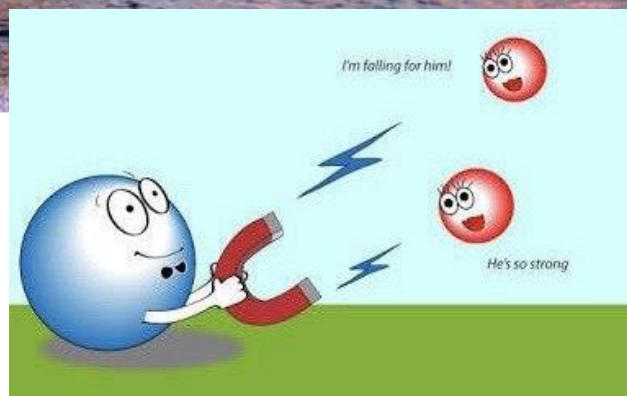


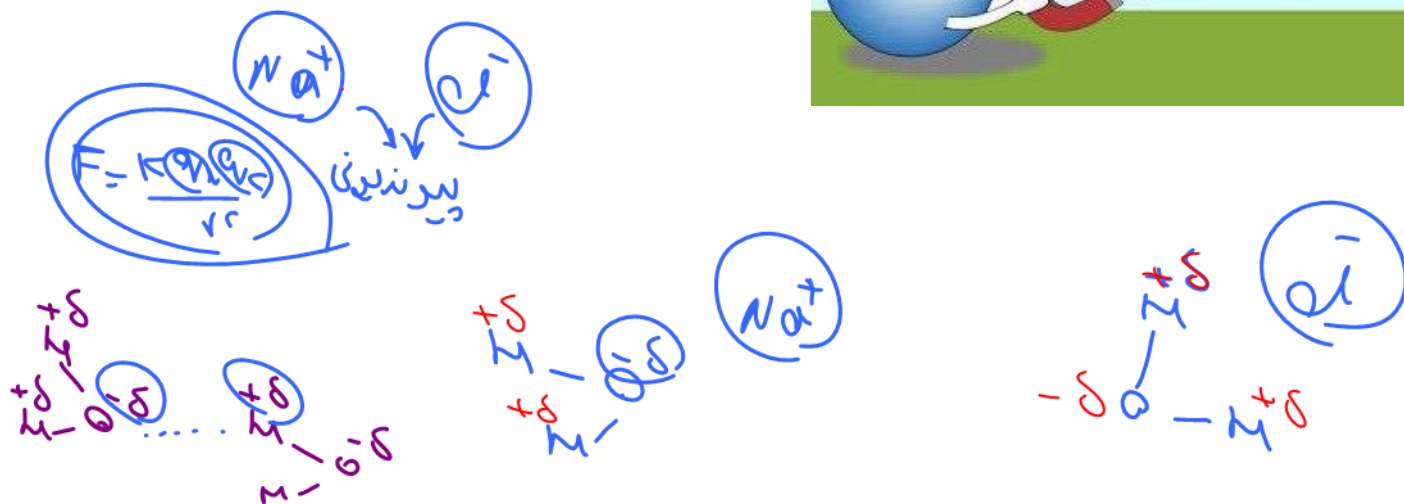
# شیمی ۲

## قدر هدایای زمینی را بدانیم

فصل ۱



استاد : دکتر حسن پلویی



مطالبی خارج از علم شیمی

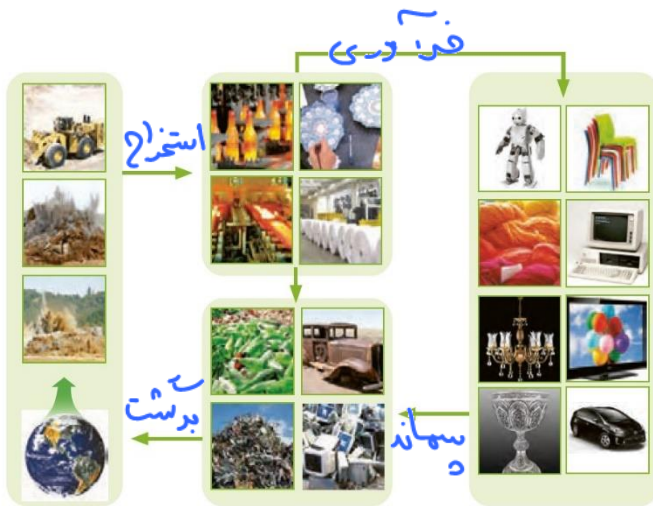
۱- شکوه و عظمت تمدن امروزی تا حد زیادی مدیون مواد جدیدی است که از شیشه، پلاستیک، فلزات، سرامیک، و الیاف و ... ساخته می‌شوند. با گسترش علوم تجربی، شیمی‌دان‌ها به رابطه میان خواص مواد و عناصر سازنده آنها پی می‌برند.

۲- گسترش صنعت خودرو وابسته به شناخت و دسترسی به فولاد است. و یا پیشرفت صنعت الکترونیک وابسته به «نیمه رساناها» است.

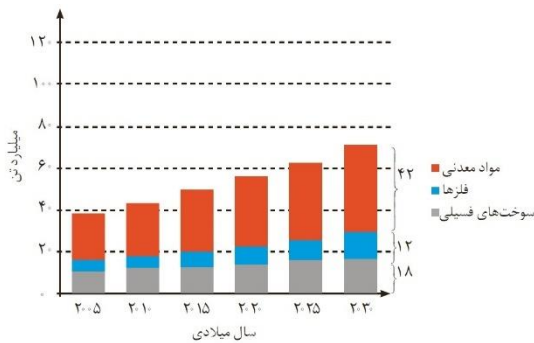
۳- **فرآوری**: کار کردن روی ماده‌ای خام و تبدیل کردن و فرآورش آن به یک یا چند فرآورده **دلخواه** را فرآوری گویند. این اصطلاح در صنایع شیمیایی مانند نفت، گاز، پتروشیمی، مواد معدنی و ... و یا در صنایعی مانند صنایع غذایی و ... کاربرد دارند.



۴- هر ساله مقدار زیادی از مواد (مواد معدنی، فلزها، سوخت فسیلی و ...) از زمین **استخراج** می‌شوند و سپس **فرآوری** شده و مواد کاربردی از آنها تهیه می‌شوند. در طی این فرآیند مقداری از منابع انرژی و مواد اتلاف شده به طبیعت برمی‌گردند و وسایل تولید شده نیز بعد از مصرف به شکل ضایعات (پسماند) مجدد به کره زمین برمی‌گردند. به عبارتی همه مواد طبیعی و مصنوعی از کره زمین به دست آمده و دوباره به آن برگشته و جرم کره زمین ثابت می‌ماند.



۵- از نظر بیشترین استخراج مواد از کره زمین :



هر سال با افزایش جمعیت و از طرفی با افزایش رفاه میزان استخراج مواد رو به افزایش است.

۶- در کل می‌توان گفت هر چه میزان بهره برداری از منابع یک کشور بیشتر باشد، آن کشور توسعه یافته‌تر است. البته به شرطی که آهنگ استخراج و بهره برداری از منابع به طور منطقی باشد.



شکل ۳- سایش توزیع برخی منحصراً در جهان. آیا بر کندهای چنین منابعی می‌تواند تغییری در پایداری تجارت جهانی داشته باشد؟ توضیح دهید

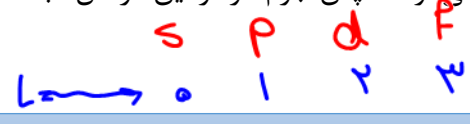


البته این منابع زمینی ارزشمند در جهان به طور یکنواخت توزیع نشده‌اند و به دلیل این پراکندگی منابع، تجارت جهانی قوت می‌گیرد.

۷- ماده اولیه استکان شیشه‌ای شن و ماسه است. و ظرف غذا می‌تواند از خاک چینی ساخته شده باشد و یا قاشق غذا خوری از فولاد زنگ نزن و نیز برای رشد سبزیجات و میوه‌ها از کودهای پتاسیم، نیتروژن و آمونیوم استفاده می‌شود.

تست: کدام گزینه نادرست است؟

- ۱) گسترش و پیشرفت صنعت الکترونیک به نیمه رساناها وابسته است.
- ۲) این باور که هر چه میزان بهره برداری از منابع یک کشور بیشتر باشد، آن کشور توسعه یافته‌تر است مورد قبول همگان است.
- ۳) موادی که از طبیعت به دست می‌آیند مجدد به زمین برمی‌گردند، پس جرم کره زمین در کل ثابت است.
- ۴) در جریان فرآوری مواد پسماند تولید می‌شود.



