



هم کلاسی  
[Hamkelasi.ir](http://Hamkelasi.ir)

سرگذشت جدول تناوبی و بررسی گروهی عناصرها

تالیف: علیرضا زارع



# جدول تناوبی

## استاد زارع

طریقه ی آسان حفظ کردن  
جدول تناوبی عناصر

استاد، سکنه کرد، ترکید، پکید!

فدای کله ی برافت آی اتم...

نله پرید آسمون، سیب رو بگیر!!!

کسی جلوی سینما باشو بریدا!

بگو الوجوه ایتجا تیمار ستاره!

هلینا کرباسی فر

به مگس کله سرمه ای باید راه داد.

سرتیپ وحید کریمی منو فرستاد کلمبیا با نیما و کورش زندگی کنم.

یک ذره نیمن مومهایی تکریم شده ی روح (ره) پدر آجلینا جولی سید رو...

راز کرانه.

hydrogen 1 H 1.0079	helium 2 He 4.0026																
lithium 3 Li 6.941	beryllium 4 Be 9.0122											boron 5 B 10.811	carbon 6 C 12.011	nitrogen 7 N 14.007	oxygen 8 O 15.999	fluorine 9 F 18.998	neon 10 Ne 20.180
sodium 11 Na 22.990	magnesium 12 Mg 24.305											aluminum 13 Al 26.982	silicon 14 Si 28.086	phosphorus 15 P 30.974	sulfur 16 S 32.065	chlorine 17 Cl 35.453	argon 18 Ar 39.948
potassium 19 K 39.098	calcium 20 Ca 40.078	scandium 21 Sc 44.956	titanium 22 Ti 47.867	vanadium 23 V 50.942	chromium 24 Cr 51.996	manganese 25 Mn 54.938	iron 26 Fe 55.845	cobalt 27 Co 58.933	nickel 28 Ni 58.693	copper 29 Cu 63.546	zinc 30 Zn 65.39	gallium 31 Ga 69.723	germanium 32 Ge 72.61	arsenic 33 As 74.922	selecnium 34 Se 78.96	bromine 35 Br 79.904	krypton 36 Kr 83.80
rubidium 37 Rb 85.468	strontium 38 Sr 87.62	yttrium 39 Y 88.906	zirconium 40 Zr 91.224	niobium 41 Nb 92.906	molybdenum 42 Mo 95.94	technetium 43 Tc [98]	ruthenium 44 Ru 101.07	rhodium 45 Rh 101.91	palladium 46 Pd 106.42	silver 47 Ag 107.87	cadmium 48 Cd 112.41	indium 49 In 114.82	tin 50 Sn 118.71	antimony 51 Sb 121.76	tellurium 52 Te 127.60	iodine 53 I 126.90	xenon 54 Xe 131.29
cesium 55 Cs 132.91	barium 56 Ba 137.33											thallium 81 Tl 204.38	lead 82 Pb 207.2	bismuth 83 Bi 208.98	polonium 84 Po [209]	astatine 85 At [210]	radon 86 Rn [222]

# جدول تناوبی

جدول مندلیف براساس افزایش تدریجی **جرم اتمی** عنصرها چیده شد. مندلیف دو اصل مهم زیر را برای

تنظیم جدول تناوبی عنصرها، اساس کار خود قرار داد:

۱- عنصرها بر حسب افزایش تدریجی **جرم اتمی** آنها در ردیف‌هایی کنارهم دیگر قرار می‌گیرند.

۲- عنصرهایی که خواص شیمیایی و فیزیکی **نسبتاً مشابه** دارند، در یک گروه قرار می‌گیرند.

مندلیف در مواقع ضروری مجبور شد، اصل دوم یعنی تشابه گروهی عنصرها را بر اصل اول ترجیح دهد.

برای رعایت اصل تشابه خواص گروهی عنصرها، مندلیف مجبور شد:

۱- برخی از خانه‌های جدول پیشنهادی خود را خالی بگذارد و وجود ۱۰ عنصر را پیش بینی کرد.

۲- برخی عنصرهای سنگین‌تر مثل **تلوریم (Te)** را قبل از عنصرهای سبک‌تر مثل **ید (I)** قرار دهد. هم چنین

مندلیف **Ar** را قبل از **K** و **Ni** را قبل از **Co** قرار دارد. این ۶ عنصر استثنای جدول مندلیف هستند.

## جدول تناوبی

## استاد زارع

در جدول زیر جدول تناوبی امروزی با جدول مندلیف با هم مقایسه شده‌اند:

جدول مندلیف	جدول تناوبی امروزی (موزلی)
۱- براساس افزایش تدریجی جرم اتمی تنظیم شده است.	۱- براساس افزایش عدد اتمی تنظیم شده است.
۲- شامل ۱۲ تناوب و ۸ گروه بود.	۲- شامل ۷ تناوب و ۱۸ گروه است.
۳- دارای بی‌نظمی‌هایی بود.	۳- بی‌نظمی‌های جدول مندلیف را ندارد.

عنصرهای موجود در جدول تناوبی به سه دسته‌ی **فلزها**، **شبه فلزها** و **نافلزها** طبقه‌بندی می‌شوند. تعداد **شبه فلزهای** جدول تناوبی شامل **نش** عنصرند که عبارتند از:

**(Te) و تلوریم (Sb)، آنتیموان (As)، آرسنیک (Ge)، ژرمانیم (Si)، سیلیسیم (B) بور**

✓ **شبه فلزها:** دارای خواص بینابین خواص فلزها و نافلزها هستند.

✓ **فلزها بیشترین** تعداد عنصرهای جدول تناوبی را تشکیل می‌دهند که دارای خواص مشترک زیر هستند، فلزها رسانای الکتریسیته و گرما هستند. قابلیت **چکش خواری** دارند، **درخشان و براق** هستند، نقطه‌ی ذوب و جوش معمولاً **بالایی** دارند و مفتول پذیرند.

تعداد **نافلزها** در جدول تناوبی **۱۸** عنصرند.

تنها فلز مایع **جیوه (Hg)**، و تنها نافلز مایع **برم ( $Br_2$ )** است. شبه فلزها همگی جامدند.

از کل عنصرهای جدول تناوبی، **۱۱** عنصر حالت فیزیکی **گاز**، **۲** عنصر **مایع** و بقیه جامدند.

تناوب اول جدول تناوبی شامل **۲** عنصر است. تناوب دوم و سوم هر یک، **۸** عنصر دارند.

تناوب چهارم و پنجم، شامل **۱۸** عنصر، تناوب ششم، شامل **۳۲** عنصر و تناوب هفتم، هنوز تکمیل نشده است.

عنصرهای جدول تناوبی را به دو گروه اصلی (سری A) و فرعی (واسطه سری B) نیز تقسیم بندی می‌کنند.

عنصرهای گروه‌های اصلی جدول شامل، عنصرهای گروه **۱** و **۲** و **۱۳** تا **۱۸** می‌باشند.

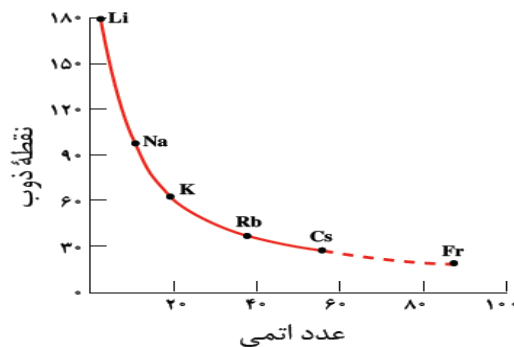
عنصرهای واسطه شامل عنصرهای گروههای **۳** تا **۱۲** می‌باشند.

## جدول تناوبی

## استاد زارع

### مهمترین ویژگیهای مشترک عنصرهای گروه ۱ (IA) (فلزهای قلیایی)

- ۱- آرایش الکترونی آن‌ها به  $ns^1$  ختم میشود. در لایه‌ی ظرفیت دارای یک الکترون هستند.
- ۲- واکنش پذیری شیمیایی آن‌ها بسیار **زیاد** است. که دلیل آن تک الکترونی بودن لایه‌ی ظرفیت آنهاست و با از دست دادن آن، به راحتی به آرایش گاز نجیب قبل از خود می‌رسند.
- ۳- با آب سرد به شدت واکنش می‌دهند، با اکسیژن هوا وارد واکنش می‌شوند.
- ۴- در آزمایشگاه، **زیر نفت** نگهداری می‌شوند تا از واکنش آن‌ها با اکسیژن هوا جلوگیری شود.
- ۵- در **خاکستر چوب** یافت می‌شوند و خاصیت بازی دارند به این خاطر به آنها، فلزهای قلیایی می‌گویند.
- ۶- از **بالا به پایین** گروه؛ دمای ذوب، جوش، الکترونگاتیوی و درجه‌ی سختی این فلزها، **کاهش** می‌یابد. دمای ذوب فرانسیم چون رادیو اکتیو است با **برون یابی** تعیین می‌شود.



- ۷- از بالا به پایین گروه؛ چگالی، شعاع اتمی و شعاع یونی این فلزها، **افزایش** می‌یابد. البته در **پتاسیم (K)**، چگالی به جای افزایش روند **کاهشی** دارد.
- ۸- فعالیت شیمیایی فلزهای قلیایی، از بالا به پایین **افزایش** می‌یابد. زیرا شعاع آنها افزایش یافته و از دست دادن الکترون لایه‌ی ظرفیت آنها، آسانتر است. چگالی سه فلز اول گروه ۱ (**K, Na, Li**) کمتر از **یک** است. بنابراین روی آب شناور می‌شوند.

نماد شیمیایی	نام عنصر	آرایش الکترونی لایه ظرفیت	انرژی نخستین یونش ( $\text{kJ mol}^{-1}$ )	شعاع اتمی (pm)	نقطه جوش ( $^{\circ}\text{C}$ )	نقطه ذوب ( $^{\circ}\text{C}$ )
Li	لیتیم	$2s^1$	520	152	1317	179
Na	سدیم	$3s^1$	496	186	892	97/6
K	پتاسیم	$4s^1$	419	231	770	63
Rb	روبییدیم	$5s^1$	403	244	688	39
Cs	سزیم	$6s^1$	375	262	678	28

## جدول تناوبی

## استاد زارع

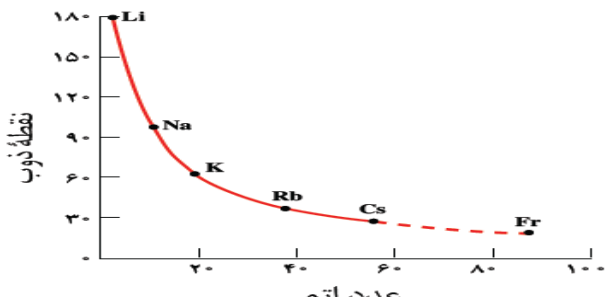
مهمترین ویژگیهای مشترک عناصر گروه ۲ (II A) (فلزهای قلیایی خاکی)

- ۱- آرایش الکترونی آنها به  $ns^2$  ختم می شود در لایه ی ظرفیت دارای دو الکترون هستند.
  - ۲- واکنش پذیری شیمیایی آنها زیاد است اما نسبت به گروه اول فعالیت شیمیایی آنها کمتر است.
  - ۳- علت واکنش پذیری کمتر عنصرهای گروه IIA نسبت به گروه IA، این است که فلزهای قلیایی خاکی برای رسیدن به آرایش گاز نجیب، بایستی ۲ الکترون از دست بدهند اما فلزهای قلیایی یک الکترون.
  - ۴- از بالا به پایین الکترونگاتیوی، انرژی یونش آنها، همانند گروه اول کاهش می یابد.
  - ۵- روند تغییرات چگالی، نقطه ی ذوب و نقطه ی جوش فلزهای قلیایی خاکی نامنظم است.
  - ۶- از بالا به پایین، جرم اتمی، شعاع اتمی، شعاع یونی، و فعالیت شیمیایی عنصرهای این گروه زیاد می شود.
  - ۷- عنصرهای گروه دوم، در پوسته ی زمین یافت می شوند به این علت که آنها قلیایی خاکی گفته می شود.
- فراوان ترین فلز قلیایی خاکی موجود در پوسته ی زمین، **کلسیم** است.

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

نکته: نقطه ی ذوب، جوش، درجه ی سختی، چگالی و تعداد الکترونها ی ظرفیتی عنصرهای گروه دوم از گروه اول هم دوره ی خود، بیشتر است.



شماره تست	بفش دوه شیمی ۲: گروه اول و دوه جدول تناوبی تعداد تست ها: ۴	کنکور
۱	عنصر $A_{52}$ با عنصر..... در جدول تناوبی هم گروه است و آخرین زیرلایه ی اشغال شده اتم آن،..... است و یک..... به حساب می آید. (۱) $4P^2, 33X$ ، شبه فلز (۲) $4P^2, 33Y$ ، نافلز (۳) $5P^4, 33X$ ، شبه فلز (۴) $5P^2, 33Y$ ، نافلز	ریاضی ۹۳
۲	فلزهای قلیایی واکنش پذیرترین..... هستند و بیرونی ترین لایه الکترونی اتم آن ها در مقایسه با اتم گاز نجیب قبل از خود..... الکترون بیش تر دارد و در مقایسه با فلزهای قلیایی خاکی،..... تر ذوب می شوند. (۱) فلز - ۱ - زود (۲) فلزها - ۲ - دیر (۳) عنصرها - ۱ - دیر (۴) عنصرها - ۲ - زود	ریاضی ۸۶
۳	فلزهای قلیایی خاکی در..... جدول تناوبی جای دارند، در آخرین زیرلایه اشغال شده اتم آن ها که..... است،..... الکترون وجود دارد و واکنش پذیری آن ها از فلزهای قلیایی..... است. (۱) گروه (IA) $1 - ns - 1$ - بیش تر (۲) گروه (IB) $1 - np - 1$ - بیش تر (۳) گروه (IIA) $2 - ns - 2$ - کم تر (۴) گروه (IIA) $1 - np - 2$ - کم تر	تجربی ۸۵
۴	شکل روبه رو، روند تغییرات کدام خاصیت فلزهای قلیایی را نسبت به افزایش عدد اتمی آن ها نشان می دهد؟  (۱) چگالی (۲) شعاع اتمی (۳) نقطه ذوب (۴) واکنش پذیری	کنکور تجربی ۹۰

شماره تست	پاسخ نامه بفتش دوم شیمی ۲: گروه اول و دوم جدول تناوبی
۱	(۳) عنصر ${}_{52}A$ یعنی $Te$ در گروه ۱۶ قرار دارد (عدد اتمی آن دو عدد کمتر از گاز نجیب بعد از خود می باشد) پس با عنصر ${}_{33}X$ در جدول تناوبی هم گروه است و آخرین زیرلایه ی اشغال شده اتم آن $5p^4$ است و یک شبه فلز به حساب می آید.
۲	(۱) فلزهای قلیایی واکنش پذیرترین فلزها هستند و بیرونی ترین لایه الکترونی اتم آنها در مقایسه با اتم گاز نجیب قبل از خود، ۱ الکترون بیشتر دارند و در مقایسه با فلزهای قلیایی خاکی، زود تر ذوب می شوند.
۳	(۳) فلزهای قلیایی خاکی در گروه (IIA) ۲ جدول تناوبی جای دارند. در آخرین زیر لایه اشغال شده اتم آن ها که $ns$ است، ۲ الکترون وجود دارد و واکنش پذیری آنها از فلزهای قلیایی کم تر است.
۴	(۳) نقطه ی ذوب فلزهای قلیایی از بالا به پایین با افزایش عدد اتمی، کاهش می یابد. بقیه ی گزینه ها: در فلزات قلیایی از بالا به پایین چگالی آنها افزایش می یابد (به جز $K$ )، همچنین در یک گروه از بالا به پایین شعاع اتمی افزایش می یابد. از بالا به پایین فعالیت شیمیایی فلزات قلیایی افزایش می یابد زیرا راحت تر الکترون از دست می دهند.

