ی آزمایش محتوی پتاسیم کلرید، به ترتیب ۱۰ میلی لیتر آب کلر به لوله‌ی اول، ۱۰ میلی لیتر آب برم به لوله‌ی دوم و ۱۰ میلی لیتر آب ید به لوله‌ی سوم اضافه کنید و مشاهده‌های خود را یادداشت کنید.

۹- مرحله‌ی ۸ را با سه لوله‌ی آزمایش محتوی پتاسیم برمید تکرار کنید و مشاهده‌های خود را یادداشت کنید.

۱۰- مرحله‌ی ۸ را با سه لوله‌ی آزمایش محتوی پتاسیم یدید تکرار کنید و مشاهده‌های خود را یادداشت کنید.

پرسش

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

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

گازهای نجیب با آرایش الکترونی ویژه‌ی خود شناخته می‌شوند. در این عنصرها (بجز هلیم) اوربیتال‌های s و p در بیرونی‌ترین لایه‌ی الکترونی - لایه‌ی ظرفیت - پر هستند. به دلیل واکنش‌پذیری بسیار کم این گازها می‌توان نتیجه گرفت که پایداری آن‌ها نتیجه‌ی

$ns^2 np^6$

He هلیوم ۲
Ne نئون ۱۰
Ar آرگون ۱۸
Kr کریپتون ۳۶
Xe زنون ۵۴
Rn رادون ۸۶

گازهای نجیب

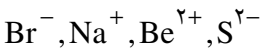
داشتن چنین آرایشی از الکترون هاست. از سوی دیگر، هنگامی که در یک واکنش شیمیایی اتم یک عنصر فلزی یا نافلزی یک یا چند الکترون از دست می دهد یا به دست می آورد آرایش الکترونی یون حاصل مشابه یک گاز نجیب می شود. علی رغم واکنش پذیری کم گازهای نجیب این عنصرهای تک اتمی کاربردهای بسیاری دارند. برای مثال از نئون در تابلوهای روشنایی تبلیغاتی و لیزرهای گازی استفاده می شود.

هیدروژن، یک خانواده تک عضوی

هیدروژن عنصری است که در جدول تناوبی یگه و تنهاست. این عنصر از آن جهت در یک خانواده ی جداگانه قرار می گیرد که به لحاظ شیمیایی به عنصرهای دیگر شباهت ندارد. وجود یک الکترون در اطراف هسته ی این اتم که تنها از یک پروتون تشکیل شده است، سبب می شود که این عنصر به آسانی با بیش تر عنصرها از جمله با اکسیژن واکنش دهد. به دلیل واکنش پذیری زیاد هیدروژن با عنصرهای گوناگون آن را نمی توان به حالت آزاد در طبیعت یافت در صورتی که ترکیب های آن به فراوانی یافت می شوند. آب فراوان ترین ترکیب هیدروژن دار است.

خود را بیازمایید

با نوشتن آرایش های الکترونی برای اتم ها و یون های زیر معین کنید که هر یک از آن ها آرایش الکترونی کدام گاز نجیب را دارد؟



آشنایی با برخی روندهای تناوبی

همان طوری که می دانید عنصرها در جدول تناوبی برحسب افزایش عدد اتمی در کنار یک دیگر قرار گرفته اند. به این ترتیب می توانیم روندهای ویژه ای را در میان آن ها مشاهده کنیم. برای مثال واکنش فلزهای قلیایی با آب را مورد توجه قرار می دهیم. این واکنش به تولید گاز هیدروژن و تشکیل یک محلول قلیایی می انجامد، شکل ۵. با توجه به شکل ۵، در این گروه واکنش پذیری چگونه تغییر می کند؟ در هر تناوب که از سمت چپ با یک فلز قلیایی (گروه ۱) شروع می شود و در سمت راست به یک هالوژن (گروه ۱۷) می رسد، خصلت فلزی به تدریج کاهش یافته، بر خصلت نافلزی عنصرها افزوده می شود. در انتهای تناوب نیز آخرین عنصر یک گاز نجیب است. عنصری که یا میل ترکیبی ندارد یا میل ترکیبی آن بسیار اندک است.