## جدول دوره‌های عناصر

عدد اتمی	نماد شیمیایی	نام	جرم اتمی میانگین
1	H	هیدروژن	1.008
2	He	هلیوم	4.002
3	Li	لیتیم	6.941
4	Be	بeryllium	9.012
5	B	بور	10.81
6	C	کربن	12.011
7	N	نیتروژن	14.007
8	O	اکسیژن	15.999
9	F	فلور	18.998
10	Ne	نئون	20.180
11	Na	سدیم	22.990
12	Mg	منگنز	24.305
13	Al	آلومینیم	26.982
14	Si	سیلیسیم	28.086
15	P	فسفر	30.974
16	S	کبریت	32.06
17	Cl	کلر	35.45
18	Ar	آرگون	39.948
19	K	پتاسیم	39.098
20	Ca	کلسیم	40.078
21	Sc	اسکاندیم	44.956
22	Ti	تیتانیوم	47.88
23	V	وانادیم	50.942
24	Cr	کروم	51.996
25	Mn	منگنز	54.938
26	Fe	آهن	55.845
27	Co	کوبالت	58.933
28	Ni	نیکل	58.69
29	Cu	مس	63.546
30	Zn	روی	65.38
31	Ga	گالیم	69.723
32	Ge	گرمانیوم	72.63
33	As	آرسنیک	74.922
34	Se	سلنیوم	78.96
35	Br	برم	79.904
36	Kr	کریپتون	83.80
37	Rb	روبیوم	85.468
38	Sr	استرونسیم	87.62
39	Y	یتریم	88.906
40	Zr	زیرکونیم	91.224
41	Nb	نیوبیم	92.906
42	Mo	مولیبدن	95.94
43	Tc	تکنسیم	98.906
44	Ru	روتنیم	101.07
45	Rh	رودنیوم	101.07
46	Pd	پالادیم	106.42
47	Ag	نقره	107.868
48	Cd	کادمیوم	112.411
49	In	ایندیم	114.818
50	Sn	سنت	118.710
51	Sb	آنتیمون	121.757
52	Te	تلور	127.6
53	I	یود	126.905
54	Xe	کسین	131.29
55	Ba	باریم	137.327
56	La	لاانتان	138.905
57	Ce	سرب	140.12
58	Pr	پراساندیم	140.908
59	Nd	نیودیم	144.24
60	Pm	پرمیتیم	[145]
61	Sm	ساماریوم	150.36
62	Eu	یورپرم	151.964
63	Gd	گادولیم	157.25
64	Tb	تربیم	158.925
65	Dy	دیسمیوم	162.50
66	Ho	هولمیوم	164.930
67	Er	اریتم	167.259
68	Tm	تولمیوم	168.934
69	Yb	یتربیوم	173.054
70	Lu	لویتانیوم	174.967
71	Hf	هافنیم	178.49
72	Ta	تانالت	180.948
73	W	تنگستن	183.84
74	Re	رئیم	186.207
75	Os	اوسمیوم	190.23
76	Ir	ایریدیوم	192.222
77	Pt	پلاتین	195.084
78	Au	طلا	196.967
79	Hg	جیوه	200.59
80	Tl	تالیوم	204.387
81	Pb	سرب	207.2
82	Bi	بیسموت	208.980
83	Po	پولونیوم	[209]
84	At	آستاتین	[210]
85	Rn	رادیون	[222]
86	Fr	فرانسیم	[223]
87	Ra	رادیوم	[226]
88	Ac	اکتیوم	[227]
89	La	لاانتان	138.905
90	Ce	سرب	140.12
91	Pr	پراساندیم	140.908
92	Nd	نیودیم	144.24
93	Pm	پرمیتیم	[145]
94	Sm	ساماریوم	150.36
95	Eu	یورپرم	151.964
96	Gd	گادولیم	157.25
97	Tb	تربیم	158.925
98	Dy	دیسمیوم	162.50
99	Ho	هولمیوم	164.930
100	Er	اریتم	167.259
101	Tm	تولمیوم	168.934
102	Yb	یتربیوم	173.054
103	Lu	لویتانیوم	174.967
104	Hf	هافنیم	178.49
105	Ta	تانالت	180.948
106	W	تنگستن	183.84
107	Re	رئیم	186.207
108	Os	اوسمیوم	190.23
109	Ir	ایریدیوم	192.222
110	Pt	پلاتین	195.084
111	Au	طلا	196.967
112	Hg	جیوه	200.59
113	Tl	تالیوم	204.387
114	Pb	سرب	207.2
115	Bi	بیسموت	208.980
116	Po	پولونیوم	[209]
117	At	آستاتین	[210]
118	Rn	رادیون	[222]
119	Fr	فرانسیم	[223]
120	Ra	رادیوم	[226]
121	Ac	اکتیوم	[227]
122	La	لاانتان	138.905
123	Ce	سرب	140.12
124	Pr	پراساندیم	140.908
125	Nd	نیودیم	144.24
126	Pm	پرمیتیم	[145]
127	Sm	ساماریوم	150.36
128	Eu	یورپرم	151.964
129	Gd	گادولیم	157.25
130	Tb	تربیم	158.925
131	Dy	دیسمیوم	162.50
132	Ho	هولمیوم	164.930
133	Er	اریتم	167.259
134	Tm	تولمیوم	168.934
135	Yb	یتربیوم	173.054
136	Lu	لویتانیوم	174.967
137	Hf	هافنیم	178.49
138	Ta	تانالت	180.948
139	W	تنگستن	183.84
140	Re	رئیم	186.207
141	Os	اوسمیوم	190.23
142	Ir	ایریدیوم	192.222
143	Pt	پلاتین	195.084
144	Au	طلا	196.967
145	Hg	جیوه	200.59
146	Tl	تالیوم	204.387
147	Pb	سرب	207.2
148	Bi	بیسموت	208.980
149	Po	پولونیوم	[209]
150	At	آستاتین	[210]
151	Rn	رادیون	[222]
152	Fr	فرانسیم	[223]
153	Ra	رادیوم	[226]
154	Ac	اکتیوم	[227]



Dr. Hasan Polvani

۱- مهم‌ترین راه در پیشرفت علم، برقراری ارتباط میان داده‌ها و یافتن روندها و الگو است. بنابراین می‌توان علم شیمی را مطالعه منظم، هوشمندانه و هدفدار رفتار عناصر و مواد برای پیدا کردن الگوها و روندهایی رفتار فیزیکی و شیمیایی آنها دانست.

۲- مندلیف جدول دوره‌ای (تناوبی) اولیه عناصر را طراحی کرد و جدول امروزی عناصر براساس بنیادی‌ترین ویژگی عنصرها، یعنی عدد اتمی (Z) چیدمان شده است.

۳- جدول تناوبی شامل ۱۱۸ عنصر می‌باشد که از ۷ دوره (ردیف یا تناوب) و ۱۸ گروه (ستون و خانواده) تشکیل شده است.

۴- با دانستن گروه و دوره یک عنصر (موقعیت آن)، تا حد زیادی می‌توان رفتار و خواص فیزیکی و شیمیایی آن را پیش بینی کرد.

۵- عناصری که آخرین الکترون آنها به زیر لایه S وارد می‌شود را عناصر دسته S گویند (گروه ۱ و ۲)، و عناصری که آخرین الکترون آنها وارد زیر لایه P می‌شود را دسته P گویند (گروه ۱۳ تا ۱۸)، به این دو دسته عناصر اصلی اطلاق می‌شود.

• عناصر دسته S همگی فلزند به غیر از H و He.

• عناصر دسته P اکثراً نافلزند اما تعدادی فلز و همه شبه فلزات هم در این دسته قرار دارند.

۶- در عناصر واسطه آخرین الکترون وارد زیر لایه d می‌شود (گروه ۳ تا ۱۲)، این عناصر هگی فلزند.

۷- در عناصر واسطه داخلی، آخرین الکترون وارد زیر لایه f می‌شود (همگی در گروه ۳ و دوره ۶ و ۷ قرار دارند). این عناصر نیز همگی فلزند و اکثراً رادیو ایزوتوپ و مصنوعی اند، که شامل ۱۴ عنصر لانتانیدها (گروه ۳، دوره ۶) و ۱۴ عنصر اکتینیدها (گروه ۳، دوره ۷) می‌باشند که به ترتیب زیر لایه ۴f و ۵f آنها در حال پر شدن است.

۸- خواص عنصرهای یک گروه به مراتب به هم نزدیک‌تر است تا عناصر یک دوره، بخصوص خواص شیمیایی آنها. دلیل این شباهت تعداد الکترون برابر لایه ظرفیت در عناصر یک گروه می‌باشد (غیر از He).

۹- عناصر یک دوره تنها دارای یک شباهت هستند: تعداد لایه برابر.

هر دوره (غیر از دوره ۱) با یک فلز فعال شروع شده و سپس شبه فلزات و نافلزات به طور دوره‌ای تکرار شده و نهایتاً به یک گاز نجیب ختم می‌شوند.

۱۰- ضریب آخرین زیر لایه عنصر هر دوره:

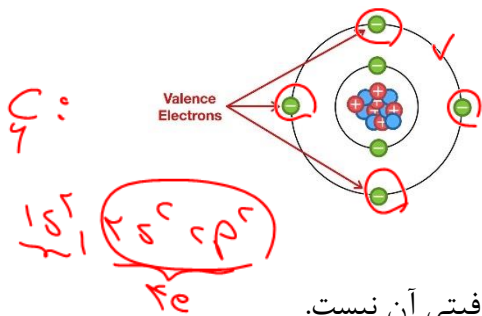
- ضریب زیر لایه آخر عناصر دسته S و P با شماره دوره (n) برابر است:  $nS.nP$
- ضریب زیر لایه آخر عناصر دسته d، یک واحد از شماره دوره کمتر است:  $(n-1)d$
- ضریب زیر لایه آخر عناصر دسته f، دو واحد از شماره دوره کمتر است:  $(n-2)f$



- ✓ عناصر دسته p از دوره دوم وارد جدول می‌شوند.
- ✓ عناصر دسته d از دوره چهارم وارد جدول می‌شوند.
- ✓ عناصر دسته f از دوره ششم وارد جدول می‌شوند.

### لایه ظرفیت

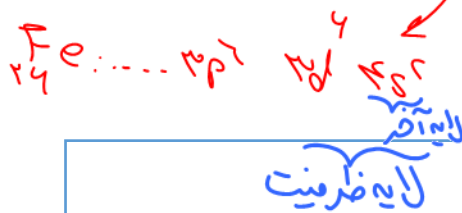
به زیر لایه یا زیر لایه‌هایی که الکترون آنها در واکنش‌ها امکان تبادل یا تشکیل پیوند دارند، لایه ظرفیت گویند. به الکترون(های) لایه ظرفیت «الکترون‌های ظرفیتی» گویند.