### مهمترین ویژگیهای عنصرهای واسطه دسته ی d (گروههای ۳ تا ۱۲)

- ۱- به جز **جیوه**، چگالی و درجه ی سختی این فلزها، نسبت به فلزهای گروه ۱ و ۲ **بیشتر** است.
- ۲- شامل ۱۰ گروه هستند که بین عنصرهای اصلی گروه IIA (۲) و IIIA (۱۳) قرار دارند و از تناوب چهارم شروع می شوند.
- ۳- اوربیتالهای d آنها در حال پر شدن است و به همین دلیل به آنها عنصرهای دسته ی d گفته می شود.
- ۴- بی نظمی های متعددی در **آرایش الکترونی و شعاع اتمی** آنها دیده می شود.



## جدول تناوبی

## استاد زارع

- ۵- اغلب عنصرهای واسطه، دارای ظرفیتهای گوناگونی هستند و عددهای **اکسایش متنوعی** دارند.
- ۶- شماره‌ی گروه آنها از مجموع الکترونیهای (**s + d**) مشخص می‌شود مگر اینکه اوربیتال **d** پر باشد که در آنصورت فقط شمار الکترونیهای s را می‌شماریم.

### عنصرهای واسطه‌ی داخلی دسته‌ی f (انتقالی)

۱- **لانتانیدها:** عنصرهای ۵۷ تا ۷۰ جدول تناوبی را تشکیل می‌دهند که اولین عنصر آنها، **سریم** ( $_{58}Ce$ ) است. همه‌ی لانتانیدها، به خانه‌ی  $_{57}La$  تعلق دارند و خود  $_{57}La$  جزو آنها **است**. لانتانیدها فلزهای **براقی** هستند که واکنش پذیری قابل توجهی دارند.

لانتانیدها شامل **۱۴** عنصر می‌باشند که زیر لایه‌ی **f** آنها در حال پر شدن است و در ردیف **نهم** جدول تناوبی قرار دارند.

۲- **اکتینیدها:** عنصرهای **۸۹** تا **۱۰۲** جدول هستند که اولین عنصر آنها، **توریم** ( $_{90}Th$ ) می‌باشند. با این که اکتینیدها به خانه‌ی اکتینیم ( $_{89}Ac$ ) تعلق دارند، خود  $_{89}Ac$  جزو آنها **است**.

✓ **ساختار هسته** در اکتینیدها نسبت به "آرایش الکترونی" از اهمیت کاربردی تری برخوردار است.  
 ✓ همه‌ی اکتینیدها، دارای هسته‌ی ناپایدار بوده و جز مواد پرتوزا به شمار می‌روند.

اکتینیدها در ردیف **هفتم** جدول تناوبی قرار دارند و زیر لایه‌ی **f** آنها در حال پر شدن است.  
 معروفترین عنصر اکتینیدها، **اورانیم** ( $_{92}U$ ) است که برای تولید برق نیروگاهها، زیر دریایی‌ها به کار می‌رود.

گروه	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
تناوب ۴	۲۱ Sc	۲۲ Ti	۲۳ V	۲۴ Cr	۲۵ Mn	۲۶ Fe	۲۷ Co	۲۸ Ni	۲۹ Cu	۳۰ Zn
تناوب ۵	۳۹ Y	۴۰ Zr	۴۱ Nb	۴۲ Mo	۴۳ Tc	۴۴ Ru	۴۵ Rh	۴۶ Pd	۴۷ Ag	۴۸ Cd
تناوب ۶	۵۷-۷۱*	۷۲ Hf	۷۳ Ta	۷۴ W	۷۵ Re	۷۶ Os	۷۷ Ir	۷۸ Pt	۷۹ Au	۸۰ Hg
تناوب ۷	۸۹-۱۰۳**	۱۰۴ Rf	۱۰۵ Db	۱۰۶ Sg	۱۰۷ Bh	۱۰۸ Hs	۱۰۹ Mt	۱۱۰ Ds	۱۱۱ Rg	۱۱۲ Cn

## فلزات واسطه

شماره تست	بفش دوم شیمی ۲: فلزات واسطه (گروههای ۳ تا ۱۲) تعداد تست ها: ۷	کنکور
۱	کدام گزینه درباره ی عنصرهای آکتینید، درست است؟ (۱) عدد اتمی این عنصرها از ۵۸ تا ۷۱ می باشد. (۲) نخستین عنصر آن ها، آکتینیم است و همگی هسته ی ناپایدار دارند. (۳) در دوره هفتم جدول تناوبی جای دارند و زیرلایه ی $4f$ اتم آن در حال پرشدن است. (۴) مهم ترین آن ها اورانیوم است که پایدارترین ایزوتوپ آن نزدیک به $4/5$ میلیارد سال پایدار است.	تجربی ۹۳
۲	کدام عنصر نرم تر است؟ $Zn$ (۱) $Mn$ (۲) $Cu$ (۳) $K$ (۴)	تألفی
۳	سختی کدام عنصر بیش تر است؟ $Hg$ (۱) $Mn$ (۲) $Mg$ (۳) $Li$ (۴)	تألفی
۴	کدام گزینه عدد اتمی عنصری است که جزو عنصرهای واسطه ی داخلی محسوب نمی شود؟ $66$ (۱) $100$ (۲) $78$ (۳) $93$ (۴)	تألفی
۵	کدام مطلب در مورد عنصرهای واسطه داخلی درست است؟ (۱) در اتم آنها زیرلایه های $5d$ و $6d$ در حال پرشدن هستند. (۲) همگی به صورت مصنوعی ساخته می شوند. (۳) شامل لانتانیدها و اکتینیدها می باشند. (۴) همگی پرتوزا هستند.	تألفی
۶	در آرایش الکترونی ${}_{28}Ni$ ، آخرین الکترون در کدام زیرلایه است؟ آخرین الکترون وارد کدام زیرلایه می شود؟ $3d, 3d$ (۱) $3d, 4s$ (۲) $4s, 3d$ (۳) $4s, 4s$ (۴)	تألفی

## جدول تناوبی

## استاد زارع

ریاضی ۸۵	<p>۷ کدام مطلب درست است؟ (با اندکی تغییر)</p> <p>(۱) اتم همه ی فلزهای واسطه، در اوربیتال <math>s</math> لایه ظرفیت خود ۲ الکترون دارد.</p> <p>(۲) اتم همه ی فلزهای قلیایی خاکی، در تراز <math>s</math> لایه ظرفیت خود یک الکترون دارد.</p> <p>(۳) نقطه ذوب و سختی عنصرهای گروه سوم تا دوازدهم در مقایسه با فلزهای قلیایی خاکی کمتر است.</p> <p>(۴) عنصرهای لانتانید، خانه های ۵۷ تا ۷۰ جدول تناوبی را اشغال می کنند و واکنش پذیری قابل توجهی دارند.</p>
-------------	---

شماره تست	پاسخ نامه بخش دوم شیمی ۲: فلزات واسطه (گروههای ۳ تا ۱۲)
۱	<p>(۴) در مورد این سوال کنکوری های جدید مواظب باشند:</p> <p>در کتاب قدیمی، عدد اتمی اکتینیدها بین ۹۰ تا ۱۰۳ ذکر است (گزینه ۱ نادرست است). در کتاب جدید بین ۸۹ تا ۱۰۲ طبق کتاب قدیمی آکتینیم جزو اکتینیدها به شمار نمی رود اما برای کتاب جدید این گزینه هم درست است.</p> <p>آکتینیدها در تناوب هفتم جای دارند اما زیرلایه ی <math>5f</math> اتم آن در حال پر شدن است.</p> <p>پس جواب صحیح گزینه ی ۴ است.</p>
۲	<p>(۴) پتاسیم <math>K</math> فلز قلیایی است بنابراین فلزی نرم می باشد. بقیه گزینه ها فلزات واسطه هستند که فلزات سختی هستند.</p>
۳	<p>(۲) جیوه فلز واسطه ی مایع است. منیزیم فلز قلیایی خاکی و لیتیم فلز قلیایی می باشند که نسبت به منگنز- که یک فلز واسطه است- فلزات نرمی هستند.</p>
۴	<p>(۳) عدد اتمی فلزات واسطه ی داخلی بین ۵۷ تا ۷۰ (لانتانیدها) و ۸۹ تا ۱۰۲ (اکتینیدها) می باشد.</p>

## استاد زارع

## جدول تناوبی

<p>(۳) سایر گزینه ها:</p> <p>(۱) در اتم آن ها زیر لایه های <math>4f</math> و <math>5f</math> در حال پر شدن هستند.</p> <p>(۲) و (۴) اکتیدها (مثل سایر عناصر تناوب هفتم) همگی پرتوزا هستند و در برخی موارد به صورت مصنوعی ساخته می شوند.</p>	۵
<p>(۲) در آرایش الکترونی <math>{}_{28}Ni</math>، آخرین الکترون در زیر لایه ی آخرین لایه (لایه ی چهارم) است. پس، آخرین الکترون در زیر لایه ی <math>4s</math> قرار دارد. اما آخرین الکترون وارد زیر لایه <math>3d</math> می شود.</p> <p style="text-align: center;"><math>{}_{28}Ni: [{}_{18}Ar]3d^8 4s^2</math></p>	۶
<p>(۴) سایر گزینه ها:</p> <p>(۱) در آرایش الکترونی فلزات بینظمی دیده می شود. برای مثال در اتم <math>{}_{19}Cu</math> در زیر لایه ی <math>4s</math> یک الکترون وجود دارد.</p> <p>(۲) اتم همه ی فلزهای قلیایی خاکی، در تراز <math>s</math> لایه ظرفیت خود دو الکترون دارد.</p> <p>(۳) نقطه ذوب و سختی عنصرهای گروه سوم تا دوازدهم در مقایسه با فلزهای قلیایی خاکی بیش تر است.</p>	۷

## عنصرهای اصلی دسته ی p

Li 3	Be >0	B -27	C -122	N >0	O -141	F -328	Ne >
Na 10	Mg >0	Al -43	Si -134	P -72	S -200	Cl -349	Ar >
K 19	Ca -4	Ga -30	Ge -119	As -78	Se -195	Br -325	Kr >
Rb 37	Sr -11	In -30	Sn -107	Sb -103	Te -190	I -295	Xe >
1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8

## عنصر دسته ی p

به عنصرهای گروه های ۱۳ تا ۱۸ جدول تناوبی، عنصرهای اصلی دسته ی P گفته می شود.

## استاد زارع

## جدول تناوبی

در هر یک از گروه‌های ۱۴، ۱۵، ۱۶ دسته P، هم فلز، هم شبه فلز و هم نافلز دیده می‌شود.  
هالوژن‌ها و گازهای نجیب دو گروه معروف از عنصرهای دسته P به شمار می‌روند.

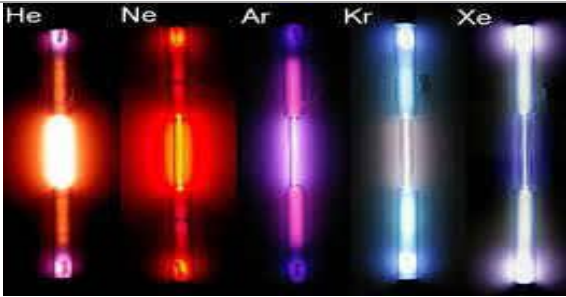
### هالوژن‌ها (نمک سازها)

هالوژن	جرم اتمی	نقطه ذوب	نقطه جوش	الکترونگاتیویته
فلور	۱۹	۵۳/۵۳	۰۳/۸۵	۳/۹۸
کلر	۳۵/۵	۶/۱۷۱	۱۱/۲۳۹	۳/۱۶
برم	۸۰	۸/۲۶۵	۰/۳۳۲	۲/۹۶
ید	۱۲۷	۸۵/۳۹۶	۴/۴۵۷	۲/۶۶
استاتین	۲۱۰	۵۷۵	۶۱۰	۲/۲۰

عنصرهای گروه ۱۷ (VIIA) را تشکیل می‌دهند که واکنش‌پذیرترین نافلزهای جدول به شمار می‌روند و اغلب به صورت دو اتمی بوده و برم تنها هالوژن مایع است.  
هالوژن‌ها به آسانی با فلزهای گروه ۱ و ۲ واکنش داده و نمکها را به وجود می‌آورند. نمکها از جمله ترکیبات یونی هستند که در فصل سوم با آنها آشنا خواهیم شد.  
فعالیت شیمیایی هالوژن‌ها از بالا به پایین کاهش می‌یابد.  
با کسب یک الکترون به آنیون  $X^-$  تبدیل و به آرایش پایدار گاز نجیب بعد از خود می‌رسند.