لیتیم



سدیم



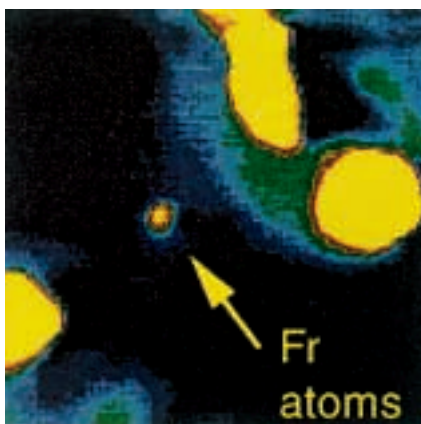
پتاسیم

شکل ۵ مقایسه ی واکنش پذیری سه فلز قلیایی با آب.

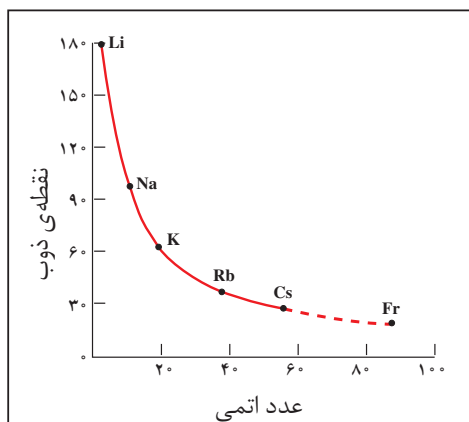
از ۱۱۵ عنصر که تاکنون شناخته شده، ۱۱ عنصر در شرایط معمولی به حالت گاز هستند. از این ۱۱ عنصر، ۶ عنصر متعلق به گروه ۱۸ جدول تناوبی (گازهای نجیب He، Ne، Ar، Kr، Xe و Rn) هستند و پنج عنصر دیگر عبارت‌اند از هیدروژن (H_2)، نیتروژن (N_2)، اکسیژن (O_2)، فلوئور (F_2) و کلر (Cl_2). شگفت‌آور است که در میان عنصرهای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

متأسفانه، ویژگی‌های همه‌ی عنصرهای شناخته‌شده معلوم نیست، زیرا مقدار تهیه‌شده 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. همه‌ی ایزوتوپ‌های فرانسیم پرتوزا هستند. پایدارترین ایزوتوپ این عنصر، فرانسیم - ۲۲۲ با نیم عمر ۲۱ دقیقه است. (نیم عمر یک ماده‌ی پرتوزا، مدت زمان لازم برای فروپاشی و از بین رفتن نصف آن ماده است.) این نیم عمر 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 وزن کردن باشد، ممکن نیست. از این رو، اطلاعات موجود درباره‌ی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی فرانسیم بسیار اندک است. با وجود این، به کمک روندهای تناوبی در یک گروه می‌توان برخی از این ویژگی‌ها را پیش‌بینی کرد. نقطه‌ی ذوب فرانسیم را به عنوان نمونه در نظر بگیرید. نمودار زیر نشان می‌دهد که نقطه‌ی ذوب فلزهای قلیایی با افزایش عدد اتمی، کاهش می‌یابد. براساس این نمودار، نقطه‌ی ذوب سدیم $81/4^{\circ}C$ از لیتیم، نقطه‌ی ذوب پتاسیم $34/6^{\circ}C$ از سدیم، نقطه‌ی ذوب روبیدیم $24^{\circ}C$ از پتاسیم و نقطه‌ی ذوب سزیم $11^{\circ}C$ از روبیدیم کم‌تر است. با توجه به این روند می‌توان پیش‌بینی کرد که دمای ذوب فرانسیم در حدود $5^{\circ}C$ از سزیم کم‌تر باشد. در این صورت، نقطه‌ی ذوب فرانسیم حدود $23^{\circ}C$ پیش‌بینی می‌شود. بنابراین، این عنصر در شرایط معمولی مایع است.

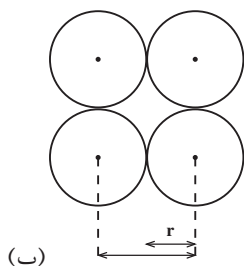
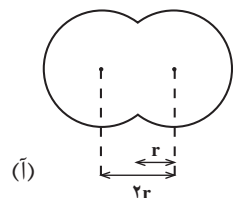


تصویری از اتم‌های فرانسیم - ۲۱۰ که از بمباران طلا به وسیله‌ی اکسیژن به وجود آمده‌اند. قطر نقطه‌ی مرکزی ۱mm و شامل حدود ۱۰,۰۰۰ اتم است. نور زردرنگ از اتم‌های فرانسیمی ساطع می‌شود که به وسیله‌ی پرتوی لیزر برانگیخته شده‌اند.



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

روند تغییر شعاع اتمی در جدول تناوبی عنصرها



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 وان دروالسی می‌گویند.