- لایه ظرفیت عناصر دسته s : زیر لایه s آخر : ns
- لایه ظرفیت عناصر دسته p : زیر لایه s و p آخر : ns, np
- لایه ظرفیت عناصر دسته d : زیر لایه s و d آخر : (n-1)d, ns

نکته: ظرفیت و یون پایدار یک عنصر لزوماً برابر با تعداد الکترون‌های ظرفیتی آن نیست.

- به عنوان مثال عناصر گروه ۱ (ns<sup>1</sup>)، یون +۱ ایجاد می‌کنند.
- ولی عناصر گروه ۱۷ (ns<sup>2</sup>, np<sup>5</sup>)، یون -۱ ایجاد می‌کنند.



### خواص عمومی فلزات

- ۱- سطح براق و صیقلی (جلا) دارند.
- ۲- رسانایی الکتریکی و گرمایی بالا دارند.
- ۳- شکل پذیر و چکش خوار هستند (در اثر ضربه خرد نمی‌شوند).
- ۴- سختی و استحکام بالا دارند. (غیر از جیوه و فلزات گروه ۱ و ۲)
- ۵- در واکنش‌ها تمایل به از دست دادن الکترون و تبدیل شدن به کاتیون دارند (غیر از برلییم) و در نتیجه پیوند یونی ایجاد می‌کنند نه اشتراکی.

### خواص عمومی نافلزات

- ۱- سطح براق و صیقلی ندارند.
- ۲- رسانایی گرمایی و الکتریکی ندارند. (معمولاً)
- ۳- در حالت جامد شکننده‌اند.
- ۴- در واکنش‌ها هم امکان تشکیل پیوند اشتراکی دارند و هم در واکنش با فلزات الکترون گرفته و تبدیل به آنیون شده و پیوند یونی می‌دهند. (کربن یون پایدار نداشته و فقط پیوند اشتراکی می‌دهد).

نکته: گازهای نجیب جز نافلزات محسوب می‌شوند هر چند یون ایجاد نکرده و اکثراً تمایل به ایجاد پیوند اشتراکی و واکنش با عناصر دیگر را ندارند.

خواص عمومی شبه فلزات (متالوئید)

خواص فیزیکی آنها بیشتر مشابه فلزات و خواص شیمیایی آنها همانند نافلزات است. شامل Te, Sb, As, Ge, Si, B هستند. (بسیج است)

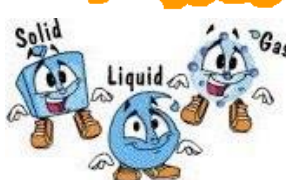
- ۱- سطح براق و صیقلی دارند.
- ۲- رسانایی گرمایی و الکتریکی کم یا متوسط دارند.
- ۳- در دمای معمولی همگی جامدند و شکننده.
- ۴- امکان ایجاد یون ندارند و در واکنش‌ها فقط می‌توانند پیوند اشتراکی ایجاد کنند. (مانند نافلزات)

مثال جدول زیر را تکمیل کنید:

نماد شیمیایی										خواص فیزیکی یا شیمیایی	
Ge	Pb	P	Mg	Cl	Sn	Al	Na	S	Si		C
✓	✓	ندارد	✓	×	✓	✓	✓	×	بسیج	دارد	رسانایی الکتریکی
دارد	✓	×	✓	ندارد	✓	✓	✓	×	کم	ندارد	رسانایی گرمایی
✓	✓	×	✓	×	✓	✓	✓	×	✓	×	سطح صیقلی
×	✓	×	✓	×	✓	✓	✓	×	×	×	چکش خواری
!	>	!	>	!	الکترون می‌دهد	>	>	!	اشتراک	!!!	تمایل به دادن 4 گرفتن یا اشتراک الکترون

فرمول شیمیایی و حالت فیزیکی عناصر

✓ فرمول شیمیایی: از ۱۱۸ عنصر جدول دوره‌ای، ۱۱۰ عدد در حالت عنصری (ساده یا آزاد)، تک اتمی بیان می‌شوند (... , He, Al, Na, C)



۷ عنصر دارای مولکول ۲ اتمی می‌باشند (I<sub>۲</sub>, Br<sub>۲</sub>, Cl<sub>۲</sub>, F<sub>۲</sub>, O<sub>۲</sub>, N<sub>۲</sub>, H<sub>۲</sub>) و فسفر هم مولکول ۴ اتمی داراست. (P<sub>۴</sub>)

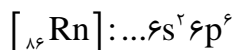
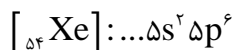
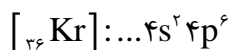
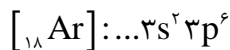
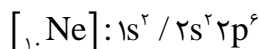
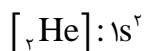
✓ حالت فیزیکی: اکثر آنها در حالت عنصری و در دمای معمولی جامدند.

و همه گازهای نجیب در دمای معمولی گازی شکل هستند. و Br<sub>۲</sub> و جیوه (Hg) در دمای معمولی مایعند.



پیدا کردن گروه و دوره یک عنصر

روش ۱: با استفاده از آرایش الکترونی:



دوره: بزرگترین ضریب

گروه: ختم به s : توان s (الکترون ظرفیتی)

ختم به p: مجموع توان s و p لایه ظرفیت (الکترون های ظرفیتی) + 10

ختم به d: مجموع توان s و d لایه ظرفیت (الکترون های ظرفیتی)

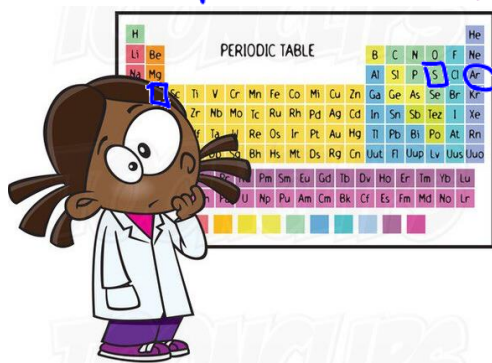
ختم به f: حتما گروه ۳

مثال: اگر آرایش الکترونی ذرات  $A^{2+}$ ،  $B^{2-}$  و C به  $3p^6$  ختم شود، گروه و دوره C, B, A و نیز عنصر

D که دارای ۱۸ الکترون با  $L=2$  است را به دست آورید؟

Handwritten notes and diagrams for the example problem:

- A:  $... 3p^6 4s^2$  → دوره: ۳، لایه ظرفیت: ۴
- B:  $... 3p^6 4s^2$  → دوره: ۳، لایه ظرفیت: ۴
- C:  $... 3p^6 4s^2$  → دوره: ۳، لایه ظرفیت: ۴
- D:  $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^2$  → دوره: ۳، لایه ظرفیت: ۳



روش ۲: با استفاده از عدد اتمی گاز کمیاب

در این روش تفاوت عدد اتمی عنصر مورد نظر با نزدیکترین گاز نجیب را در نظر می گیریم که در دو حالت زیر متصور است:

حالت ۱: از گاز نجیب بعدی :

(عدد اتمی عنصر - عدد اتمی گاز نجیب) - ۱۸ = گروه

هم دوره با گاز نجیب = دوره

حالت ۲: از گاز نجیب قبلی:

عدد اتمی گاز نجیب - عدد اتمی عنصر = گروه

یک دوره بیشتر از دوره گاز نجیب = دوره

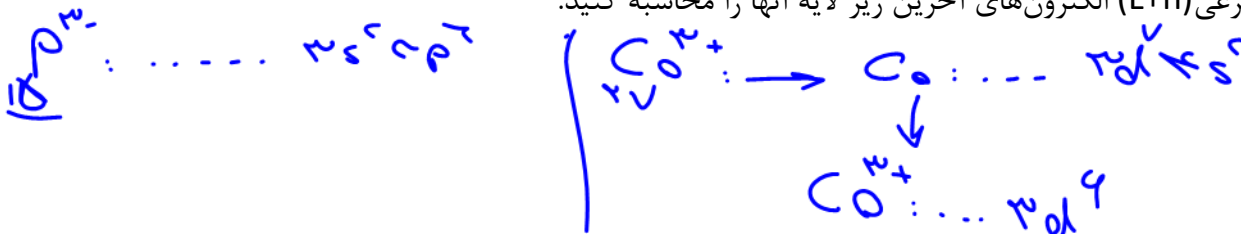
نکته ۱: دقت شود در دوره های یک تا سه، فلزات واسطه وجود ندارند

مثال ۱: گروه و دوره عناصر E و Z را تعیین کنید.



نکته ۲: برای رسم آرایش الکترونی کاتیون، حتما ابتدا آرایش خنثی آن را رسم کنید و سپس به تعداد بار مثبت از دورترین زیر لایه الکترون جدا کنید.

مثال ۲: آرایش الکترونی  $Ca^{2+}$ ،  $P^{3-}$  و  $Co^{3+}$  را رسم کرده و مجموع اعداد کوانتومی اصلی و فرعی (L+n) الکترون‌های آخرین زیر لایه آنها را محاسبه کنید.



نکته ۳: آرایش الکترونی ختم به d قطعاً متعلق به کاتیون است.