**نکته:** تمامی این گازها تک اتمی بوده و به مقادیر کم در اتمسفر یافت می شود. در بین گازهای بی اثر، رادون رادیواکتیو خطرناک می باشد. گازهای بی اثر بیشترین انرژی یونیزاسیون را داشته و الکترونگاتیویته آنها بسیار کم و ناچیز می باشد. این گازها نقطه ذوب پایینی داشته (هلیوم کمترین مقدار نقطه ذوب را دارد) و همگی در تمام اتاق به شکل گاز می باشند.

مشخصات گازهای نجیب (نادر = کمیاب) این گازها در گروه ۱۸ (VIIIA) جدول تناوبی جای دارند. پایدارترین و کم واکنش پذیرترین عنصرهای جدول تناوبی هستند.

آرایش لایه الکترونی	علامت شیمیایی	نام	
$2s^2$	He	هلیوم	
$2s^2 2p^6$	Ne	نئون	
$3s^2 3p^6$	Ar	آرگون	
$4s^2 4p^6$	Kr	کریپتون	
$5s^2 5p^6$	Xe	زنون	
$6s^2 6p^6$	Rn	رادون	

**نکته:** در لایه ی آخر گازهای نجیب به جز هلیوم، ۸ الکترون وجود دارد و آرایش الکترونی لایه ی ظرفیت همگی آنها پایدار است.

آرایش الکترونی گازهای نجیب به  $ns^2 np^6$  ختم می شود. آرایش الکترونی هلیوم به  $ns^2$  ختم می شود.

تا سال ۱۹۶۰، تصور می شد که این گازها به علت داشتن عدد اکسیداسیون صفر بی اثر بوده و تمایل به تشکیل ترکیب ندارند. تمامی گازهای نجیب ماکزیمم تعداد الکترون را در لایه بیرونی (آخر) الکترونی خود دارند (گاز هلیم ۲ و بقیه گازها ۸ الکترون) و تمایلی اندکی به گرفتن یا از دست دادن الکترون داشته که همین خاصیت موجب پایداری آنها شده است. در مورد گازهای هلیم، نئون و آرگون ترکیبی شناخته شده‌ای ثبت نشده ولی کریپتون در واکنش با فلوئورین تشکیل جامد بی رنگ می دهد. زنون هم تشکیل ترکیبات زیادی با اکسیژن و فلوئورین می دهد.

نکته: آرگون، نئون، کریپتون و زنون اولین بار بین سالهای ۱۸۹۴ تا ۱۸۹۸ توسط رامسی، رایله و تراورس از راه تقطیر جزء به جزء هوای مایع بدست آمدند. رادون از راه واکنشهای واپاشی رادیواکتیوی توریم و رادیم توسط دورن در ۱۹۰۰ کشف شد.

کاربردهای مهم گازهای نجیب: در تهیه تابلوهای نئون (هلیم: زرد، نئون: قرمز، آرگون: قرمز یا آبی، کریپتون: سبز مایل به آبی و زنون: آبی متمایل به سبز). و تهیه هوای تنفسی برای غواصی، رقیق کردن اکسیژن برای تنفس بیماران مبتلا به آسم و جوشکاری. و تهیه لامپهای فلورسان و لامپهای معمولی و لیزرهای گازی است.

### هیدروژن (خانواده‌ی تک عضوی)

هیدروژن ( $H_1$ ) به علت داشتن یک الکترون در اوربیتال ۱s خود، دارای آرایش الکترونی شبیه فلزهای قلیایی (IA) بوده، از این رو آن را در بالای این گروه، قرار داده‌اند.

هیدروژن به دلیل این که یک عنصر نافلزی است، خواص شیمیایی و فیزیکی متفاوت تری از عنصرهای گروه

IA دارد و از این رو، آن را در یک گروه تک عضوی، بالای گروه فلزهای قلیایی قرار می دهند.



## جدول تناوبی

## استاد زارع

هیدروژن دارای واکنش پذیری شیمیایی زیادی است، به این دلیل در طبیعت به حالت آزاد یافت نمی‌شود.

آب، فراوان‌ترین ترکیب هیدروژن‌دار است.

شماره تست	بفش دوم: گروه ۱۳ تا ۱۸ تعداد تست ها: ۴	کنکور																
۱	<p>عنصر <math>X</math> هم دوره و با کربن (<math>C</math>) در جدول تناوبی هم گروه است، کدام گزینه درباره ی آن نادرست است؟</p> <p>(۱) عدد اتمی آن برابر ۵۰ است.</p> <p>(۲) اکسیدهایی با فرمول عمومی <math>XO</math> و <math>XO_2</math> تشکیل می‌دهد.</p> <p>(۳) شمار اوربیتال های نیم پر لایه ی ظرفیت اتم آن در حالت پایه، دو برابر اوربیتالهای جفت الکترونی این لایه است.</p> <p>(۴) عنصری شبه فلزی است و یون پایدار <math>X^{4+}</math> را با آرایش الکترونی مشابه گاز نجیب <math>Kr^{36}</math> تشکیل می‌دهد.</p>	ریاضی ۸۷																
۲	<p>با توجه به جدول زیر، که بخشی از جدول تناوبی است، کدام عنصر از دسته عنصرهای شبه فلزی است که در آخرین زیر لایه اشغال شده ی اتم آن، سه الکترون جفت نشده وجود دارد؟</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>گروه \ تناوب</th> <th>۱۴</th> <th>۱۵</th> <th>۱۶</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>۳</th> <td>Si</td> <td>P</td> <td>S</td> </tr> <tr> <th>۴</th> <td>Ge</td> <td>As</td> <td>Se</td> </tr> <tr> <th>۵</th> <td>Sn</td> <td>Sb</td> <td>Te</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">As (۱)    Si (۲)    Se (۳)    Ge (۴)</p>	گروه \ تناوب	۱۴	۱۵	۱۶	۳	Si	P	S	۴	Ge	As	Se	۵	Sn	Sb	Te	تجربی ۸۷
گروه \ تناوب	۱۴	۱۵	۱۶															
۳	Si	P	S															
۴	Ge	As	Se															
۵	Sn	Sb	Te															

## جدول تناوبی

## استاد زارع

تألفی	<p>۳ اگر یون تک اتمی عنصر <math>X</math> (با آرایش الکترونی گاز نجیب) دارای ۳۶ الکترون باشد، عنصر <math>X</math> می تواند در تناوب..... گروه..... جای داشته و با اکسیژن، اکسیدی با فرمول..... تشکیل دهد.</p> <p>(۱) چهارم - VIA - <math>XO_2</math>                  (۲) چهارم - IVA - <math>XO_2</math>                  (۳) پنجم - ۱۶ - <math>XO_3</math>                  (۴) پنجم - ۱۷ - <math>X_2O_5</math></p>
تألفی	<p>۴ آرایش الکترونی یون های <math>A^{2-}</math> و <math>B^{3+}</math> به <math>3p^6</math> ختم می شود، کدام مطلب درست است؟</p> <p>(۱) اتم <math>A</math> به گروه ۱۴ و اتم <math>B</math> به گروه ۲ تعلق دارد.                  (۲) اتم <math>B</math> به دوره چهارم و اتم <math>A</math> به دوره سوم تعلق دارد.                  (۳) اتم <math>B</math> عنصر واسطه و اتم <math>A</math> عنصر اصلی است.                  (۴) تفاوت تعداد الکترون های <math>A</math> و <math>B</math>، ۱۲ است.</p>

شماره تست	پاسخ نامه بخش دوم: گروه ۱۳ تا ۱۸
۱	<p>(۴) این عنصر در تناوب ۵ و در گروه ۱۴ قرار دارد پس:</p> <p>(۱) عدد اتمی آن ۴ عدد از گاز نجیب هم دوره ی خود یعنی <math>{}_{54}Xe</math> کم تر است. پس عدد اتمی این عنصر ۵۰ می باشد.</p> <p>(۲) این عنصر (<math>Sn</math>) دارای ظرفیت های ۲ و ۴ است پس <math>SnO</math> و <math>SnO_2</math> تشکیل می دهد.</p> <p>(۳) لایه ی ظرفیت اتم عناصر در گروه ۱۴، یک اوربیتال پر و دو اوربیتال نیم پر وجود دارد: <math>ns^2 np^2</math></p> <p>(۴) به دو علت به راحتی می توان گزینه ی ۴ را انتخاب کرد:                  اول این که، قلع فلز است.                  دوم این که، فلز قلع <math>Sn</math> نمی تواند به آرایش گاز نجیب برسد چون برای این کار باید ۱۴ الکترون از دست بدهد که این کار عملاً غیر ممکن است.</p>

## جدول تناوبی

## استاد زارع

۲	(۱) سه الکترون جفت نشده یعنی سه تک الکترون. در گروه ۱۵ که در زیر لایه ی $P^2$ وجود دارد سه تک الکترون داریم. $As$
۳	(۱) چون این یون ۳۶ الکترون دارد، یا باید یون منفی از تناوب چهارم و یا یون مثبت از تناوب ۵ باشد. گروه های ۱۶ و ۱۷ فقط یون منفی ایجاد می کنند پس گزینه های ۳ و ۴ نادرست است. از طرفی گروه ۱۴ ( $IVA$ ) یون منفی تولید نمی کند پس گزینه ی ۱ درست است.
۴	(۲) اتم $A$ به گروه ۱۶ (عنصر اصلی دسته ی $P$ ) تناوب ۳ و اتم $B$ به گروه ۲ (فلز قلیایی خاکی) تناوب ۴ تعلق دارد. (رد گزینه های ۱ و ۳)، پس گزینه ی ۲ درست است. $P^6$ آخرین زیر لایه ی الکترونی سومین گاز نجیب است که عدد اتمی ۱۸ دارد پس عدد اتمی اتم $A$ دو عدد کم تر (یعنی ۱۶) و عدد اتمی اتم $B$ دو عدد بیش تر (یعنی ۲۰) می باشد. پس تفاوت تعداد الکترون های $A$ و $B$ - که همان تفاوت عدد اتمی آن ها می باشد ۱۲ است. (رد گزینه ی ۴)

### موقعیت عنصرها در جدول تناوبی (تعیین شماره ی گروه و دروهی عنصرها)

برای تعیین دوره و گروهها در جدول تناوبی دانستن قاعده ی آفا و مهمترین ابزار ماست.

#### نکات کلیدی

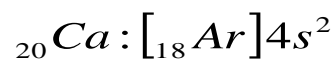
- (۱) دورترین لایه از هسته را **لایه ی ظرفیت** و الکترون های آن را الکترون ظرفیت می نامند.
- (۲) در رسم آرایش الکترونی، آخرین الکترون در هر تراز قرار گیرد اصطلاحاً می گویند: "آرایش الکترونی به آن تراز ختم می شود و یا آن تراز در حال پر شدن است.
- (۳) اگر آرایش الکترونی عنصری به لایه ی ظرفیت (لایه ای که بیشترین ضریب را دارد) آن ختم شود عنصر اصلی و اگر به لایه ی ماقبل آن ختم شود واسطه است.
- (۴) تنها در عناصر اصلی تعداد الکترون های ظرفیت شماره ی گروه عنصر را معین می کند.

۵) اگر الکترون‌های ظرفیت عنصری ۱، ۲ یا ۳ الکترون باشد عنصر، فلز و اگر ۴ تا ۸ الکترون باشد، نافلز است. (تنها موارد استثنا: هیدروژن و هلیم)

۶) اگر الکترون‌های ظرفیت عنصری ۸ الکترون باشد گاز نجیب است (به جز هلیم که ۲ الکترون دارد و گاز نجیب است).

با داشتن عدد اتمی و یا آرایش الکترونی لایه‌ی آخر یک عنصر، می‌توان دوره و شماره‌ی گروه آن را مشخص

نمود. **بزرگ‌ترین** ضریب در آرایش الکترونی یک عنصر (خنثی نه یون آن)، نشان دهنده‌ی **شماره‌ی تناوب** آن عنصر است. به عنوان مثال، کلسیم در تناوب ۴ قرار دارد.



شماره‌ی گروه یک عنصر را به دو صورت آیوپاک (از گروه شماره‌ی ۱ تا گروه شماره‌ی ۱۸) و به صورت اعداد رومی (از I تا VIII) نشان می‌دهند.

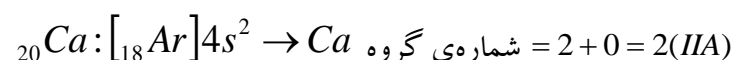
تطابق شماره‌ی گروه عنصرها براساس روش آیوپاک و روش اعداد رومی در زیر ارایه شده است.

شماره گروه اصلی و فرعی B

IA	IIA	IIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	VIIIB	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸ و ۹ و ۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸

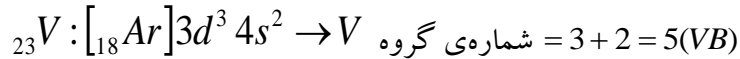
برای تعیین شماره‌ی گروه یک عنصر به صورت زیر عمل می‌کنیم:

۱- اگر آرایش الکترونی عنصری به  $(n-1)d^a ns^b$  ختم شود و  $a=10$  نباشد، شماره‌ی گروه آن عنصر برابر است با مجموع الکترون‌های موجود در **s و d** یعنی:



## جدول تناوبی

## استاد زارع

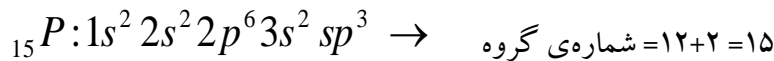


۲- اگر آرایش الکترونی عنصری به  $np^c$  ختم شود، شماره ی گروه آن عنصر برابر است با:

c: تعداد الکترونها ی موجود در اوربیتال p است.  **$12 + c = \text{شماره ی گروه عنصر}$**

مثال: شماره ی گروه عنصر فسفر ( ${}_{15}P$ ) به صورت زیر تعیین می شود:

(VA)



دسته بندی عناصر جدول

دسته (S): اوربیتال S آنها در حال پر شدن است. **اصلی (A)**

دسته (P): اوربیتال P آنها در حال پر شدن است.

دسته (d): اوربیتال d آنها در حال پر شدن است. (واسطه داخلی گروه ۳ تا ۱۰)

دسته (f): (داخلی)

لانتانیدها: اوربیتال ۴f در حال پر شدن است.

اکتینیدها: اوربیتال ۵f در حال پر شدن است.