با توجه به شکل، برای یک عنصر کدام شعاع بزرگ‌تر است؟ شعاع کووالانسی یا شعاع وان دروالسی؟

چنان که در بخش نخست کتاب نیز اشاره شد بیش تر فضای اتم خالی است. در واقع الکترون‌ها در محدوده‌هایی حرکت می‌کنند که شبیه به ابر به نظر می‌رسند. با این تشبیه می‌توان تصور کرد که تا چه اندازه، اندازه‌گیری ابعاد اتم‌ها دشوار است، زیرا مرزهای یک توده‌ی ابر مانند، نامشخص و متغیر است. اندازه‌ی یک اتم به وسیله‌ی شعاع آن تعیین می‌شود که بنا بر تعریف نصف فاصله‌ی بین هسته‌ای دو اتم مشابه در یک مولکول دو اتمی یا در بلور یک فلز است. برای این منظور شعاع برخی از اتم‌ها با روشی که در شکل ۶ نشان داده شده است و از طریق اندازه‌گیری فاصله‌ی بین هسته‌ی اتم‌های مشابه در یک مولکول دو اتمی تعیین می‌شود. در روش دیگری، از اندازه‌گیری فاصله‌های بین اتمی در بلور یک عنصر برای تعیین شعاع اتم‌ها استفاده می‌شود. به دلیل همین تنوع در روش‌های تعیین شعاع‌های اتمی جدول‌های مربوط به این مقادیر معمولاً با یک دیگر متفاوتند. توجه داشته باشید که در شکل ۶ اتم‌ها به صورت گوی‌های ساده‌ای تصور شده‌اند.

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 لایه‌ی الکترونی جدید به تعداد لایه‌های الکترونی عنصرها افزوده می‌شود. بنابراین، شعاع اتمی به دو دلیل در یک گروه از عنصرها افزایش می‌یابد:

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

۱ H ۳۰											۵ B ۸۸	۶ C ۷۷	۷ N ۷۰	۸ O ۶۶	۹ F ۶۴	
۳ Li ۱۵۲	۴ Be ۱۱۱											۱۳ Al ۱۴۳	۱۴ Si ۱۱۷	۱۵ P ۱۱۰	۱۶ S ۱۰۴	۱۷ Cl ۹۹
۱۱ Na ۱۸۶	۱۲ Mg ۱۶۰	۲۱ Sc ۱۶۰	۲۲ Ti ۱۴۶	۲۳ V ۱۳۱	۲۴ Cr ۱۲۵	۲۵ Mn ۱۲۹	۲۶ Fe ۱۲۶	۲۷ Co ۱۲۶	۲۸ Ni ۱۲۴	۲۹ Cu ۱۲۸	۳۰ Zn ۱۳۳	۳۱ Ga ۱۲۲	۳۲ Ge ۱۲۲	۳۳ As ۱۲۱	۳۴ Se ۱۱۷	۳۵ Br ۱۱۴
۳۷ Rb ۲۴۴	۳۸ Sr ۲۱۵	۳۹ Y ۱۸۰	۴۰ Zr ۱۵۷	۴۱ Nb ۱۴۳	۴۲ Mo ۱۳۶	۴۳ Tc ۱۳۶	۴۴ Ru ۱۳۳	۴۵ Rh ۱۳۴	۴۶ Pd ۱۳۸	۴۷ Ag ۱۴۴	۴۸ Cd ۱۴۹	۴۹ In ۱۶۸	۵۰ Sn ۱۴۰	۵۱ Sb ۱۴۱	۵۲ Te ۱۳۷	۵۳ I ۱۳۳
۵۵ Cs ۲۶۲	۵۶ Ba ۲۱۷	۵۷ La ۱۸۸	۷۲ Hf ۱۵۷	۷۳ Ta ۱۴۳	۷۴ W ۱۳۷	۷۵ Re ۱۳۷	۷۶ Os ۱۳۴	۷۷ Ir ۱۳۵	۷۸ Pt ۱۳۸	۷۹ Au ۱۴۴	۸۰ Hg ۱۵۵	۸۱ Tl ۱۷۱	۸۲ Pb ۱۷۵	۸۳ Bi ۱۴۶	۸۴ Po ۱۴۰	۸۵ At ۱۴۰
(۸۷) Fr ۲۷۰	۸۸ Ra ۲۲۰	۸۹ Ac ۲۰۰														