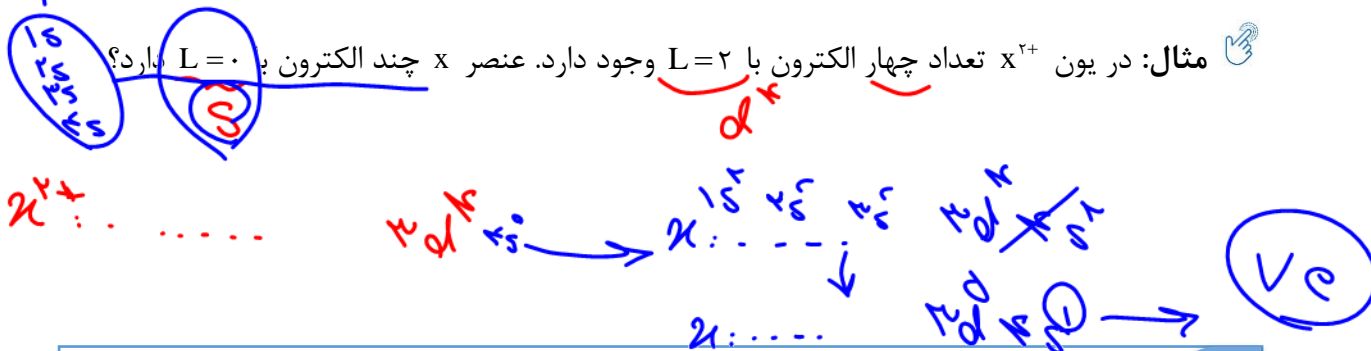
تست: کدام آرایش الکترونی می‌تواند متعلق به آنیون، کاتیون یا عنصری خنثی باشد؟  
 قطعاً خنثی  $[Ar] 3d^1 4s^2$  (۱)  $[Ne] 3s^2 3p^6$  (۲)

$[Ne] 3s^2 3p^4$  (۳)  $[Ar] 3d^4$  (۴) قطعاً کاتیون

نکته ۴: آرایش الکترونی عناصری مانند  $Cr$  و  $Cu$  و اکثر عناصر زیرین آنها از اصل آفبا تبعیت نمی‌کند:



مثال: در یون  $X^{2+}$  تعداد چهار الکترون با  $L=2$  وجود دارد. عنصر X چند الکترون با  $L=0$  دارد؟



نوع پیوند عناصر

فلز + فلز : فلزی

فلز + نافلز : یونی



نافلز + نافلز : کوالانسی

نافلز + شبه فلز : کوالانسی

شبه فلز + شبه فلز : کوالانسی

خواص خاص چند عنصر

✓ **هیدروژن**: تنها عنصری است که گروه مشخصی ندارد. فقط به دلیل اینکه آرایش الکترونی آن مشابه فلزات گروه اول است ( $1s^1$ )، آن را بالای گروه اول قرار داده هر چند نافلز است. تنها عنصری است که هم تبدیل به آنیون ( $H^-$ ) و هم تبدیل به کاتیون ( $H^+$ ) می شود. تنها یونی است که فقط از هسته تشکیل شده است.

✓ **بریلیم**: تنها فلزی است که تبدیل به کاتیون نشده و امکان تشکیل پیوند یونی نداشته و فقط پیوند کووالانسی ایجاد می کند. (تولید ترکیب مولکولی)

✓ **کربن**: تنها نافلزی است که تبدیل به آنیون نشده و امکان تشکیل پیوند یونی نداشته و فقط پیوند کووالانسی ایجاد می کند (تولید ترکیب مولکولی). البته گازهای نجیب هم نافلزند و یون ایجاد نمی کنند. و توانایی ایجاد پیوند کووالانسی یا ندارند و یا در شرایط خاص پیوند کووالانسی ایجاد می کنند.

تست ۱: کدام گزینه نادرست است؟



- ۱) اگر یون  $A^{3-}$  دارای ۱۲ الکترون با  $L=1$  باشد، عنصر A در گروه ۱۵ و در دوره سوم قرار دارد.
- ۲) اگر تعداد الکترون های  $L=1$  و  $L=0$  در عنصری برابر باشد، عنصر زیرین آن شبه فلز است.
- ۳) اگر نسبت تعداد الکترون های  $L=0$  به  $L=1$  در عنصری ۲ باشد، این عنصر توانایی ایجاد یون ندارد.
- ۴) اگر عنصری دارای ۲ الکترون با  $n=3$  و  $L=1$  باشد، این عنصر نیمه رسانا است.

تست ۲: چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

- تناوب ششم و هفتم جدول تعداد عناصر برابری با گروه ۳ دارند.
- همه شبه فلزات و فلزات در دمای معمولی جامدند.
- همه نافلزات جزو عناصر دسته p هستند.
- بیشترین تعداد عناصر جدول تناوبی به ترتیب متعلق به فلزات، نافلزات، و شبه فلزات است.
- همه گازهای نجیب در لایه ظرفیت خود ۸ الکترون دارند.

۰ (۱)                      ۱ (۲)                      ۲ (۳)                      ۳ (۴)

تست ۳: چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟

- در دوره دوم جدول تناوبی ۶ عنصر وجود دارند که زیر لایه ۲s پر دارند.
- حداکثر تعداد الکترون در لایه سوم اتم ۱۸ می‌باشد که در گاز نجیب دوره سوم این لایه پر می‌باشد.
- در دوره چهارم جدول دوره‌ای ۸ عنصر وجود دارد که زیر لایه ۳d پر دارند.
- لایه چهارم اتم در همه عناصر دوره ششم پر است.
- از میان ۱۱۸ عنصر جدول دوره‌ای، ۴۰ عنصر در دسته d قرار دارند.

(۱) ۰      (۲) ۱      (۳) ۲      (۴) ۳

تست ۴: کدام گزینه نشان دهنده موارد درست از مطالب زیر است؟

- (الف) در دوره چهارم جدول دوره‌ای ۱۷ عنصر دارای زیر لایه ۴s پر هستند.
- (ب) در دوره چهارم جدول دوره‌ای ۹ عنصر دارای زیر لایه ۳d پر هستند.
- (پ) در دوره چهارم جدول دوره‌ای، ۵ عنصر دارای زیر لایه نیمه پر هستند.
- (ت) در دوره چهارم جدول دوره‌ای، ۱۲ عنصر وجود دارند که دارای ۱۲ الکترون با  $L=1$  هستند.

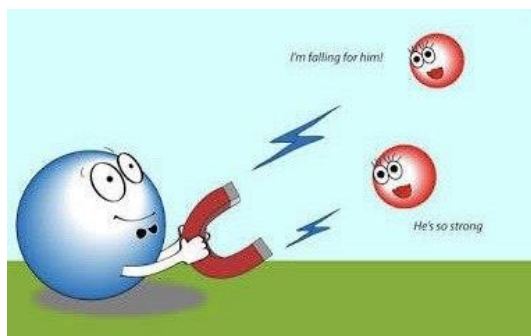
(۱) الف، ب، ت      (۲) الف، پ      (۳) ب، پ      (۴) ب، ت

تست ۵: چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

- چهارمین عنصر دوره سوم رسانایی الکتریکی بیشتری از عنصر سمت چپ خود دارد.
- سه عنصر فسفر، گوگرد و کلر در حالت جامد کدر بوده و در اثر ضربه خرد می‌شوند.
- سی پنجمین عنصر جدول دوره‌ای مایع بوده و می‌تواند پیوند کووالانسی و یونی ایجاد کند.
- عنصری از دوره سوم که در زیرلایه p آخر خود ۲ الکترون دارد، خواصی تقریباً مشابه عنصر زیرین خود دارد.
- خواص شیمیایی سیلسیم بیشتر مشابه عنصر راست خود و خواص فیزیکی آن بیشتر مشابه عنصر چپ خود در جدول دوره‌ای است.

(۱) ۱      (۲) ۲      (۳) ۳      (۴) ۴

الکترونگاتیوی ( بار موثر هسته ) مهم ترین کمیت شیمیایی هستی





بررسی ویژگی‌های عناصر گروه ۱۴

The diagram shows the periodic table with group 14 elements highlighted in blue. Handwritten blue notes include:
 

- At the top:  $ns^2 np^2$
- Next to C:  $sp^3$
- Next to Si:  $sp^3$
- Next to Ge:  $sp^3$
- Next to Sn:  $sp^3$
- Next to Pb:  $sp^3$
- On the right side:  $sp^2$  and  $sp$

Four boxes describe the elements with images and text:

- Carbon (C):** - رسانایی الکتریکی کمی دارد. - در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون به اشتراک می‌گذارد. - شکننده است و در اثر ضربه خرد می‌شود.
- Silicon (Si):** - سطح آن تیره است. - در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون به اشتراک می‌گذارد. - در اثر ضربه خرد می‌شود.
- Germanium (Ge):** - رسانایی الکتریکی کمی دارد. - در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون به اشتراک می‌گذارد. - در اثر ضربه خرد می‌شود.
- Lead (Pb):** - رسانایی گرمایی و الکتریکی بالایی دارد. - در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون از دست می‌دهد. - در اثر ضربه شکل آن تغییر می‌کند، اما خرد نمی‌شود.

Additional boxes show:
 

- Graphite (کربن): - جامدی شکل‌پذیر است. - رسانای خوب گرما و الکتریسیته است. - در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون از دست می‌دهد.
- Crystals (سیلیسیم و ژرمانیوم): - رسانایی الکتریکی کمی دارد. - در واکنش با دیگر اتم‌ها الکترون به اشتراک می‌گذارد. - شکننده است و در اثر ضربه خرد می‌شود.

- در لایه آخر (لایه ظرفیت) دارای چهار الکترون هستند ( $ns^2 np^2$ ) در این گروه یک عنصر نافلز (C) ، دو عنصر شبه فلز (Ge, Si) و سه عنصر دیگر فلزند.