**نکته طلایی:** در برخی سوالات کنکور، آرایش الکترونی یک یون داده می شود و از داوطلب شماره ی گروه و تناوب عنصر را می خواهند که در این صورت ابتدا تعداد الکترونها در اتم خنثای مربوطه را تعیین کرده، سپس با توجه به آرایش الکترونی اتم خنثی شماره ی گروه و دوره ی عنصر مربوطه را مشخص می کنیم.

## جدول تناوبی

## استاد زارع

### تست نمونه

آرایش الکترونی یون  $A^{2-}$  به  $3p^6$  ختم می شود. شماره ی گروه و تناوب عنصر  $A$ ، به ترتیب کدام اند؟

۴-۱۲ (۱)      ۳-۱۴ (۲)      ۳-۱۸ (۳)      ۳-۱۶ (۴)

پاسخ:

آرایش الکترونی  $A^{2-} \leftarrow 3p^6$  :..... $A^{2-}$

اتم  $A$ ، ۲ الکترون کمتر از یون  $A^{2-}$  دارد پس آرایش الکترونی  $A$  ختم می شود به:

$A$ :..... $3p^4$

۳= شماره ی دوره ی  $A$  و  $16(VIA) = 12 + 4 =$  شماره ی گروه  $A$

شماره تست	بفش دوهم شیمی ۲: جدول تناوبی مندلیف، تناوب و گروه عناصر تعداد تست ها: ۱۰	کنکور
۱	عنصری با عدد اتمی ۴۸، هم گروه با عنصری دارای عدد اتمی..... و هم تناوب با عنصری با عدد اتمی..... است. ۳۰-۵۳ (۱)      ۵۵-۳۰ (۲)      ۳۷-۸۰ (۳)      ۵۲-۲۸ (۴)	تألفی
۲	اعداد اتمی عناصر زیرین ۳۱، ۳۸ و ۴۴مین عنصر جدول تناوبی به ترتیب کدامند؟ ۷۶، ۵۶، ۴۹ (۱)      ۷۶، ۴۹، ۵۶ (۲)      ۱۳، ۲۰، ۲۶ (۳)      ۴۲، ۵۲، ۶۲ (۴)	تألفی
۳	عنصر $A$ در تناوب ۳ گروه ۲ و عنصر $B$ در تناوب ۵ گروه ۱۷ جای دارد اختلاف عدد اتمی این دو عنصر چند است؟ ۴۱ (۱)      ۲۳ (۲)      ۱۵ (۳)      ۷۲ (۴)	تألفی

## جدول تناوبی

## استاد زارع

تجربی ۹۱	<p>کدام بیان درباره عنصر <math>M</math> نادرست است؟</p> <p>(۱) عنصر اصلی است و در گروه VIA جای دارد.</p> <p>(۲) آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم آن <math>4P^2 4S^2</math> است.</p> <p>(۳) با عنصر <math>X</math> در یک دوره جدول تناوبی جای دارد.</p> <p>(۴) اتم آن ۱۰ الکترون با عدد کوانتومی <math>l = 2</math> دارد.</p>	۴
ریاضی ۸۹	<p>اگر تفاوت عدد اتمی و شمار نوترون های اتم عنصر <math>A</math> برابر ۱۰ باشد، کدام بیان درباره این عنصر درست است؟</p> <p>(۱) عنصری گازی از گروه VIIA است.</p> <p>(۲) با فلزهای قلیایی <math>M</math> ترکیب های یونی با فرمول <math>MA</math> تشکیل می دهد.</p> <p>(۳) آرایش الکترونی لایه ظرفیت اتم آن <math>4p^4 4s^2</math> است.</p> <p>(۴) عنصری اصلی از گروه ۱۵ جدول تناوبی است.</p>	۵
ریاضی ۸۸	<p>اگر شمار الکترون های یون تک اتمی <math>M^+</math> برابر ۳۶ باشد، عنصر <math>M</math> در دوره..... جدول تناوبی جای داشته، عدد اتمی آن برابر..... است و با گوگرد ترکیبی با فرمول..... تشکیل می دهد.</p> <p>(۱) چهارم - ۳۷ - <math>MS</math></p> <p>(۲) چهارم - ۳۵ - <math>M_2S</math></p> <p>(۳) پنجم - ۳۵ - <math>MS</math></p> <p>(۴) پنجم - ۳۷ - <math>M_2S</math></p>	۶
تجربی ۸۸	<p>عنصرهایی که زیرلایه ی..... آن ها در حال اشغال و پرشدن است، جزء عنصرهای..... محسوب می شوند و این عنصرها در گروه های..... جای دارند و همه ی آن ها عنصرهای..... اند.</p> <p>(۱) <math>d</math> - واسطه - ۳ تا ۱۳ - فلزی</p> <p>(۲) <math>d</math> - واسطه - ۳ تا ۱۲ - فلزی</p> <p>(۳) <math>p</math> - اصلی - ۱ تا ۸ - نافلزی</p> <p>(۴) <math>p</math> - اصلی - ۱۲ تا ۱۸ - فلزی</p>	۷
ریاضی ۸۵	<p>خواص شیمیایی عنصر <math>M</math>، به خواص شیمیایی کدام عنصر، نزدیک تر است؟</p> <p>(۱) <math>Mn</math> (۲۵) (۲) <math>Rb</math> (۳۷) (۳) <math>As</math> (۳۳) (۴) <math>Br</math> (۳۵)</p>	۸



## جدول تناوبی

## استاد زارع

ریاضی خارج از کشور ۹۰	با توجه به این که عدد اتمی کلسیم ۲۰ است، عدد اتمی عنصر اصلی هم دوره ی بعد از آن، کدام است؟  ۲۸ (۱)      ۳۰ (۲)      ۳۱ (۳)      ۳۲ (۴)
تألفی	با توجه به آرایش الکترونی کدام دو عنصر در یک دوره ی جدول تناوبی قرار دارند؟  $D^{-}: 3s^2 3p^6$ $C: 4s^2 4p^2$ $B^{+}: 4s^2 4p^6$ $A: 3s^2 3p^2$ $B, D (۴)$ $B, C (۳)$ $A, D (۲)$ $A, C (۱)$

شماره تست	پاسخ نامه، بخش دوم شیمی ۲: جدول تناوبی مندلیف، تناوب و گروه عناصر
۱	(۱) عنصر با عدد اتمی ۴۸ متعلق به تناوب ۵ و گروه $[18 - (54 - 48) = 12]$ می باشد.
۲	(۱) عدد اتمی ۳۱ با گاز نجیب بعد از خود (۳۶)، ۵ عدد اختلاف دارد (کم تر است) پس عدد اتمی عنصر زیرین آن هم با گاز نجیب بعد از گاز (۵۴)، ۵ عدد اختلاف دارد (کم تر است) یعنی $[54 - 5 = 49]$ عدد اتمی ۳۸ با گاز نجیب قبل از خود (۳۶)، ۲ عدد اختلاف دارد (بیش تر است) پس عدد اتمی عنصر زیرین آن هم با گاز نجیب بعد از خود (۵۴)، ۲ عدد اختلاف دارد (بیش تر است) یعنی $[54 + 2 = 56]$ عدد اتمی ۴۴ با گاز نجیب بعد از خود (۵۴)، ۱۰ عدد اختلاف دارد (کم تر است) پس عدد اتمی عنصر زیرین آن هم با گاز نجیب بعد از خود (۸۶)، ۱۰ عدد اختلاف دارد (کم تر است) یعنی $[86 - 10 = 76]$
۳	(۱) عدد اتمی عنصر $A$ برابر با عدد اتمی گاز نجیب قبلی $(10) + 2$ یعنی ۱۲ می باشد. عدد اتمی عنصر $B$ برابر با عدد اتمی گاز نجیب همان تناوب (۵۴) منهای ۱ یعنی ۵۳ می باشد. پس اختلاف عدد اتمی این دو عنصر $(53 - 12 = 41)$ یعنی گزینه ی ۱ می باشد.

## جدول تناوبی

## استاد زارع

۴	(۲) عنصر $M_{34}$ به تناوب ۴ و گروه ۱۶ (VIA) تعلق دارد پس آرایش الکترونی لایه ظرفیت آن $4s^2 4p^4$ است.
۵	(۲) عدد اتمی این عنصر $Z = \frac{80-10}{2} = 35$ → تفاوت نوترون و پروتون - عدد جرمی $Z$ می باشد. پس این عنصر به تناوب ۴ از گروه ۱۷ (VIIA) تعلق دارد یعنی برم است که تنها نافلز مایع می باشد. همچنین یون $A^-$ تولید می کند که با فلز قلیایی ترکیب $MA$ تشکیل می دهد.
۶	(۴) اتم با از دست دادن یک الکترون به یک بار مثبت تبدیل می شود پس عدد اتمی یون یک بار مثبت یکی بیش از تعداد الکترون های آن می باشد. پس عدد اتمی عنصر $M$ باید ۳۷ و تناوب ۵ باشد (رد گزینه های ۱، ۲ و ۳)
۷	(۲) عنصرهایی که زیر لایه ی $d$ آن ها در حال اشغال و پرشدن است، جزء عنصرهای واسطه محسوب می شوند و این عنصرها در گروه های ۳ تا ۱۲ جای دارند و همه ی آنها عنصرهای فلزی اند.
۸	(۳) عنصر $M_{15}$ متعلق به گروه ۱۵ است. در بین گزینه ها فقط گزینه ی ۳ ( $As_{33}$ ) متعلق به گروه ۱۵ است و بنابراین خواصی مشابه با $M_{15}$ دارد.
۹	(۳) عناصر اصلی دسته $s$ یا $p$ هستند. با توجه به آرایش الکترونی، عدد اتمی عنصر اصلی بعد از کلسیم باید ۳۱ باشد. ${}_{20}Ca: [{}_{18}Ar] 4s^2$ ${}_{31}Ga: [{}_{18}Ar] 4s^2 3d^1 4p^1$
۱۰	(۲) به یون مثبت به تعداد بار یون الکترون می دهیم و به یون منفی به تعداد بار یون الکترون کم می کنیم تا اتم (خنثی) به دست آید بعدا عدد اتمی را به دست می آوریم. تذکر: یون های $B^+$ و $D^{2-}$ آرایش الکترونی گاز نجیب $Kr_{36}$ و $Ar_{18}$ را دارند. دوره ۳      دوره ۴      دوره ۵      دوره ۳ $A: [{}_{11}Ne] 3s^2 3p^2$ . $B: [{}_{36}Kr] 5s^1$ . $C: [{}_{18}Ar] 4s^2 4p^2$ . $D: [{}_{11}Ne] 3s^2 3p^4$

## جدول تناوبی

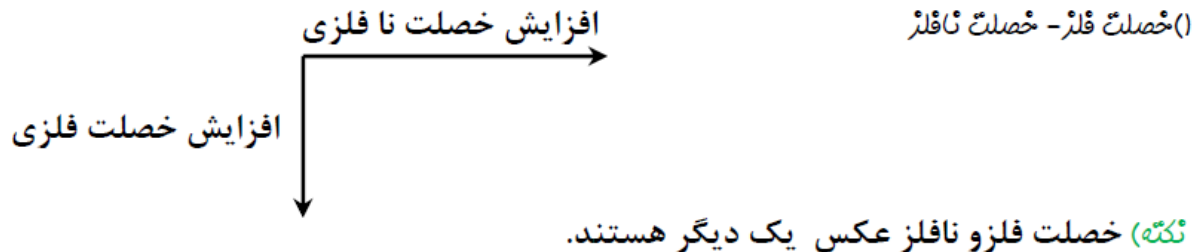
## استاد زارع

### بررسی روند تغییرات خواص کلیدی عناصرها در جدول تناوبی

در جدول تناوبی رفتارها و خصیصه‌هایی به طور تناوبی در گروه‌ها و دوره‌ها تکرار میشود که بسیار حایز اهمیت است. در این بخش شماری از مهمترین رفتارهای تناوبی را بررسی می‌کنیم.

### روند تغییرات خصلت فلزی و نافلزی

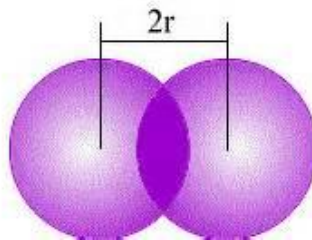
خاصیت **نافلزی** از چپ به راست **افزایش** یافته و از بالا به پایین روند **نزولی** دارد. به عبارت ساده تمایل به از دست دادن الکترون که مترادف با خاصیت **فلزی** است در گروه‌ها از بالا به پایین **بیشتر** شده و در تناوبها از چپ به راست **کاهش** می‌یابد.



### روند تغییرات شعاع

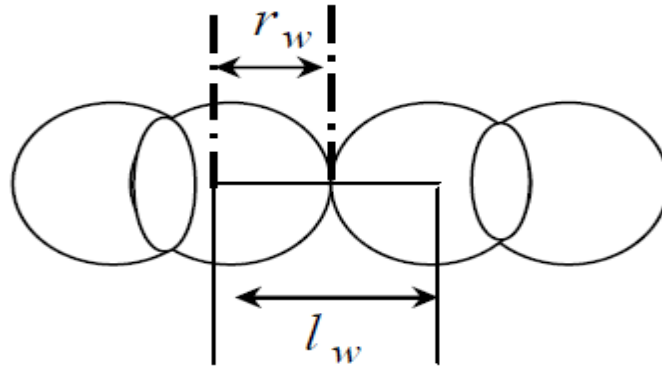
دو نوع شعاع برای عناصرها در نظر گرفته می‌شود.

شعاع اتمی (شعاع کووالانسی): **نصف** فاصله‌ی بین هسته‌های دو اتم **مشابه** در یک مولکول دو اتمی با پیوند ساده (یگانه).

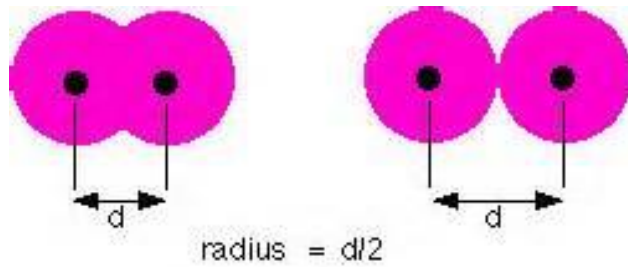


شکل شعاع اتمی

شعاع اتمی و اندروالسی: نصف فاصله‌ی بین هسته‌ی دو اتم مشابه و مماس از دو مولکول مجاور هم.