شکل ۷ روند تغییر شعاع اتمی (به pm) عنصرها در هر گروه و تناوب

ب. دلیل دیگر برای افزایش شعاع اتمی این است که با افزایش عدد اتمی در یک گروه تعداد اوربیتال‌های پرشده بین هسته و لایه‌ی الکترونی بیرونی (ظرفیت) اتم افزایش می‌یابد. وجود الکترون‌ها در اوربیتال‌های درونی، از تأثیر نیروی جاذبه‌ی هسته بر الکترون‌های موجود در لایه‌ی الکترونی بیرونی می‌کاهند و در نتیجه افزایش فاصله‌ی الکترون‌های بیرونی از هسته یا به عبارت دیگر افزایش شعاع اتمی را سبب می‌شود. به این پدیده **اثر پوششی الکترون‌های درونی** گفته می‌شود. این اثر پوششی سبب می‌شود که هسته بر الکترون‌های لایه‌ی بیرونی نیروی جاذبه‌ای کم‌تری اعمال کند. از این رو، این الکترون‌ها تحرک بیش‌تری نسبت به الکترون‌های درونی دارند و به این دلیل می‌توانند در فواصل دورتری از هسته حضور یابند.

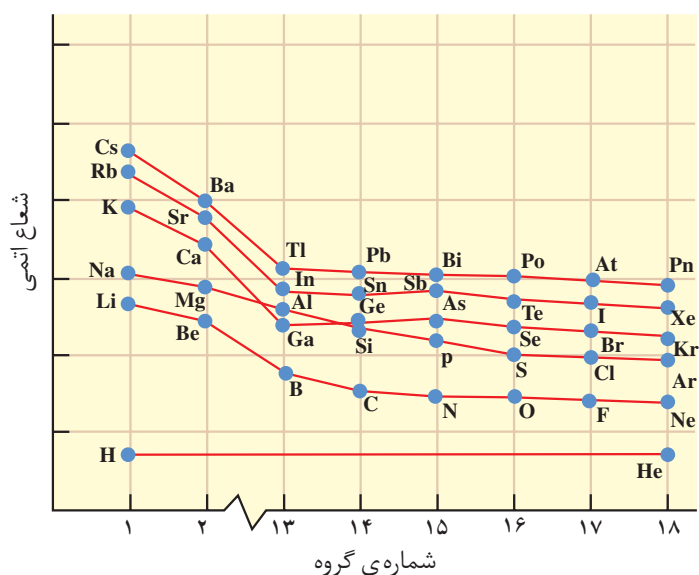
فکر کنید

۱- به بار مثبتی که یک الکترون در فاصله‌ی معینی از هسته احساس می‌کند بار مؤثر هسته برای آن الکترون می‌گویند.

آ. بار مؤثر هسته برای کدام الکترون‌ها کم‌تر است؟ درونی یا ظرفیت؟

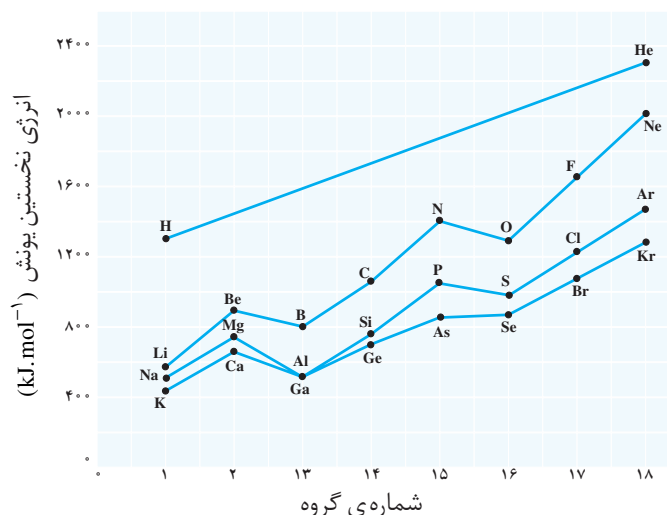
ب. بار مؤثر هسته‌ی اتم هر عنصر در هر تناوب چگونه تغییر می‌کند؟ چرا؟

۲- چنان که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، شعاع اتمی عنصرها از یک روند تناوبی دیگر نیز تبعیت می‌کند. به طور کلی شعاع اتمی عنصرها در یک تناوب از چپ به راست کم می‌شود. شکل زیر نیز درستی این ادعا را ثابت می‌کند. آیا می‌توانید این مشاهده را توجیه کنید؟



رند تناوبی تغییر انرژی یونش عنصرها

در شکل ۸ تغییرات انرژی یونش عنصرهای گروه‌های اصلی (دسته‌ی s و p) در تناوب‌های اول تا چهارم رسم شده است.