- **کربن (C):** برخلاف نافلزات دیگر توانایی تشکیل یون نداشته و فقط پیوند اشتراکی می‌دهند. دارای دو دگر شکل (آلوتروپ) گرافیت و الماس است که چون بیشتر کربن عنصری طبیعت به شکل گرافیت است اگر نوع دگر شکل کربن مشخص نباشد، مد نظر گرافیت می‌باشد. گرافیت تیره و شکننده بوده و رسانایی الکتریکی بالایی دارد (مانند فلزات) اما رسانایی گرمایی ندارد. البته الماس رسانایی الکتریکی ندارد ولی رسانایی گرمایی دارد.
- **سیلیسیم (Si) و ژرمانیوم (Ge):** هر دو شبه فلزند و ویژگی‌ها و خواص شبه فلزها را دارا هستند و در نتیجه یون ایجاد نکرده فقط پیوند اشتراکی می‌دهند.
- **قلع (Sn) و سرب (Pb):** هر دو فلز بوده و ویژگی‌ها و خواص آنها مانند دیگر فلزات است. هر دو می‌توانند دو یون  $+2$  و  $+4$  ایجاد کنند.



بررسی خواص عناصر دوره سوم

شبه فلز



$n=3$

AV  
گاز نجیب

رسانایی گرمایی و الکتریکی بالایی دارند.  
در واکنش با دیگر اتمها الکترون از دست می دهند.  
در اثر ضربه تغییر شکل می دهند ولی خرد نمی شوند.  
سطح درخشانی دارند.

جریان برق و گرما را عبور نمی دهند.  
در واکنش با دیگر اتمها الکترون به اشتراک می گذارند یا می گیرند.  
در اثر ضربه خرد می شوند.  
سطح آنها درخشان نبوده بلکه کدر است.

Na سدیم ۱۱/۲۲.۹۹	Mg منیزیم ۱۲/۲۴.۳۱	Al آلومینیوم ۱۳/۲۶.۹۸	Si سیلیسیم ۱۴/۲۸.۰۹	P فسفر ۱۵/۳۰.۹۷	S گوگرد ۱۶/۳۲.۰۷	Cl کلر ۱۷/۳۵.۴۵	Ar آرگون ۱۸/۳۹.۹۵
------------------------	--------------------------	-----------------------------	---------------------------	-----------------------	------------------------	-----------------------	-------------------------

• عدد اتمی آنها ۱۱ تا ۱۸ بوده و همانند بقیه دورهها (غیر از دوره اول)، از یک فلز فعال شروع شده و سپس شبه فلز و نافلزات آمده و به گاز نجیب ختم می شوند.

	۱۱ Na	۱۲ Mg	۱۳ Al	۱۴ Si	۱۵ P	۱۶ S	۱۷ Cl	۱۸ Ar
آرایش لایه ظرفیت	$3s^1$	$3s^2$	$3s^2 3p^1$	$3s^2 3p^2$	$3s^2 3p^3$	$3s^2 3p^4$	$3s^2 3p^5$	$3s^2 3p^6$
نوع عنصر	فلز	فلز	فلز	شبه فلز	نافلز	نافلز	نافلز	نافلز
یون	$Na^+$	$Mg^{2+}$	$Al^{3+}$	*	$P^{3-}$	$S^{2-}$	$Cl^-$	*

نکته: هر چه عنصری چپ تر و پایین تر باشد فلز تر و هر چه راست تر و بالاتر باشد نافلز تر است.

تست ۱: ترتیب  $S > P > Al > Mg$  درباره مقایسه چند ویژگی درست است؟

تعداد لایه  $3, 4, 2$

✓ خصلت نافلزی

✗ رسانایی گرمایی

✗ رسانایی الکتریکی

✓ تعداد الکترون ظرفیتی

✗ تعداد زیر لایه

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

تست ۲: چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟

✗ با افزایش تعداد لایه های عناصر یک گروه، خصلت فلزی آنها افزایش می یابد.

✓ در عناصر یک دوره، عدد اتمی با خصلت نافلزی رابطه مستقیم دارد.

✗ در عناصر یک گروه، عدد اتمی با خصلت نافلزی رابطه مستقیم دارد.

✗ عنصری با عدد اتمی ۳۲ فلز بوده و در آخرین زیر لایه ۴ الکترون دارد.

✗ عنصر ۳۴ تمایل بیشتری برای گرفتن الکترون نسبت به عنصر ۳۷ دارد.

۳ (۴)

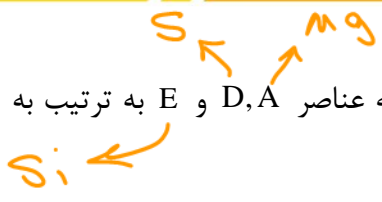
۲ (۳)

۱ (۲)

۰ (۱)

Dr. Hasan Polouis

تست ۳: با توجه به اینکه آرایش الکترونی بیرونی ترین زیر لایه عناصر D, A و E به ترتیب به  $3p^4$ ,  $3s^2$  و  $3p^2$  ختم می‌شوند، چند مورد از عبارتهای زیر درست است؟



- تمایل به از دست دادن الکترون :  $A > E > D$  ✓
- رسانایی الکتریکی :  $D > E > A$  ✗
- تعداد الکترون با  $L=0$  :  $D > E > A$  ✓ (with  $4e^-$  and  $4e^-$  annotations)
- عنصر E درخشان و شکننده بوده و فقط پیوند کووالانسی ایجاد می‌کند. ✓
- در هر سه عنصر لایه اصلی دوم اتم پر شده است. ✓

جدول شارل ژانت: ۴(۴)      ۳(۳)      ۲(۲)      ۱(۱)

- ۱- برتری این جدول این است که عناصر با عدد اتمی بالاتر از ۱۱۸ نیز طبقه‌بندی می‌شوند. (تا کنون تا عنصر ۱۲۱ در آزمایشگاه به طور مصنوعی ساخته شده است) و می‌توان تا عنصر ۱۷۰ را در آن جای داد
- ۲- برخلاف جدول تناوبی (مندلیف) این جدول براساس دوره نبوده بلکه براساس ترتیب پرشدن زیر لایه است.
- ۳- عناصر دسته S در انتهای هر دوره و در سمت راست قرار می‌گیرند.
- ۴- شامل ۳۲ گروه و ۸ دوره می‌باشد. (با توجه به ۱۱۸ عنصر)
- ۵- در هر دوره  $n+1$  زیر لایه آخر همه عناصر یکساله است.
- ۶- از عنصر ۱۲۱ به بعد زیر لایه 5g الکترون می‌گیرد

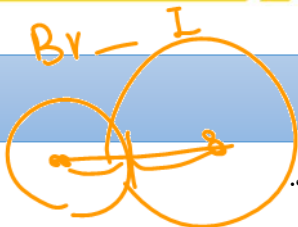
تفکر نقادانه

جدول عنصرها در آینده به چه شکل خواهد بود؟

دسته g																		دسته f										دسته d										دسته p										دسته s	
[g-block elements]																		[f-block elements]										[d-block elements]										[p-block elements]										[s-block elements]	

Dr. Hasan Polvani

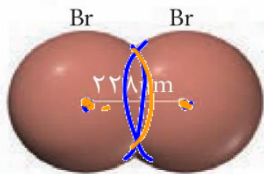




طول پیوند کووالانسی (شعاع اتمی)

- به فاصله هسته دو اتم درگیر پیوند کووالانسی، «طول پیوند کووالانسی» گویند.

- به نصف طول پیوند کووالانسی در پیوندی جور هسته «شعاع اتمی» گویند. به عنوان مثال شعاع اتمی Br برابر با ۱۱۴ پیکومتر است:

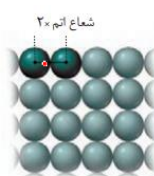


$$\text{شعاع اتم برم} = \frac{228 \text{ pm}}{2} = 114 \text{ pm}$$

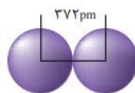
- شعاع اتمی بر حسب نانومتر و یا پیکو متر بیان می شود.

$$1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$$

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$



برای نمونه شعاع اتم سدیم برابر با ۱۸۶ پیکومتر است.



**نکته:** در گازهای نجیب و فلزات (به دلیل عدم ایجاد پیوند کووالانسی)، به نصف فاصله دو اتم مماس برهم «شعاع اتمی» گویند.

$$\text{Na شعاع اتمی} = \frac{372}{2} = 186 \text{ pm}$$

مثال: اگر طول پیوندهای H-Cl و H-H به ترتیب ۱۳۶ و ۷۴ پیکو متر باشد، شعاع اتمی کلر چند

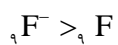
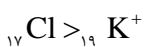
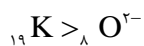
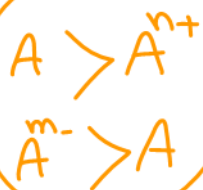
پیکو متر است؟

$$\frac{74}{2} = 37 \text{ شعاع اتمی H}$$



$$136 - 37 = 99$$

مقایسه شعاع اتم و یون ها

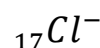
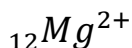


✓ اولویت ۱: هر چه تعداد لایه  $\uparrow$  شعاع اتم یا یون  $\uparrow$

✓ اولویت ۲: هر چه تعداد پروتون  $\downarrow$  شعاع اتم یا یون  $\uparrow$

✓ اولویت ۳: هر چه تعداد الکترون  $\uparrow$  شعاع اتم یا یون  $\uparrow$

مثال: گونه های زیر را از نظر شعاع مرتب کنید.