شکل شعاع و اندروالسی



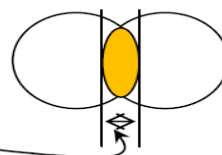
مقایسه شعاع اتمی و واندروالسی

شعاع اتمی (کووالانسی) هر اتم از شعاع اتمی و اندروالسی آن کوچکتر است.

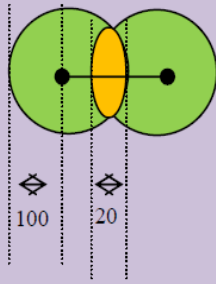
یکای شعاع اتمی بر حسب پیکومتر (Pm) بیان می شود.

بین  $r_w$  و  $r_c$  رابطه زیر برقرار است.

$r_w = r_c + 1/2$  (طول هم پوشانی)



مثال: در شکل پایین شعاع واندر والسی، شعاع کووالانسی و طول پیوند را بدست آورید.



$$r_w = 100 \text{ pm}$$

$$r_w = r_c + \frac{1}{2}(\text{طول})$$

$$100 = r_c + \frac{1}{2}(20) \rightarrow r_c = 90$$

$$r_c = \frac{l}{2} \rightarrow l = r_c \times 2 = 180$$

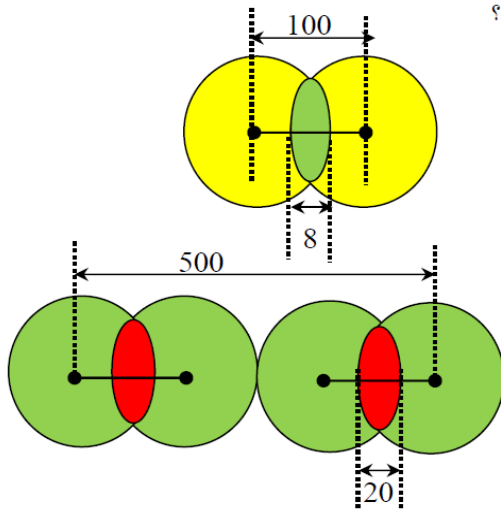
مثال: اگر طول پیوند (x-x) 90 pm باشد و طول پیوند (y-y) چند pm است؟

$$x-x \begin{cases} l_c = 90 \\ r_{c_x} = \frac{90}{2} = 45 \end{cases}$$

$$y-y \begin{cases} l = ? \Rightarrow r = \frac{l}{2} \\ l = r_y \times 2 = 15 \times 2 = 30 \end{cases}$$

$$x-y \begin{cases} l = 60 \\ r_{c_y} = 60 - 45 = 15 \end{cases}$$

تمرین: در شکل های زیر شعاع واندر والسی، شعاع کووالانسی را بدست آورید؟



## جدول تناوبی

## استاد زارع

عوامل مؤثر بر اندازه‌ی شعاع اتمی یک عنصر عبارتند از:

۱- **تعداد لایه‌های الکترونی:** هر چه تعداد لایه‌های الکترونی یک عنصر **بیشتر** باشد، شعاع اتمی آن **بزرگتر** است. چون با افزایش لایه‌ها تعداد الکترون‌ها بیشتر خواهد شد.

۲- **بار مؤثر هسته:** هر چه بار مؤثر هسته‌ی یک اتم **قویتر** باشد، شعاع اتمی آن **کوچکتر** است. بار مؤثر مقدار جاذبه‌ای است که هر اتم از هسته احساس می‌کند.

۳- **اثر پوششی الکترونی درونی:** هر چه اثر پوششی الکترونی‌های درونی یک اتم بیشتر باشد، شعاع اتمی آن، **بزرگتر** است و بار مؤثر دریافتی از هسته **کمتر** است.

**اثر پوششی الکترون‌های درونی:** پدیده‌ای است که باعث کاهش جاذبه‌ی هسته‌ی یک اتم، بر الکترون‌های لایه‌ی بیرونی آن اتم می‌شود.

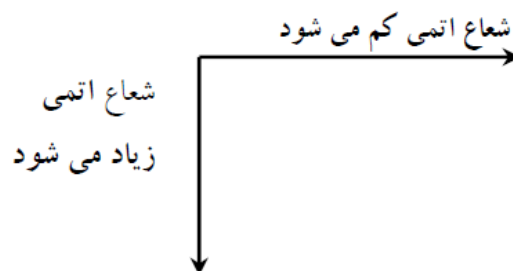
۷ **بار مؤثر هسته:** به میزان جاذبه‌ای که الکترون‌ها در فاصله‌ی معینی از هسته احساس می‌کنند، گفته می‌شود.

**اثر پوششی الکترونی‌های لایه‌های درونی - عدد اتمی (بار هسته) = بار مؤثر هسته**

هر چه اثر پوششی الکترونی‌های درونی بر لایه‌های آخر بیشتر باشد، بار مؤثر هسته بر این لایه کمتر و شعاع اتمی بزرگتر خواهد بود. در یک گروه از جدول تناوبی؛ به دو دلیل زیر، شعاع اتمی افزایش می‌یابد:

۱- افزایش تعداد لایه‌های الکترونی اتم کاهش جاذبه‌ی هسته بر **الکترون‌های لایه‌ی آخر** را به دنبال دارد که باعث افزایش شعاع می‌شود.

۲- افزایش اثر پوششی الکترونی‌های درونی و به تبعیت آن کاهش بار مؤثر هسته افزایش شعاع را به دنبال دارد. در یک دوره از جدول تناوبی؛ از چپ به راست، شعاع اتمی کاهش می‌یابد.

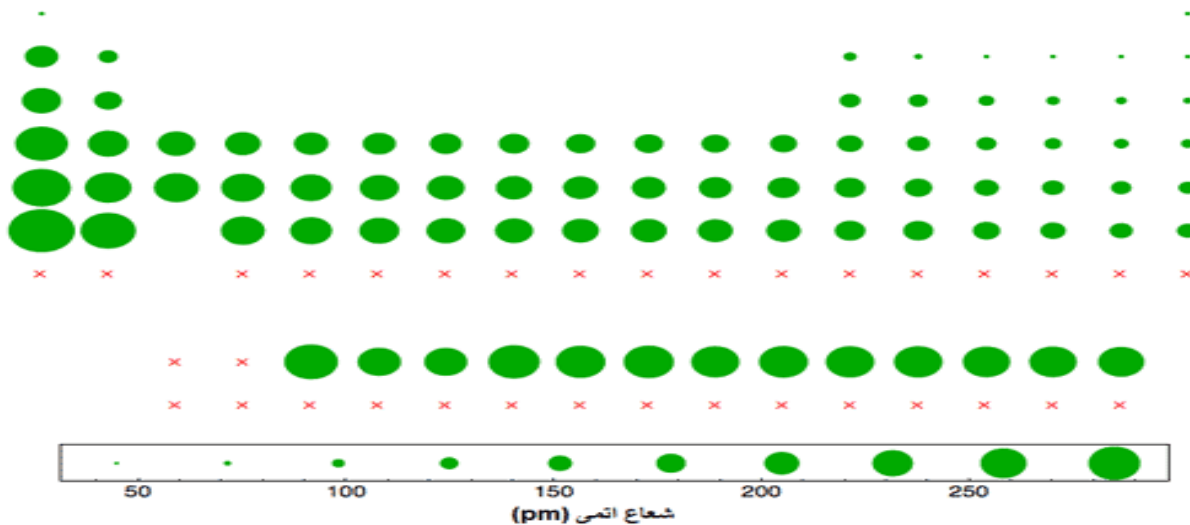


## جدول تناوبی

## استاد زارع

در یک دوره از چپ به راست؛ بار مؤثر هسته افزایش می‌یابد و تعداد لایه‌های الکترونی و اثر پوششی ثابت است.

در یک گروه از بالا به پایین؛ بار مؤثر هسته و اثر پوششی الکترون‌های درونی افزایش می‌یابند. روند تغییرات شعاع اتمی در جدول تناوبی به طور کلی به صورت زیر است:



**نکته:** در گروه ۱۳ (IIIA) برخلاف سایر گروه‌های اصلی، روند تغییرات شعاع دارای بی‌نظمی است به این صورت که شعاع اتمی آلومینیوم از گالیم بیشتر است.

### مقایسه‌ی شعاع یونها

اتمها؛ با از دست دادن یا گرفتن یک یا چند الکترون، به یون تبدیل می‌شوند. هنگام انتقال الکترون، شعاع یونها در مقایسه با شعاع اتمها تغییر می‌کند.

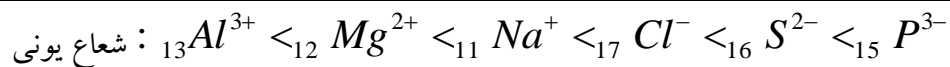
شعاع کاتیون از شعاع اتم آن کمتر و شعاع آنیون از شعاع اتم آن بیشتر است.

$$\text{شعاع } A^+ < A \quad \text{و} \quad \text{شعاع } A^- > A$$

در یک گروه؛ روند تغییرات شعاع یونها، همانند روند تغییرات شعاع اتمها از بالا به پایین افزایش می‌یابد.

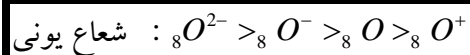


در یک تناوب؛ هر چه بار منفی یون بیشتر باشد، شعاع یونی بزرگتر است:



در یونهای مربوط به یک عنصر؛ هر چه بار منفی بیشتر باشد، شعاع یونی بزرگتر است.

مثال:



شماره تست	بخش دوم شیمی ۲: شعاع اتمی و یونی تعداد تست ها: ۶	کنکور						
۱	با توجه به موقعیت عنصرها در جدول زیر که بخشی از جدول تناوبی است، اندازه کدام یون به ترتیب از همه کوچکتر و کدام یک از همه بزرگتر است؟	ریاضی ۹۱						
	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>IA</td> <td>IIA</td> </tr> <tr> <td>Li</td> <td>Be</td> </tr> <tr> <td>Na</td> <td>Mg</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"> <math>Mg^{2+}, Li^+</math> (۲)    <math>Na^+, Li^+</math> (۳)    <math>Mg^{2+}, Be^{2+}</math> (۴)                 </p>	IA	IIA	Li	Be	Na	Mg	
IA	IIA							
Li	Be							
Na	Mg							
۲	کدام مطلب درست است؟ (۱) شعاع اتمی عنصرهای اصلی، در هر دوره جدول تناوبی از راست به چپ کاهش می یابد. (۲) در هر دوره از جدول تناوبی، از راست به چپ، بار موثر هسته اتم عنصرها، افزایش می یابد. (۳) بار الکتریکی مثبتی که از طرف هسته بر الکترونهای هر اتم وارد می شود، بار موثر هسته نامیده می شود. (۴) در بیرونی ترین زیر لایه اشغال شده ( $ns$ ) همه اتم عنصرهای واسطه، دو الکترون وجود دارد.	ریاضی ۸۶						
۳	کدام گزینه مربوط به عدد اتمی عنصر با شعاع بزرگتر است؟ (۱) ۳۵    (۲) ۵۳    (۳) ۱۵    (۴) ۳۷	تالیفی						

تالیفی	<p>با توجه به جدول روبه رو کدام گزینه نادرست است؟</p> <table border="1" data-bbox="342 254 870 506"> <tr> <td>گروه \ تناوب</td> <td>۱</td> <td>۲</td> <td>۱۳</td> </tr> <tr> <td>۲</td> <td>A</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>۳</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>F</td> </tr> </table> <p> <math>r_A &lt; r_E &lt; r_F</math> (۴)    <math>r_C &lt; r_B &gt; r_F</math> (۳)    <math>r_D &lt; r_C &lt; r_E</math> (۲)    <math>r_B &gt; r_E &gt; r_D</math> (۱)                 </p>	گروه \ تناوب	۱	۲	۱۳	۲	A	C	D	۳	B	E	F	۴				
گروه \ تناوب	۱	۲	۱۳															
۲	A	C	D															
۳	B	E	F															
تالیفی	<p>در مورد شعاع اتمی کدام گزینه درست است؟</p> <table border="1" data-bbox="342 632 870 947"> <tr> <td>گروه \ تناوب</td> <td>۱۴</td> <td>۱۵</td> <td>۱۶</td> </tr> <tr> <td>۲</td> <td>A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>۳</td> <td>B</td> <td>C</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۴</td> <td></td> <td>D</td> <td>E</td> </tr> </table> <p> <math>D &gt; C &gt; B</math> (۴)    <math>B &gt; C = E</math> (۳)    <math>C &lt; D &gt; E</math> (۲)    <math>A &lt; B &lt; C</math> (۱)                 </p>	گروه \ تناوب	۱۴	۱۵	۱۶	۲	A			۳	B	C		۴		D	E	۵
گروه \ تناوب	۱۴	۱۵	۱۶															
۲	A																	
۳	B	C																
۴		D	E															
تالیفی	<p>کدام مقایسه درباره ی شعاع های اتمی و یونی درست است؟</p> <p> <math>K^+ &gt; Na^+ &gt; Mg^{2+}</math> (۲)    <math>K &gt; Si &gt; Ar</math> (۱)                 </p> <p> <math>Fe^{3+} &gt; Fe^{2+} &gt; Fe</math> (۴)    <math>O^- &gt; O &gt; O^{2-}</math> (۳)                 </p>	۶																

<p>پاسخ نامه بخش دوم شیمی ۲: شعاع اتمی و یونی</p>	شماره تست
<p>(۱) هر چه بار مثبت یون بیشتر و شمارهی تناوب عنصر کمتر باشد (در جدول تناوبی در مکان بالاتر قرار گیرد)، شعاع کوچکتر می شود پس شعاع یونی <math>Be^{2+}</math> از همه کوچک تر است. و برعکس.</p>	۱
	(۳) ۲

## جدول تناوبی

## استاد زارع

۳	(۴) هر چه تناوب بزرگ تر و گروه کوچک تر باشد، شعاع اتمی بزرگ تر خواهد بود. اتم با عدد اتمی ۳۵ از تناوب ۴، اتم با عدد اتمی ۵۳ از تناوب ۵، اتم با عدد اتمی ۱۵ از تناوب ۳، اتم با عدد اتمی ۳۷ از تناوب ۵ می باشد. بین دو عنصر تناوب ۵، اتم با عدد اتمی ۳۷ سمت چپ (گروه کم تر) دارد و در نتیجه شعاع اتمی بزرگ تری هم دارد.
۴	(۴) $r_A < r_E > r_F$
۵	(۲)
۶	(۱)

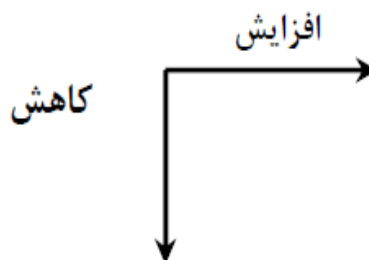
## روند تغییرات الکترونگاتیوی

میزان تمایل نسبی یک اتم، برای کشیدن الکترونهاى یک پیوند به سمت هسته‌ی خود را الکترونگاتیوی

می گویند.