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

به طوری که در شکل ۸ ملاحظه می‌شود در یک گروه از بالا به پایین با افزایش اندازه‌ی اتم انرژی یونش کم می‌شود، زیرا الکترون موجود در بیرونی‌ترین لایه‌ی الکترونی اتم در فاصله‌ی دورتری از هسته قرار گرفته است و بنابراین جدا شدن آن از اتم، به صرف انرژی کم‌تری نیاز دارد. اما در طول یک دوره از جدول تناوبی انرژی یونش به طور کلی از چپ به راست افزایش می‌یابد، زیرا در این جهت بار مؤثر هسته‌ی اتم‌ها رو به افزایش است و به این ترتیب اندازه‌ی 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.

رند 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 فلئور به عنوان الکترونگاتیوی‌ترین عنصر، الکترونگاتیوی ۴/۰ نسبت داده شده است و مقادیر الکترونگاتیوی برای عنصرهای دیگر

نسبت به این مقدار محاسبه می شود. در شکل ۹ الکترونگاتیوی برخی از عنصرهای جدول تناوبی ملاحظه می شود. در این بررسی ها گازهای نجیب را در نظر نمی گیریم، زیرا این عنصرها به تعداد کافی ترکیب های شیمیایی تشکیل نمی دهند.

۱ H ۲/۱								
۳ Li ۱/۰	۴ Be ۱/۵		۵ B ۲/۰	۶ C ۲/۵	۷ N ۳/۱	۸ O ۳/۵	۹ F ۴/۰	
۱۱ Na ۰/۹	۱۲ Mg ۱/۲		۱۳ Al ۱/۵	۱۴ Si ۱/۸	۱۵ P ۲/۱	۱۶ S ۲/۵	۱۷ Cl ۳/۰	
۱۹ K ۰/۸	۲۰ Ca ۱/۰		۳۱ Ga ۱/۶	۳۲ Ge ۱/۸	۳۳ As ۲/۰	۳۴ Se ۲/۴	۳۵ Br ۲/۸	
۳۷ Rb ۰/۸	۳۸ Sr ۱/۰		۴۹ In ۱/۷	۵۰ Sn ۱/۸	۵۱ Sb ۱/۹	۵۲ Te ۲/۱	۵۳ I ۲/۵	
۵۵ Cs ۰/۷	۵۶ Ba ۰/۹		۸۱ Tl ۱/۸	۸۲ Pb ۱/۸	۸۳ Bi ۱/۹	۸۴ Po ۲/۰	۸۵ At ۲/۲	

شکل ۹ الکترونگاتیوی عنصرهای اصلی جدول تناوبی

چنان که در شکل ۹ مشاهده می شود الکترونگاتیوی عنصرها با یک روند تناوبی تغییر می کند. به طور 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 می یابد. بنابراین کم ترین مقدار الکترونگاتیوی را می توان به سزیم در پایین و سمت چپ جدول و بیش ترین مقدار الکترونگاتیوی (با چشم پوشی از گازهای نجیب) را به اتم فلوئور در بالا و سمت راست جدول نسبت داد.

فکر کنید

۱- نموداری مشابه شکل ۸ از تغییر الکترونگاتیوی برحسب شماره ی گروه ها تهیه کنید. چه شباهتی میان روند تغییر انرژی نخستین یونش و الکترونگاتیوی عنصرها وجود دارد؟

۲- به شکل ۹ نگاه کنید. آیا ارتباطی میان مقدار الکترونگاتیوی عنصرها و خصلت فلزی و نافلزی آن ها مشاهده می شود؟ توضیح دهید.

- ۱- شیمی توصیفی عنصرها ، منصور عابدینی، چاپ اول ، ۱۳۷۷ ، انتشارات فاطمی.
- ۲- شیمی نافلزات و عناصر نیم رسانا ، منصور عابدینی ، چاپ ششم، ۱۳۷۶، انتشارات فاطمی.
- ۲- شیمی فلزات ، منصور عابدینی ، چاپ ششم، ۱۳۷۶ ، انتشارات فاطمی.
- ۴- ساختمان مواد شیمیایی ، مرتضی خلخالی ، چاپ دوازدهم، ۱۳۷۶ ، انتشارات فاطمی.
- ۵- جدول تناوبی ، فیروزه منتظری ، فرانک منطقی، زهرا ارزانی، چاپ اول، ۱۳۸۲ ، انتشارات محراب

قلم.