لایه: ۱

۱

۲

۲

۳

۳

شعاع: (۶)

(۵)

(۴)

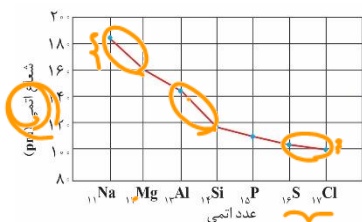
(۳)

(۱)

(۲)

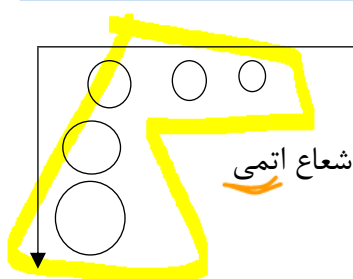
روند تغییرات شعاع اتمی در یک دوره

چون در یک دوره تعداد لایه عناصر ثابت است؛ با افزایش تعداد پروتون از چپ به راست، شعاع اتمی نیز کاهش می یابد. در یک دوره بیشترین افت شعاع اتمی بین عناصر گروه ۱۳ و ۱۴ است.



انیمیشن است چقدر شعاع کم می شود؟ ج: تعداد لایه ثابت باشد، دبی ۴

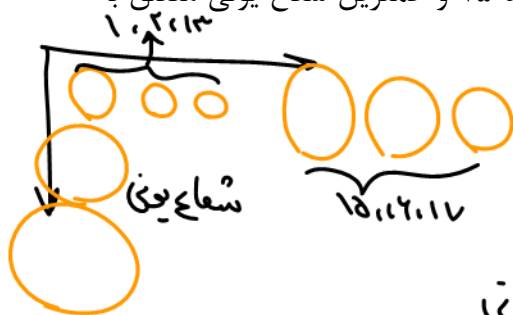
روند تغییرات شعاع اتمی در یک گروه



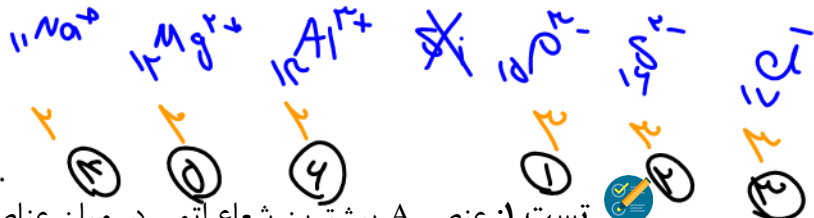
از بالا به پایین با افزایش تعداد لایه عنصرها، شعاع اتمی نیز افزایش می یابد.

از بالا به پایین شعاع اتمی زیاد می شود. تعداد لایه ↑

نکته: شعاع یونی عناصر یک گروه نیز از بالا به پایین افزایش می یابد. اما شعاع یونی در یک دوره از چپ به راست روند منظمی ندارد و بیشترین شعاع یونی متعلق به گروه ۱۵ و کمترین شعاع یونی متعلق به گروه ۱۳ است.



مثال: شعاع یونی عناصر دوره سوم را مقایسه کنید.



تست ۱: عنصر A بیشترین شعاع اتمی در میان عناصر دوره سوم و عنصر N کمترین شعاع اتمی میان

عناصر دوره چهارم را دارا هستند. تفاوت عدد اتمی این عنصر چند است؟



تست ۲: کدام گزینه نادرست است؟

(۱) تفاوت شعاع اتمی Mg و Al بیشتر از این تفاوت در S و Cl است.

(۲) شعاع اتمی نافلزهای دوره سوم بیشتر از شعاع اتمی شبه فلز این دوره است.

(۳) بیشترین تفاوت شعاع یونی در عناصر دوره سوم بین  $13\text{Al}^{3+}$  و  $15\text{P}^{3-}$  است.

(۴) شعاع یونی  $20\text{Ca}^{2+}$  کمتر از شعاع یونی  $17\text{Cl}^-$  است.

خاصیت فلزی

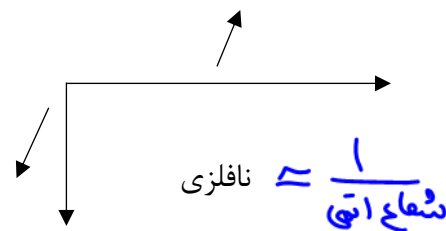
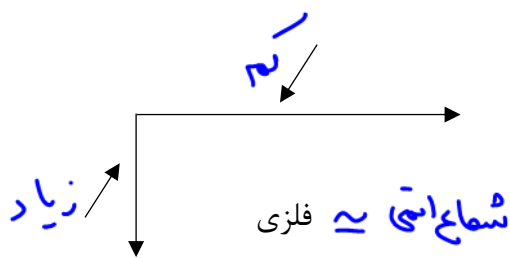
هر چه تمایل یک عنصر برای از دست دادن الکترون بیشتر باشد، عنصر فلزتر می‌باشد. بنابراین شعاع اتمی و خاصیت فلزی رابطه مستقیم دارند.

به عبارتی بیشترین خاصیت فلزی در یک دوره متعلق به گروه یک، و بیشترین خاصیت فلزی در یک گروه متعلق به عنصر دوره ی ۷ می‌باشد.

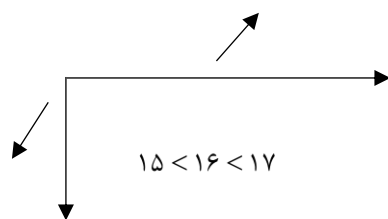
خاصیت نافلزی

هر چه تمایل عنصر برای گرفتن الکترون بیشتر باشد، عنصر نافلزتر است. بنابراین شعاع اتمی و خاصیت نافلزی رابطه وارونه دارند.

به عبارتی نافلزترین عنصر در یک دوره ، عنصر گروه ۱۷ ، و نافلزترین عنصر در یک گروه ، عنصر دوره دوم است.



جمع بندی: هر چه عنصر سمت چپ‌تر و پایین‌تر باشد، خاصیت فلزی بیشتر دارد (Cs, Fr) و هر چه سمت راست‌تر باشد و بالاتر باشد، خاصیت نافلزی بیشتر دارد (F).

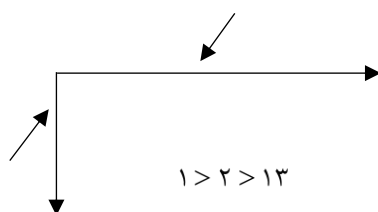


فعالیت (واکنش پذیری) گروه‌های نافلزی:

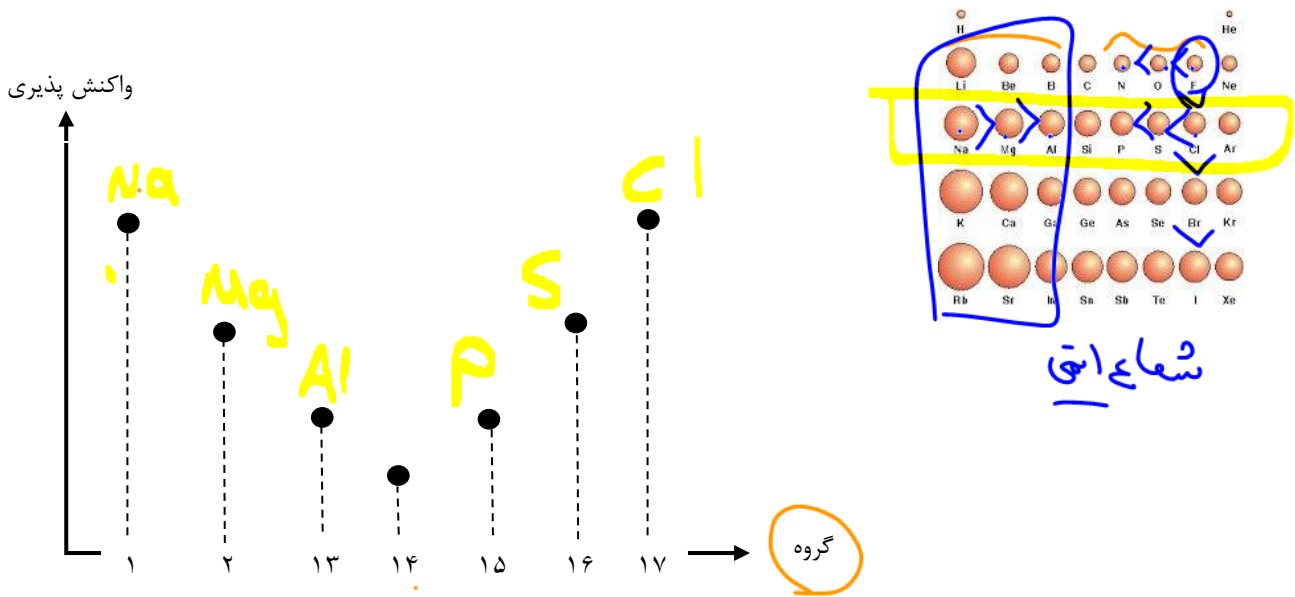
(۱۵, ۱۶, ۱۷)

فعالیت (واکنش پذیری) گروه‌های فلزی:

(۱, ۲, ۱۳)



بررسی واکنش پذیری (فعالیت شیمیایی) عناصر یک دوره:



تست: در میان عناصر  $O, S, P, Na, K, Ca$  کدام دو عنصر سریع ترین واکنش را با هم دارند و کدام دو عنصر آهسته ترین واکنش بین فلز و نافلز را دارند؟

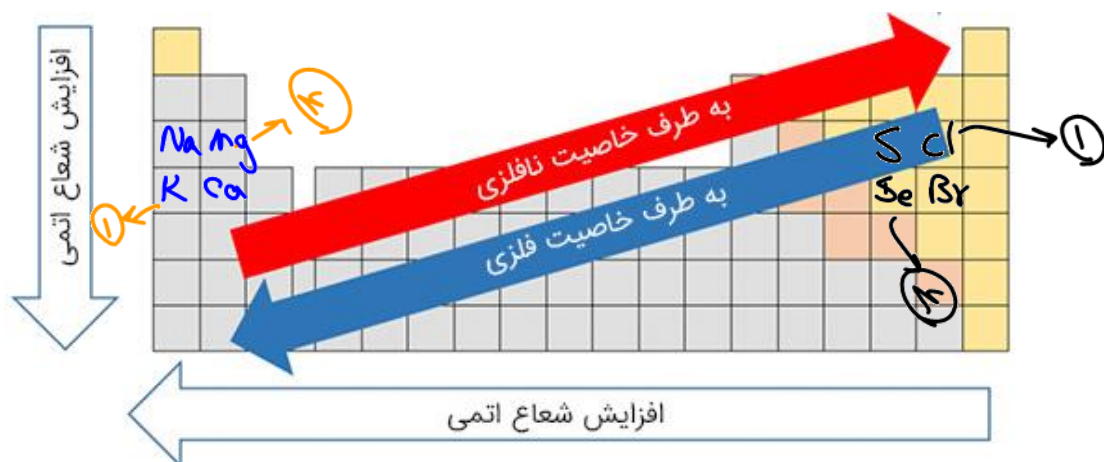
۱)  $Ca, P - K, O$

۲)  $Na, Cl - K, O$

۳)  $Ca, P - K, P$

۴)  $Na, Cl - K, P$

نکته: از نشانه های تغییر شیمیایی (واکنش)، می توان به تولید نور، گرما، تشکیل رسوب و خروج گاز اشاره کرد. هرچه سرعت و شدت این تغییرات بیشتر باشد، اصولاً واکنش پذیری بیشتر است.