در یک گروه؛ از بالا به پایین، الکترونگاتیوی کاهش می یابد و در یک دوره؛ از چپ به راست، الکترونگاتیوی

افزایش می یابد.



قویترین عنصرهای "الکترونگاتیو" و مقدار الکترونگاتیوی آنها عبارتند از:

عنصر	F	O	N	Cl	Br
الکترونگاتیوی	۴/۰	۳/۵	۳/۱	۳/۰	۲/۸

کمترین الکترونگاتیوی مربوط به پایین ترین عنصرهای سمت چپ جدول تناوبی یعنی **سزیم (Cs) و فرانسیم (Fr) است.**

بیشترین اختلاف الکترونگاتیوی بین دو عنصر،  $\frac{3}{3}$  و مربوط به پیوند F و Cs است.

در مورد **گازهای نجیب** الکترونگاتیوی مفهومی ندارد. زیرا این عناصر معمولاً در واکنشهای شیمیایی شرکت نمیکنند و پیوندی نمی دهند.

روند تغییرات الکترونگاتیوی، در جدول تناوبی در شکل زیر نمایش داده شده است.

## Electronegativities of the Elements

1998 Dr. Michael Blaber

1A												3A 4A 5A 6A 7A				
H	2A											B	C	N	O	F
Li 1.0	Be 1.5											Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0
Na 0.9	Mg 1.2	3B	4B	5B	6B	7B	8B		1B	2B	Ga	Ge	As	Se	Br	
K 0.8	Ca 1.0	Sc 1.3	Ti 1.5	V 1.6	Cr 1.6	Mn 1.5	Fe 1.8	Co 1.9	Ni 1.9	Cu 1.9	Zn 1.6	In 1.6	Sn 1.8	Sb 2.0	Te 2.4	
Rb 0.8	Sr 1.0	Y 1.2	Zr 1.4	Nb 1.6	Mo 1.8	Tc 1.9	Ru 2.2	Rh 2.2	Pd 2.2	Ag 1.9	Cd 1.7	Tl 1.7	Pb 1.8	Bi 1.9	I 2.5	
Cs 0.7	Ba 0.9	La 1.0	Hf 1.3	Ta 1.5	W 1.7	Re 1.9	Os 2.2	Ir 2.2	Pt 2.2	Au 2.4	Hg 1.9	Po 1.8	Pb 1.9	Bi 1.9	At 2.2	

3.0-4.0

2.0-2.9

1.5-1.9

<1.5

کنکور	<p>بفش دوم شیمی ۲: الکترونگاتیوی و خاصیت فلزی- نافلزی تعداد تست ها: ۳</p>	شماره تست																				
تجربی ۹۲	<p>با توجه به جدول روبه رو، که بخشی از جدول تناوبی است، کدام گزینه درست نیست؟</p> <table border="1" data-bbox="289 443 868 821"> <tr> <td>گروه \ دوره</td> <td>IIA</td> <td>IIIA</td> <td>IVA</td> <td>VA</td> </tr> <tr> <td>۲</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>۳</td> <td></td> <td></td> <td>F</td> <td></td> </tr> <tr> <td>۴</td> <td>G</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>(۱) بیش ترین الکترونگاتیوی را دارد.                      (۲) شعاع اتمی F از شعاع اتمی D بزرگ تر است.                      (۳) واکنش پذیری G در مقایسه با B بیش تر است.                      (۴) شمار الکترون های جفت نشده اتم های C و E برابر است.</p>	گروه \ دوره	IIA	IIIA	IVA	VA	۲	B	C	D	E	۳			F		۴	G				۱
گروه \ دوره	IIA	IIIA	IVA	VA																		
۲	B	C	D	E																		
۳			F																			
۴	G																					
تجربی ۹۱	<p>در کدام مجموعه از عناصرها نخستین عنصر بیش ترین الکترونگاتیوی، دومین عنصر کم ترین واکنش پذیری و سومین عنصر، بزرگ ترین شعاع اتمی را در مقایسه با دو عنصر دیگر دارد؟</p> <p>(۱) <math>B, N, O</math>                      (۲) <math>F, O, Cl</math>                      (۳) <math>Cl, P, O</math>                      (۴) <math>Si, F, Cl</math></p>	۲																				
تالیفی	<p>روند تغییرات..... عنصرهای <math>O, N, F</math> به صورت..... است و در میان آن ها.....</p> <p>کم ترین الکترونگاتیوی را دارد.</p> <p>(۱) شعاع اتمی - <math>N &gt; O &gt; F</math> - اکسیژن                      (۲) واکنش پذیری - <math>O &gt; F &gt; N</math> - نیتروژن                      (۳) الکترونگاتیوی - <math>F &gt; N &gt; O</math> - اکسیژن                      (۴) خاصیت نافلزی - <math>F &gt; O &gt; N</math> - نیتروژن</p>	۳																				

شماره تست	پاسخ نامه بفش دوم شیمی ۲: الکترونگاتیوی و خاصیت فلزی- نافلزی
۱	(۴) گروه ۱۳ (IIIA) یک و گروه ۱۵ (VA) سه تک الکترون دارد.
۲	(۱) در یک تناوب از چپ به راست شعاع اتمی کاهش و الکترونگاتیوی افزایش می یابد پس $O$ بزرگ ترین الکترونگاتیوی و $B$ بزرگترین شعاع اتمی را دارد. در ضمن مولکول $N_2$ به دلیل داشتن پیوند سه گانه ( $N \equiv N$ ) واکنش پذیری بسیار کمی دارد. تذکر: پیوند سه گانه بسیار محکم است به همین دلیل شکستن آن سخت است.
۳	(۱)

### یونش: (یونیزاسیون)

انتقال الکترون به تراز بی نهایت (جدا شدن الکترون)

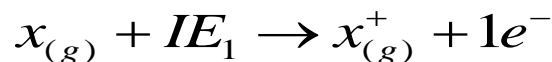
**انرژی یونش:**  $(E - IE)$  کمترین انرژی لازم برای فرآیند یونش (جدا شدن الکترون)

**انرژی نخستین یونش:** انرژی لازم برای کندن سست ترین الکترون از اتم گازی شکل و تبدیل آن به یون

مثبت گازی شکل را انرژی نخستین یونش می گویند. در واقع انرژی لازم برای خارج کردن یک مول الکترون از

یک مول اتم خنثی در حالت گازی که به تولید یک مول یون یک بار مثبت در حالت گازی می انجامد، «انرژی

نخستین یونش» می گویند:



نکته: به واکنش هایی که در یک طرف آن ها الکترون قرار دارد نیم واکنش می گویند.

## جدول تناوبی

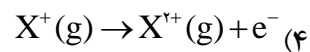
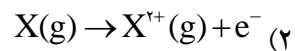
## استاد زارع

یادآوری: حالات ماده را به اختصار به فرم زیر نشان می دهند:

حالت ماده	علامت
محلول در آب	aq
گاز	g
مایع	l
جامد	s

**انرژی دومین یونش:** انرژی لازم برای کندن سست ترین الکترون از یون مثبت گازی شکل و تبدیل آن به یون دو بار مثبت گازی شکل.

**تست:** انرژی مبادله شده در کدام گزینه بیانگر انرژی دومین یونش اتم  $X$  است؟

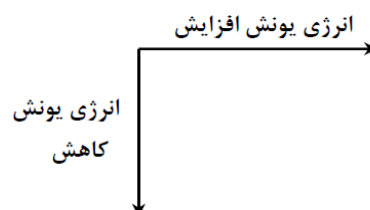


### بررسی انرژی نخستین یونش عناصرها

انرژی نخستین یونش همانند الکترونگاتیوی، با شعاع اتمی رابطه‌ی **عکس** دارد.

در یک گروه از جدول تناوبی؛ از بالا به پایین، انرژی نخستین یونش، کاهش می‌یابد.

در یک دوره از جدول تناوبی؛ از چپ به راست به طور کلی، انرژی نخستین یونش، افزایش می‌یابد.

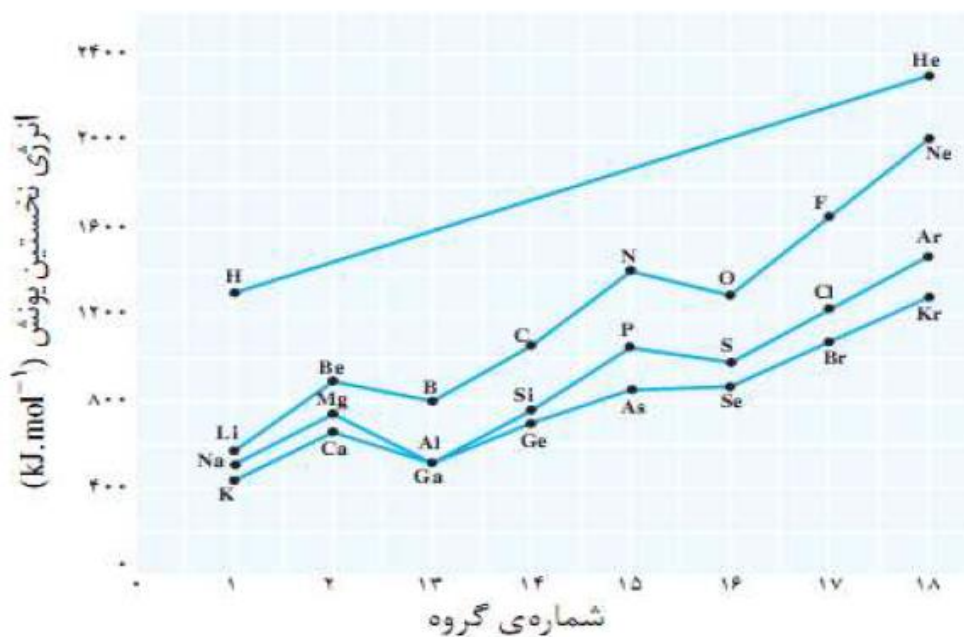


نکته: در یک دوره دو مورد استثناء در روند تغییرات انرژی یونش مشاهده می شود:

۱.  $IE_1$  گروه ۱۳  $(III A) > IE_1$  گروه ۲  $(IIA)$  به دلیل پایداری بودن آرایش الکترونی عنصرهای گروه ۲ نسبت به گروه ۱۳.

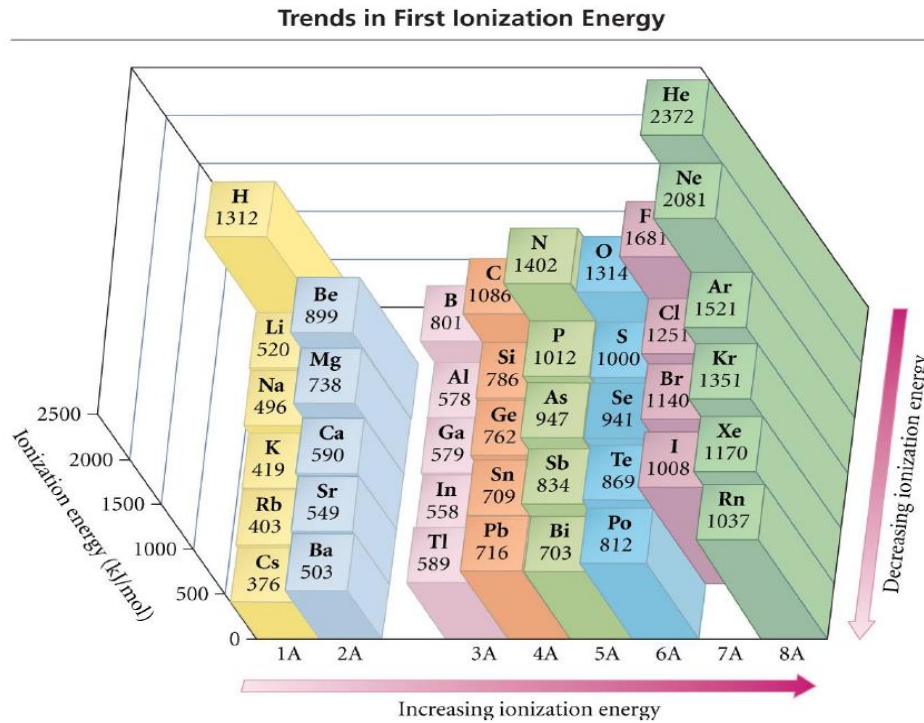
۲.  $IE_1$  گروه ۱۶  $(VI A) > IE_1$  گروه ۱۵  $(VA)$  به دلیل نیمه پر و پایداری بودن آرایش الکترونی عنصرهای گروه ۱۵ نسبت به گروه ۱۶.