$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$$



بررسی عناصر گروه اول (فلزات قلیایی)

- ۱- آرایش الکترونی آن ها به  $ns^1$  ختم می شود.
- ۲- با از دست دادن یک الکترون و تبدیل به یون  $M^+$  به آرایش گاز نجیب دوره قبل می رسند.
- ۳- واکنش پذیرترین فلزات بوده و به حالت عنصری (آزاد) در طبیعت وجود ندارند (به دلیل واکنش پذیری زیاد زیر نفت نگهداری می کنند تا با اکسیژن هوا واکنش ندهند).
- ۴- از بالا به پایین و با افزایش شعاع اتمی، واکنش پذیری آن ها (از دست دادن الکترون) افزایش می یابد.
- ۵- همگی آن ها فقط امکان ایجاد پیوند یونی دارند.
- ۶- دمای ذوب و جوش و سختی پایین داشته و نرم بوده به حدی که حتی با چاقو بریده می شوند و سطح آنها به سرعت تیره می شود.



۱- با توجه به جایگاه عنصرهای لیتیم، سدیم و پتاسیم (فلزهای قلیایی) در جدول دوره ای، پیش بینی کنید در واکنش با گاز کلر، اتم های کدام یک آسان تر الکترون از دست خواهد داد؟ چرا؟  
 ۲- تصویر زیر واکنش این فلزها با گاز کلر را در شرایط یکسان نشان می دهد. آیا داده های این تصویر پیش بینی شما را تأیید می کند؟ (راهنمایی: هرچه ماده ای سریع تر و شدیدتر واکنش بدهد، فعالیت شیمیایی بیشتری دارد).

- Li
- Na
- K
- Rb
- Cs



پتاسیم



۳- به نظر شما آیا جمله «هرچه شعاع اتمی یک فلز بزرگ تر باشد، آسان تر الکترون از دست می دهد، درست است؟ چرا؟» بله  
 ۴- جدول زیر را کامل کنید و توضیح دهید بین شمار لایه های الکترونی با شعاع اتم چه رابطه ای وجود دارد.

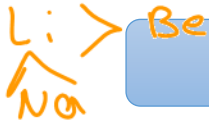
نماد شیمیایی عنصر	$Li$	$Na$	$K$
آرایش الکترونی فشرده	$[He]2s^1$	$[Ne]3s^1$	$[Ar]4s^1$
نماد آخرین زیر لایه			
تعداد لایه های الکترونی در اتم	۲	۳	۴
شعاع اتمی (pm)	۱۵۲	۱۸۶	۲۳۱

Dr. Hasan Polvani



تست: چه تعداد از کمیت های زیر در فلزات قلیایی از بالا به پایین افزایش می یابد؟  
 عدد اتمی - شعاع اتمی - شعاع یونی - خاصیت نافلزی - شدت تولید نور در واکنش با گاز کلر - تمایل به تبدیل شدن به کاتیون - جاذبه هسته روی الکترون های ظرفیتی - تعداد الکترون لایه ظرفیت - تعداد الکترون با  $L=0$

۷ (۴) ۶ (۳) ۵ (۲) ۴ (۱)



بررسی عناصر گروه دوم (فلزات قلیایی خاکی)

- ۱- آرایش الکترونی آن ها به  $ns^2$  ختم می شود.
- ۲- غیر از Be با از دست دادن دو الکترون و تبدیل به یون  $M^{2+}$  به آرایش گاز نجیب دوره قبل می رسند.
- ۳- بعد از عناصر دوره اول، واکنش پذیرترین فلز در دوره خود بوده و به حالت عنصری در طبیعت یافت نمی شوند.
- ۴- از بالا به پایین و با افزایش شعاع اتمی، تمایل به از دست دادن الکترون (فعالیت شیمیایی) آنها افزایش می یابد.
- ۵- همه آنها فقط امکان تشکیل پیوند یونی را دارند (غیر از Be که فقط پیوند اشتراکی ایجاد کرده و کاتیون ایجاد نمی کند)

با هم ببیند پیشیم

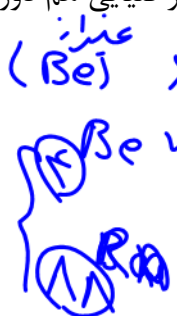
با توجه به جدول زیر، پیش بینی کنید اتم کدام یک از فلزهای گروه دوم (فلزهای قلیایی خاکی) جدول دوره ای در واکنش با نافلزها، آسان تر به کاتیون  $M^{2+}$  تبدیل می شود. چرا؟

نام و نماد شیمیایی فلز	Mg (منیزیم)	Ca (کلسیم)	Sr (استرانسیم)
شعاع اتمی (pm)	۱۶۰	۱۹۷	۲۱۵

تست: چه تعداد از مطالب زیر در مورد فلزات قلیایی خاکی درست است؟

- از بالا به پایین شعاع اتمی، شعاع یونی و فعالیت شیمیایی و تعداد الکترون لایه ظرفیت افزایش می یابد. X
- شعاع یونی، شعاع اتمی و فعالیت شیمیایی کمتری نسبت به فلز قلیایی هم دوره خود دارند. ✓
- همه آنها با برم ترکیب یونی با فرمول  $MBr_2$  ایجاد می کنند. X
- تفاوت عدد اتمی اولین و آخرین عنصر این گروه ۸۴ می باشد. ✓

۴ (۴) ۳ (۳) ۲ (۲) ۱ (۱)



Dr. Hasan Polvani

بررسی عناصر گروه ۱۷ (هالوژن ها)



در تولید لامپ چراغ های جلوی خودروها، از هالوژن ها استفاده می شود.

۱- آرایش الکترونی لایه ظرفیت  $ns^2 np^5$  می باشد.

۲- غیر از استاتین مابقی آنها نافلز بوده و بیشترین خصلت نافلزی در دوره خود را دارا هستند.

۳- در واکنش با نافلزات دیگر و شبه فلزات با اشتراک الکترون و ایجاد پیوند اشتراکی به آرایش گاز نجیب بعد از خود (در همان تناوب) می رسند. و در واکنش با فلزات با گرفتن یک الکترون به یون  $M^-$  (هالید) تبدیل می شوند و باز هم به آرایش گاز نجیب بعد از خود می رسند (پیوند یونی).

۴- در حالت آزاد (عنصری) دو اتمی هستند:  $F_2, Cl_2, Br_2, I_2$

۵- فلوئور و کلر در دمای معمولی گازی و برم مایع و ید جامد است. (کلر گازی زرد رنگ و برم مایعی قرمز است). به عبارتی با افزایش جرم مولکولی نیروی بین مولکولی افزایش یافته و دمای ذوب و جوش آنها افزایش می یابد.

۶- از بالا به پایین با افزایش شعاع اتمی، واکنش پذیری آنها کاهش می یابد. (خصلت نافلزی با شعاع اتمی رابطه عکس دارد)

خود را بیازمایید

الف) جدول زیر را کامل کنید.

نماد شیمیایی عنصر	${}_9F$	${}_{17}Cl$	${}_{35}Br$
آرایش الکترونی فشرده	$[He]2s^2 2p^5$	$[Ne]3s^2 3p^5$	$[Ar]4s^2 3d^{10} 4p^5$
نماد آخرین زیر لایه			
تعداد لایه های الکترونی در اتم	۲	۳	۴
شعاع اتمی (pm)	۷۱	۹۹	۱۱۴



ب) پیش بینی کنید در شرایط یکسان کدام هالوژن واکنش پذیرتر است. چرا؟  
در نافلزات واکنش پذیری با شعاع اتمی رابطه عکس دارد.

پ) در جدول زیر شرایط واکنش این نافلزها با گاز هیدروژن نشان داده شده است. با توجه به آن، مشخص کنید آیا پیش بینی شما درست است.



نام هالوژن	شرایط واکنش با گاز هیدروژن
فلوئور	حتی در دمای $-200^\circ C$ به سرعت واکنش می دهد.
کلر	در دمای اتاق به آرامی واکنش می دهد.
برم	در دمای $200^\circ C$ واکنش می دهد.
ید	در دمای بالاتر از $400^\circ C$ واکنش می دهد.