با توجه به غیرعادی بودن تغییرات نخستین انرژی یونش در دو مورد فوق، نمودار تغییرات  $IE_1$  در یک دوره ی جدول تناوبی (مثلاً تناوب های دوم و سوم) به صورت زیر است:





مقایسه‌ی نخستین انرژی یونش در جدول تناوبی به صورت زیر است:



## انرژی های یونش متوالی یک عنصر

هر اتم به تعداد الکترونهايش، دارای انرژیهای یونش متوالی است. بین مقدار انرژیهای یونش متوالی یک عنصر، رابطه‌ی زیر برقرار است:

$$IE_1 < IE_2 < IE_3 < IE_4 < IE_5 < \dots$$

برای چنداتم جدول تغییر انرژیهای یونش آن به صورت زیر است:

Element	IE <sub>1</sub>	IE <sub>2</sub>	IE <sub>3</sub>	IE <sub>5</sub>	IE <sub>4</sub>	IE <sub>6</sub>	IE <sub>7</sub>					
Na	496	4560	Core electrons									
Mg	738	1450						7730				
Al	578	1820						2750	11,600			
Si	786	1580						3230	4360	16,100		
P	1012	1900						2910	4960	6270	22,200	
S	1000	2250						3360	4560	7010	8500	27,100
Cl	1251	2300						3820	5160	6540	9460	11,000
Ar	1521	2670						3930	5770	7240	8780	12,000

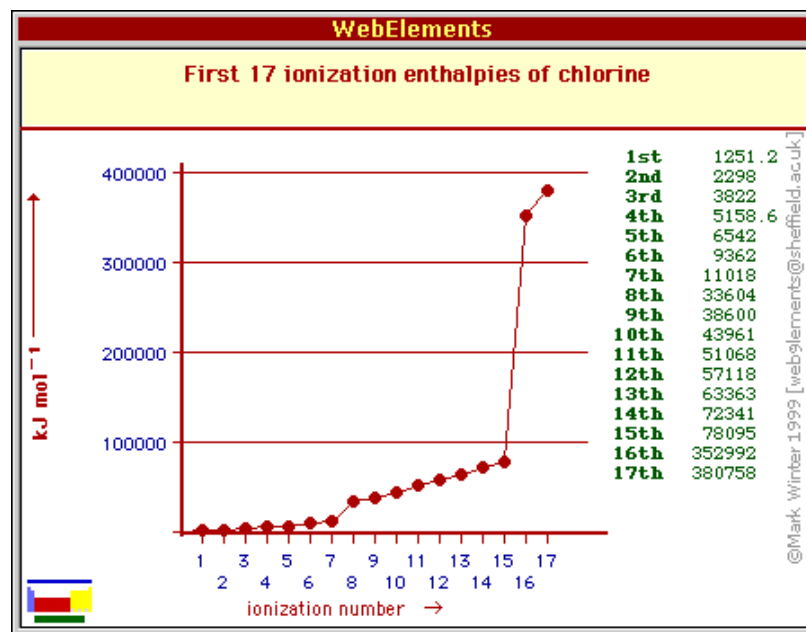
## جدول تناوبی

## استاد زارع

چنان چه در جدول مشاهده می‌شود، دو جهش بزرگ در انرژیهای یونش متوالی آلومینیوم ( $Al_{13}$ ) وجود دارد که نشان دهنده‌ی سه لایه بودن (ترازهای اصلی انرژی) اتم آلومینیوم است. همچنین، **دو جهش بزرگ** در انرژیهای یونش متوالی کلر وجود دارد. که نشان دهنده‌ی سه لایه بودن (ترازهای اصلی انرژی) اتم Cl است.

مشاهده می‌شود، در انرژیهای یونش متوالی اختلاف جهشهای بزرگ بیش از ۴۰۰۰ واحد انرژی است (kJ/mol یا kcal/mol).

مثال بسیار مهم:



روند انرژیهای یونش کلر در نمودار بالا مشخص شده است. هرچه الکترونها درونی تر جدا شوند انرژی یونش مقدار بیشتری خواهد داشت چون جاذبه هسته روی آنها بیشتر است. شکستگیهای بزرگ نشاندهنده‌ی جهشهای بزرگ هستند که با تغییرات **لایه‌های الکترونی** در ارتباط هستند (تغییرات  $n$  عدد کوانتومی اصلی) و شکستگیهای جزئی مربوط به تغییرات در بین **زیر لایه‌ها (۲s, ۲p)** هستند. (روند انرژیهای یونش متوالی یک عنصر همواره

## جدول تناوبی

## استاد زارع

صعودی است اما در برخی از موارد این روند با افزایش ناگهانی همراه است که آن را جهش بزرگ یا افزایش ناگهانی که همان شکستگیهای بزرگ هستند.

### نکات طلایی

۱ + تعداد جهش بزرگ = شماره ی تناوب = تعداد لایه‌های اصلی

نکته: اولین جهش بزرگ هر اتم، یک عدد از رقم یکان شماره‌ی گروه آن عنصر بزرگتر است. به شرطی که آن عنصر، جزو عنصرهای اصلی باشد. ( اگر اولین افزایش ناگهانی در  $E_n$  رخ دهد لایه‌ی آخر  $n-1$  الکترون دارد.

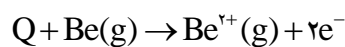
نکته: آخرین جهش بزرگ هر اتم، یک عدد از عدد اتمی آن عنصر کوچکتر است.

تست: اولین و آخرین جهش بزرگ در انرژی یونش های متوالی عنصر  ${}_{35}Br$  به ترتیب کدام اند؟ (تألیفی)



پاسخ: گزینه ی ۴ صحیح است. Br در گروه ۷ اصلی قرار دارد. پس اولین جهش بزرگ آن در  $IE_7 \rightarrow IE_8$  رخ می‌دهد. عدد اتمی Br هم ۳۵ است که آخرین جهش بزرگ آن در  $IE_{33}$  به  $IE_{34}$  رخ می‌دهد. به عبارتی؛ اولین جهش بزرگ در  $IE_8$  و آخرین جهش بزرگ در  $IE_{34}$  دیده می‌شود.

تست: اگر  $E_1$  و  $E_7$  انرژی‌های نخستین و دومین یونش اتم Be باشند مقدار Q در نیم واکنش زیر کدام است:



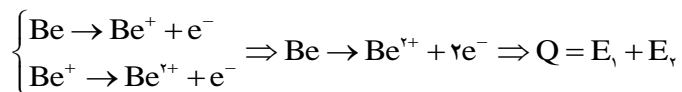
$$\frac{1}{2}(E_1 + E_7) \quad (د)$$

$$E_7 \quad (ج)$$

$$2E_1 \quad (ب)$$

$$E_1 + E_7 \quad (الف)$$

پاسخ:



## جدول تناوبی

## استاد زارع

### رسم آرایش لایه‌ای

با بررسی انرژی‌های یونش عناصر مختلف در می‌یابیم که گنجایش الکترونهای هر لایه، حداکثر چند الکترون است.

شماره لایه	نام لایه	گنجایش لایه	شماره لایه	نام لایه	گنجایش لایه
$n=1$	K	۲	$n=4$	N	۳۲
$n=2$	L	۸	$n=5$	O	(۵۰)
$n=3$	M	۱۸	$n=6$	P	(۷۲)

**مثال:** در بین انرژی‌های یونش متوالی عنصری ۳ جهش بزرگ مشاهده می‌شود که اولین آن‌ها در  $E_p$  رخ می‌دهد. عدد اتمی آن را بیابید.

**مثال:** لایه‌ی سوم عنصری دارای ۵ الکترون است، عدد اتمی این عنصر چند است؟

**مثال:** برای انرژی‌های یونش متوالی عنصری کلاً ۲ جهش بزرگ متوالی دیده می‌شود که اولین آن‌ها در  $E_p$  است. عدد اتمی عنصر را بیابید.

## جدول تناوبی

## استاد زارع

**مثال:** در انرژی‌های یونش متوالی عنصری ۲ جهش بزرگ مشاهده می‌شود که اولین آن‌ها در  $E_4$  است دومین جهش بزرگ آن در کدام انرژی یونش رخ می‌دهد؟

**نکته!** در انرژی متوالی یک عنصر اگر انرژی یونشی از یونش ماقبل آن بیشتر از ۳ برابر باشد این اتفاق را جهش بزرگ در نظر می‌گیریم.

**تست:** با توجه به داده‌های زیر کدام یک از عنصرها به یک گروه متعلق هستند؟

نام عنصر	$IE_1$	$IE_2$	$IE_3$
A	۴۹۵	۴۵۶۲	۶۹۱۲
B	۷۳۷	۱۴۵۰	۷۷۳۲
C	۵۲۰	۷۲۹۸	۱۱۸۱۴
D	۵۸۹	۱۱۴۵	۴۹۱۲

B,A (۴)

C,B (۳)

B,D (۲)

A,D (۱)

**تست:** در بین انرژی‌های یونش متوالی کدام عنصر سه جهش بزرگ مشاهده می‌شود؟

${}_{20}\text{Ca}$  (۴)

${}_{15}\text{P}$  (۳)

${}_{18}\text{Ar}$  (۲)

${}_{5}\text{B}$  (۱)

**تست:** در کدام مورد تفاوت بین انرژی یونش دوم و سوم از همه بیشتر است؟

${}_{12}\text{Mg}$  (۴)

${}_{5}\text{B}$  (۳)

${}_{14}\text{Si}$  (۲)

${}_{13}\text{Al}$  (۱)

تست: نخستین جهش بزرگ انرژی نوزدهمین عنصر جدول تناوبی بین کدام دو انرژی صورت می گیرد؟

(۱)  $IE_1, IE_2$       (۲)  $IE_2, IE_3$       (۳)  $IE_3, IE_4$       (۴)  $IE_4, IE_5$

تست: عنصری در لایه ی M خود پنج الکترون دارد. آخرین جهش بزرگ انرژی های یونش این عنصر در کدام انرژی مشاهده می شود؟

(۱)  $E_5$       (۲)  $E_{14}$       (۳)  $E_{23}$       (۴)  $E_{33}$

شماره تست	بفش دوم شیمی ۲: انرژی یونش تعداد تست ها: ۲	کتکور																																					
۱	با توجه به جدول زیر، عنصر M در کدام ردیف با اکسیژن ترکیب پایدار $M_2O_3$ تشکیل می دهد؟	ریاضی ۹۱																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"><math>IE_4</math></th> <th rowspan="2"><math>IE_3</math></th> <th rowspan="2"><math>IE_2</math></th> <th rowspan="2"><math>IE_1</math></th> <th colspan="2">انرژی یونش <math>Kj.mol^{-1}</math></th> </tr> <tr> <th>ردیف</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>۲۲۸۰</td> <td>۱۶۵۲</td> <td>۱۰۹۱</td> <td>۱۱۸/۵</td> <td>۱</td> <td rowspan="4">M</td> </tr> <tr> <td>۱۰۹۱</td> <td>۸۰۷</td> <td>۵۴۰</td> <td>۲۳۸/۹</td> <td>۲</td> </tr> <tr> <td>۲۷۶۷</td> <td>۶۵۵/۹</td> <td>۴۳۴/۱</td> <td>۱۳۸</td> <td>۳</td> </tr> <tr> <td>۱۵۵۰</td> <td>۱۱۸۱</td> <td>۲۷۳/۸</td> <td>۱۴۰/۹</td> <td>۴</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td>۴ (۴)</td> <td>۳ (۳)</td> <td>۲ (۲)</td> <td>۱ (۱)</td> </tr> </tbody> </table>			$IE_4$	$IE_3$	$IE_2$	$IE_1$	انرژی یونش $Kj.mol^{-1}$		ردیف		۲۲۸۰	۱۶۵۲	۱۰۹۱	۱۱۸/۵	۱	M	۱۰۹۱	۸۰۷	۵۴۰	۲۳۸/۹	۲	۲۷۶۷	۶۵۵/۹	۴۳۴/۱	۱۳۸	۳	۱۵۵۰	۱۱۸۱	۲۷۳/۸	۱۴۰/۹	۴					۴ (۴)	۳ (۳)	۲ (۲)	۱ (۱)
$IE_4$	$IE_3$	$IE_2$					$IE_1$	انرژی یونش $Kj.mol^{-1}$																															
			ردیف																																				
۲۲۸۰	۱۶۵۲	۱۰۹۱	۱۱۸/۵	۱	M																																		
۱۰۹۱	۸۰۷	۵۴۰	۲۳۸/۹	۲																																			
۲۷۶۷	۶۵۵/۹	۴۳۴/۱	۱۳۸	۳																																			
۱۵۵۰	۱۱۸۱	۲۷۳/۸	۱۴۰/۹	۴																																			
				۴ (۴)	۳ (۳)	۲ (۲)	۱ (۱)																																

## جدول تناوبی

## استاد زارع

تالیفی	در انرژی های یونش متوالی عنصری ۳ جهش وجود دارد که آخرین آن روی $E_{18}$ رخ داده است، عدد اتمی این عنصر کدام است؟	۲
	۱۸ (۱)      ۱۹ (۲)      ۲۰ (۳)      ۲۱ (۴)	

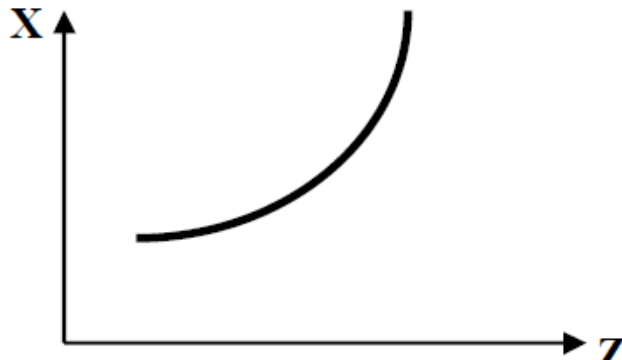
شماره تست	پاسخ نامه، بخش دهم شیمی ۲: انرژی یونش
۱	(۳) از نظر عددی هرگاه $E$ بعدی نسبت به $E$ قبلی چند برابر (بیش از ۳ برابر) شود، جهشی بزرگ در انرژی یونش رخ می دهد. استثناء: اگر $E_6$ حداقل ۶ برابر $E_1$ باشد، جهش بزرگ بین $E_1$ و $E_7$ رخ می دهد. چون $M$ ترکیب پایدار $M_2O_3$ تشکیل می دهد، فلزی سه ظرفیتی است یعنی اولین جهش بین و رخ می دهد که جواب گزینه ی ۳ می باشد.
۲	(۲) این عنصر دارای سه جهش بزرگ است پس در تناوب چهارم قرار دارد (عدد اتمی بین ۱۹ تا ۳۶)، رد گزینه ی ۱ آخرین جهش بزرگ روی $E_{18}$ یعنی بین $E_{17}$ و $E_{18}$ رخ می دهد و با توجه به این که لایه ی اول ۲ الکترون دارد، این اتم عدد اتمی ۱۹ دارد.

شماره تست	بفش دوم شیمی ۲: انرژی یونش تعداد تست ها: ۱۲	کتور
۱	<p>کدام گزینه نادرست است؟</p> <p>(۱) در نمودار انرژی یونش های پی در پی عنصر <math>{}_{19}K</math>، سه جهش بزرگ مشاهده می شود.</p> <p>(۲) طیف های نشری خطی عنصرها در کشف عنصرهای روبیدیم و سزیم توسط بونزن نقش داشتند.</p> <p>(۳) انرژی نخستین یونش عنصرهای <math>B</math>، <math>{}_{4}Be</math>، <math>C</math> به صورت <math>B &lt; Be &lt; C</math>، افزایش می یابد.</p> <p>(۴) در طیف نشری خطی هیدروژن، نور قرمز، بیش ترین انحراف را از مسیر اولیه ی برخورد به مشور، دارد.</p>	ریاضی ۹۳
۲	<p>کدام عبارت درباره <math>{}_{4}Be</math> درست نیست؟</p> <p>(۱) فلزی بسیار واکنش پذیر است و با آب در دمای معمولی واکنش می دهد.</p> <p>(۲) انرژی نخستین یونش اتم آن از انرژی نخستین یونش اتم <math>B</math> بیش تر است.</p> <p>(۳) عدد کوانتومی اوربیتالی (<math>l</math>) و مغناطیسی (<math>m_l</math>) همه ی الکترون های آن برابر صفر است.</p> <p>(۴) شعاع اتمی آن در مقایسه با شعاع اتمی کربن بزرگ تر و الکترونگاتیوی آن از کربن کمتر است.</p>	ریاضی ۹۲
۳	<p>کدام گزینه درست نیست؟</p> <p>(۱) نقطه ی ذوب و جوش فلزهای قلیایی با افزایش جرم اتمی آن ها کاهش می یابد.</p> <p>(۲) در مجموع شش عنصر شبه فلزی در جدول تناوبی عناصر وجود دارد که در گروه های ۱۳ تا ۱۶ جای دارند.</p> <p>(۳) به علت کم تر بودن بار هسته <math>{}_{2}He</math>، انرژی نخستین یونش آن نسبت به <math>{}_{10}Ne</math> کم تر است.</p> <p>(۴) هر مول از فلزهای قلیایی خاکی در مقایسه با فلزهای قلیایی در واکنش با آب، گاز هیدروژن بیشتری آزاد می کنند.</p> <p><b>تذکر:</b> در کتاب های سال های قبل ۶ عنصر شبه فلزی داشتیم ولی در حاضر، جدول تناوبی دارای ۸ عنصر شبه فلز می باشد.</p>	تجربی ۹۲



## جدول تناوبی

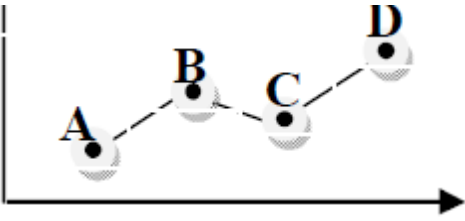
## استاد زارع

تجربی ۹۱	<p>۴ از میان چهار عنصر <math>Ca, K, Cl, S</math> کدام یک به ترتیب (از راست به چپ) بیشترین انرژی نخستین یونش و کدام یک بیشترین انرژی دومین یونش را در مقایسه با سه عنصر دیگر دارد؟</p> <p style="text-align: center;"><math>(1) K, Cl</math>    <math>(2) Ca, Cl</math>    <math>(3) K, S</math>    <math>(4) Ca, S</math></p>
تجربی ۹۱	<p>۵ کدام مطلب درباره فلزهای قلیایی نادرست است؟</p> <p>(۱) برخی ترکیب های آن ها، در خاکستر باقی مانده از سوختن چوب وجود دارد.</p> <p>(۲) چگالی آن ها، مانند نقطه ذوب آن ها از بالا به پایین در گروه افزایش می یابد.</p> <p>(۳) انرژی دومین یونش آن ها از انرژی دومین یونش فلز قلیایی خاکی هم دوره خود، بیش تر است.</p> <p>(۴) در آزمایشگاه آن ها را در زیر نفت نگه می دارند، زیرا با رطوبت و اکسیژن هوا واکنش می دهند.</p>
ریاضی ۹۱	<p>۶ با توجه به نمودار زیر، <math>X</math> می تواند روند کلی تغییر کدام خاصیت عنصرها در جدول تناوبی، نسبت به عدد اتمی <math>Z</math> آن ها باشد؟</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>(۱) چگالی فلزهای قلیایی خاکی</p> <p>(۲) واکنش پذیری هالوژن ها</p> <p>(۳) انرژی نخستین یونش عنصرهای دوره دوم</p> <p>(۴) واکنش پذیری فلزهای قلیایی</p>

## جدول تناوبی

## استاد زارع

تجربی ۹۰	<p>در کدام گزینه از راست به چپ، نخستین عنصر بیشترین الکترونگاتیوی بین عنصرها، دومین عنصرها بیش ترین انرژی نخستین یونش بین عنصرها و سومین عنصر بیش ترین الکترون های جفت نشده را در بین عنصرهای دوره چهارم دارد؟</p> <p>(۱) <math>{}_{24}Cr, {}_2He, {}_9F</math> (۲) <math>{}_{25}Mn, {}_{10}Ne, {}_9F</math></p> <p>(۳) <math>{}_{24}Cr, {}_2He, {}_8O</math> (۴) <math>{}_{25}Mn, {}_{10}Ne, {}_8O</math></p>	۷
ریاضی ۸۹	<p>کدام مطلب درباره انرژی نخستین یونش عنصرها درست است؟</p> <p>(۱) با افزایش واکنش پذیری فلزها، انرژی نخستین یونش اتم آن ها افزایش می یابد.</p> <p>(۲) فلئور در بین عنصرها، بیش ترین الکترونگاتیوی و بیش ترین انرژی نخستین یونش را دارد.</p> <p>(۳) انرژی نخستین یونش اتم اکسیژن، در مقایسه با عنصر قبل و عنصر بعد خود بیش تر است.</p> <p>(۴) در انرژی یونش پی در پی اتم منیزیم، نخستین تغییر بزرگ پس از جدا شدن دومین الکترون روی می دهد.</p>	۸
تجربی ۸۹	<p>انرژی نخستین یونش اتم نیتروژن (<math>{}_7N</math>) از انرژی نخستین یونش اتم اکسیژن (<math>{}_8O</math>)..... است. زیرا..... اتم نیتروژن در مقایسه با اتم اکسیژن ..... است.</p> <p>(۱) کم تر - بار هسته - کم تر</p> <p>(۲) بیش تر - بار هسته - بیش تر</p> <p>(۳) کم تر - آرایش الکترونی - دارای ناپایداری کم تر</p> <p>(۴) بیش تر - آرایش الکترونی - دارای پایداری بیش تر</p>	۹
تجربی ۸۹	<p>کدام مطلب نادرست است؟</p> <p>(۱) در هر دوره از جدول تناوبی، با افزایش عدد اتمی عنصرها، خصلت فلزی آن ها کاهش می یابد.</p> <p>(۲) در گروه فلزهای قلیایی برخلاف گروه هالوژن ها، از بالا به پایین واکنش پذیری کاهش می یابد.</p> <p>(۳) در هر دوره از جدول تناوبی، الکترونگاتیوی عنصرها، بر خلاف شعاع اتمی آن ها، از چپ به راست، افزایش می یابد.</p> <p>(۴) در جدول تناوبی مندلیف، برخلاف جدول تناوبی امروزی، عنصرها به ترتیب افزایش جرم اتمی در کنار هم جای داشتند.</p>	۱۰

<p>تالیفی</p>	<p>با توجه به نمودار زیر که مربوط به عنصرهای تناوب دوم است. اتم های <math>D, C, B, A</math> کدام عنصرها هستند؟</p>  <p style="text-align: center;"> <math>F, O, N, C</math> (۲)                      <math>O, N, C, B</math> (۱)  <math>N, C, B, Be</math> (۴)                      <math>Ne, F, O, N</math> (۳)         </p>	<p>۱۱</p>														
<p>ریاضی خارج از کشور ۸۸</p>	<p>با توجه به داده های جدول زیر، که انرژی نخستین یونش (<math>IE_1</math>) شش عنصر متوالی جدول تناوبی را نشان می دهد، کدام مطلب درست است؟</p> <table border="1" data-bbox="289 772 1328 907"> <thead> <tr> <th>عنصر</th> <th>F</th> <th>E</th> <th>D</th> <th>C</th> <th>B</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>IE_1</math></td> <td>۴۱۴</td> <td>۱۴۹۱</td> <td>۱۲۴۳</td> <td>۹۹۶</td> <td>۱۰۰۴</td> <td>۷۸۲</td> </tr> </tbody> </table> <p>(۱) <math>E</math>، عنصری از گروه هالوژن هاست.                  (۲) <math>F</math>، عنصری از گروه <math>IA</math> جدول تناوبی است.                  (۳) <math>A</math> و <math>B</math> فلز بسیار واکنش پذیر هستند.                  (۴) <math>C</math> با <math>D</math> ترکیب یونی با فرمول شیمیایی <math>CD_2</math> تشکیل می دهند.</p>	عنصر	F	E	D	C	B	A	$IE_1$	۴۱۴	۱۴۹۱	۱۲۴۳	۹۹۶	۱۰۰۴	۷۸۲	<p>۱۲</p>
عنصر	F	E	D	C	B	A										
$IE_1$	۴۱۴	۱۴۹۱	۱۲۴۳	۹۹۶	۱۰۰۴	۷۸۲										

شماره تست	پاسخ نامه بخش دوم شیمی ۲: انرژی یونش
۱	<p>(۴) اتم <math>K_{19}</math>، در تناوب چهارم جای دارد پس دارای سه جهش بزرگ است.</p> <p>(۲) بونزن و همکارانش با کمک طیف بینی بر روی سنگ لیتیم دار دو عنصر (فلز) روییدیم (سرخ) و سزیم (آبی) را کشف کردند. پس <math>Rb</math> و <math>Cs</math> نخستین عنصرهایی هستند که از طریق طیف بین توسط بونزن و همکارانش کشف شدند.</p> <p>(۳) انرژی نخستین یونش گروه ۱۴ &lt; گروه ۲ &lt; گروه ۱۳ می باشد پس: <math>B &lt; Be &lt; C</math> گروه ۲ گروه ۱۳ گروه ۱۴</p> <p>(۴) هر چه طول موج کوتاه تر باشد- الکترون از تراز بالاتر با انرژی بیش تر به تراز دوم بازگشت داشته باشد- میزان شکست نورمرئی بیش تر است به همین دلیل نور بنفش (بازگشت الکترون از تراز ۶ به ۲) میزان شکست نور بیش تر و نور قرمز (بازگشت الکترون از تراز ۳ به ۲) میزان شکست نور کمتری خواهد داشت.</p> <p>ترتیب شکست نور مرئی: قرمز (۳ به ۲) &gt; سبز (۴ به ۲) &gt; آبی (۵ به ۲) &gt; بنفش (۶ به ۲)</p>
۲	<p>(۱) بریلیم جزو فلزات قلیایی خاکی است اما واکنش پذیری کمی دارد و فقط با بخار آب جوش واکنش می دهد.</p>
۳	<p>(۳) به علت بیش تر بودن بار مؤثر هسته <math>He_2</math>، انرژی نخستین یونش آن نسبت به <math>Ne_{10}</math> بیش تر است.</p>
۴	<p>(۱) بزرگ ترین انرژی نخستین یونش مربوط به <math>Cl_{17}</math> از تناوب ۳ و گروه ۱۷ است اما انرژی دومین یونش گروه ۱ یعنی <math>K_{19}</math> بسیار بزرگ است.</p>
۵	<p>(۱) نقطه ذوب فلزات قلیایی از بالا به پایین در گروه کاهش می یابد.</p>
۶	<p>(۴) واکنش پذیری فلزات قلیایی از بالا به پایین در گروه، با افزایش عدد اتمی به طور منظم افزایش می یابد.</p>
۷	<p>(۱) <math>F_9</math> الکترونگاتیوترین عنصر جدول، <math>He_2</math> به علت داشتن بودن بار مؤثر هسته، بیش ترین انرژی نخستین یونش و اتم <math>Cr_{24}</math> هم بیش ترین تک الکترون (الکترون های جفت نشده) را دارد.</p> <p><math>{}_{24}Cr: [{}_{18}Ar] 4s^1 3d^5</math></p>

۸	<p>(۴) در انرژی های یونش متوالی منیزیم، نخستین جهش بزرگ بین <math>IE_7</math> و <math>IE_8</math> یعنی روی <math>IE_7</math> انجام می گیرد. بعد از جدا کردن دومین الکترون و یا هنگام جدا کردن سومین الکترون، اولین جهش بزرگ منیزیم صورت می گیرد. بررسی سایر گزینه ها:</p> <p>(۱) در فلزات از بالا به پایین، با افزایش واکنش پذیری فلزها، انرژی نخستین یونش اتم آن ها کاهش می یابد.</p> <p>(۲) فلئور در بین عنصرها، بیش ترین الکترونگاتیوی را دارد اما هلیوم بیش ترین انرژی نخستین یونش را دارد.</p>
۹	<p>(۴) انرژی نخستین یونش اتم نیتروژن (<math>N</math>) از انرژی نخستین یونش اتم اکسیژن (<math>O</math>) بیش تر است. زیرا آرایش الکترونی اتم نیتروژن در مقایسه با اتم اکسیژن (<math>O</math>) دارای پایداری بیش تر است.</p>
۱۰	<p>(۲) در گروه فلزهای قلیایی بر خلاف گروه هالوژن ها، از بالا به پایین واکنش پذیری افزایش می یابد. زیرا با بزرگ تر شدن شعاع اتمی، تمایل برای از دست دادن الکترون افزایش می یابد.</p>
۱۱	<p>(۲) دو استثنا در انرژی یونش داریم: <math>E_1</math> گروه <math>E_1 &gt; 13</math> گروه ۲ و دیگری <math>E_1</math> گروه <math>E_1 &gt; 16</math> گروه ۱۵ پس از عنصر <math>B</math> یا باید از گروه ۲ باشد یا از گروه ۱۵. چون اتم نیتروژن هم از گروه ۱۵ است پس گزینه ی ۲ جواب می باشد.</p>
۱۲	<p>(۲) انرژی نخستین یونش اتم <math>E</math> از عنصر بعدی آن خیلی بیش تر است پس اتم <math>E</math> از گروه ۱۸ است. اتم <math>F</math> از فلزات قلیایی یعنی گروه <math>IA</math> جدول تناوبی است.</p>

آنچه را که در مزرعه ذهن خود کاشته‌اید درو خواهید کرد  
**You will reap what you plant in your minds farm.**