ت) توضیح دهید خصلت نافلزی با شعاع اتمی چه رابطه ای دارد. عکس

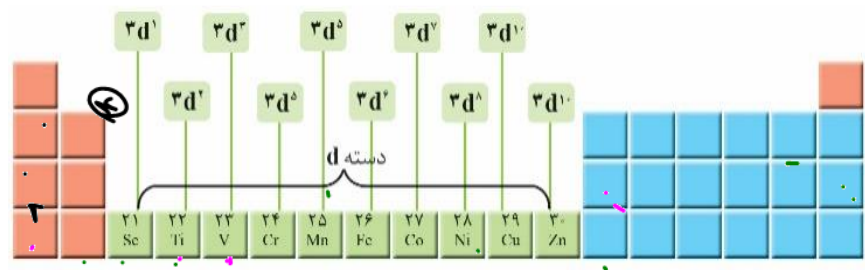
تست ۱: در گروه هالوژن‌ها با افزایش عدد اتمی چه تعداد از کمیت‌های زیر افزایش می‌یابد؟  
 شعاع اتمی - شعاع یونی - تعداد لایه - تعداد زیر لایه - تعداد الکترون ظرفیتی - دمای ذوب و جوش - نیروهای بین مولکولی - فعالیت شیمیایی - تمایل به گرفتن الکترون - بار یون هالید (n-)  
 ۵ (۱) ۶ (۲) ۷ (۳) ۸ (۴)  
 تست ۲: با توجه به جدول زیر چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟  
 F<sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, I<sup>-</sup>

گروه \ دوره	۱	۲	۱۴	۱۵	۱۶
۲				D	E
۳	A	B	C	F	
۴	C				

- شعاع اتمی: C > B > A > F
- شعاع یونی: C > B > A > F
- خصلت نافلزی: A < F < D < E
- سرعت واکنش با عنصر D: C > B > A
- تمایل به تشکیل پیوند یونی: E > F > D

عناصر دسته d (فلزات واسطه)

۱- آخرین الکترون آنها در زیر لایه d وارد می‌شود و غیر از عنصری مانند Cr<sub>۲۴</sub> و Mo<sub>۴۲</sub> آرایش لایه ظرفیت آنها به شکل (n-1)d<sup>x</sup>, ns<sup>۲</sup> می‌باشد.



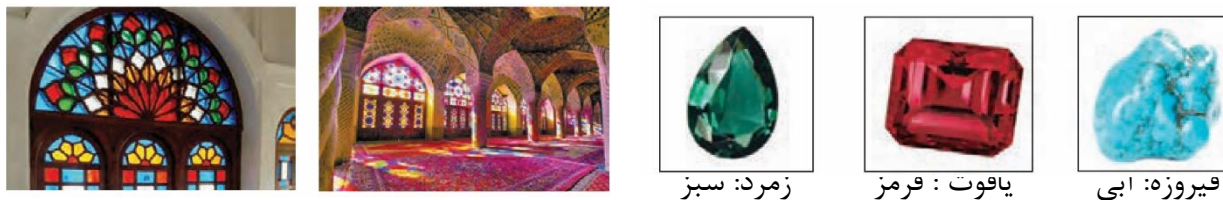
- ۲- از دوره چهارم وارد جدول تناوبی شده و شامل گروه‌های ۳ تا ۱۰ می‌باشد.
- ۳- ویژگی عمومی فلزات مانند رسانایی گرمایی و الکتریکی، جلائی فلزی و چکش خواری، تمایل به از دست دادن الکترون در واکنش‌ها را دارا هستند. (تشکیل پیوند یونی)
- ۴- نسبت به فلزات اصلی (دسته s و p)، دمای ذوب و جوش و سختی بیشتر دارند (غیر از جیوه) اما واکنش پذیری آنها کمتر می‌باشد.
- ۵- اغلب آنها بیش از یک یون پایدار بوده و این یون‌ها معمولاً به آرایش گاز نجیب نمی‌رسند. (غیر از Sc<sup>۳+</sup>, Ti<sup>۴+</sup>, V<sup>۵+</sup> ...)

Dr. Hasan Polvani

تغییر شعاع، الکترونگاتیوی، خاصیت فلزی و... منظم نیست.



۶- اغلب یون‌های فلزات واسطه بر خلاف یون‌های فلزات اصلی، رنگی بوده، در نتیجه اغلب ترکیباتی که دارای یون‌های فلزات واسطه هستند رنگ خاص داشته و وجود آنها در سنگ‌های قیمتی و شیشه‌های رنگی و ... باعث رنگ و زیبایی خاص می‌شود:

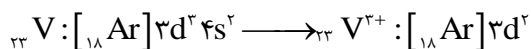


زمرد: سبز

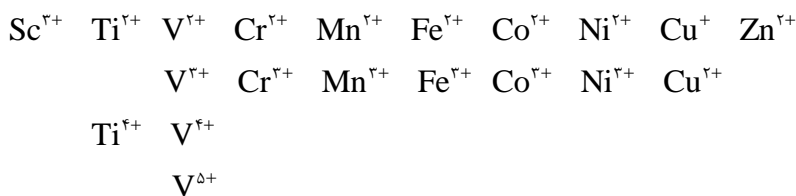
یاقوت: قرمز

فیروزه: آبی

۷- با توجه به این که زیر لایه ns در فاصله دورتری از هسته نسبت به زیر لایه (n-1)d قرار گرفته است، در نتیجه هنگام از دست دادن الکترون در عنصرهای واسطه، ابتدا از زیر لایه ns الکترون جدا می‌شود؛ به عبارتی اکثر کاتیون‌های واسطه به آرایش الکترونی (n-1)d ختم شده و الکترون‌های زیر لایه ns لایه ظرفیت خود را از دست داده‌اند. (غیر از کاتیون‌هایی که به آرایش گاز نجیب رسیده‌اند مانند  $Sc^{3+}$ )



۸- کاتیون‌های فلزات واسطه دوره چهارم (عدد اتمی ۲۱ تا ۳۰) و نام یون مربوطه



۹- اسکاندیوم برای ساخت وسایل خانه مانند تلوزیون رنگی و برخی شیشه‌ها استفاده می‌شود.

خود را بیازمایید

۱- اسکاندیم ( $Sc$ ، ۲۱)، نخستین فلز واسطه در جدول دوره‌ای است که در وسایل خانه مانند

تلوزیون رنگی و برخی شیشه‌ها وجود دارد.

الف) آرایش الکترونی اتم آن را بنویسید.

ب) کاتیون این فلز در ترکیب‌هایش، سه بار مثبت دارد. آرایش الکترونی فشرده کاتیون

اسکاندیم را رسم کنید.



۲- جدول زیر را کامل کنید.

نماد فلز / یون	آرایش الکترونی	نماد فلز / یون	آرایش الکترونی
${}_{23}V$	$[Ar] 3d^3 4s^2$	${}_{24}Cr$	$[Ar] 3d^5 4s^1$
$V^{2+}$	$[Ar] 3d^3$	$Cr^{2+}$	$[Ar] 3d^4$
$V^{3+}$	$[Ar] 3d^2$	$Cr^{3+}$	$[Ar] 3d^3$

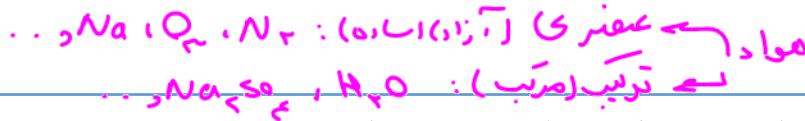
طلا (Au) :



رگه‌های طلا در طبیعت

- ۱- فلزی واسطه و متعلق به دوره ۶ بوده که به دلیل نرم و چکش خوار بودن بی‌نظیر آن می‌توان ورقه‌های بسیار نازک یا سیم‌های بسیار نازک از آن ساخت.
- ۲- رسانایی الکتریکی بسیار بالایی دارد که در شرایط دمایی گوناگون نیز آن را حفظ می‌کند.

۳- در میان فلزات کمترین واکنش پذیری را داشته و با مواد موجود در طبیعت واکنش نداده و به حالت عنصری در طبیعت وجود دارد و تنها فلزی است که به شکل کلوخه یا رگه‌های زرد رنگ در خاک یافت می‌شود.



عنصرها به چه شکلی در طبیعت وجود دارند؟

- اغلب عنصرها به دلیل واکنش با عناصر دیگر به حالت عنصری در طبیعت وجود نداشته و فقط به حالت ترکیب دیده می‌شوند.

به عنوان مثال کلسیم بیشتر به شکل کلسیم کربنات ( $CaCO_3$ ) که کانی سفید است دیده می‌شود. سدیم بیشتر به شکل سدیم کلرید ( $NaCl$ ) که کانی سفید رنگ است یافت می‌شود.

و یا منگنز بیشتر در ترکیب منگنز II کربنات ( $MnCO_3$ ) که کانی صورتی رنگ است و آهن بیشتر به شکل اکسید آن (اکثراً  $Fe_2O_3$ ) یافت می‌شود.

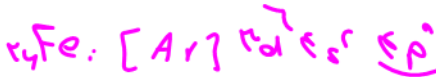


نمونه‌هایی از کانی‌ها (کلسیم کربنات، سدیم کلرید، منگنز II) کربنات، گوگرد). فرمول شیمیایی هر یک از این مواد را بنویسید.

- برخی عناصر به شکل عنصری (آزاد) نیز یافت می‌شوند، نافلزاتی مانند اکسیژن ( $O_2$ ) ، نیتروژن ( $N_2$ ) یا گوگرد و گازهای نجیب و نیز فلزاتی مانند طلا ، نقره، مس و پلاتین.

تست ۱: چه تعداد از مطالب زیر در مورد فلزات واسطه درست است؟

- همانند فلزات دسته s و p فقط به شکل ترکیب در طبیعت یافت می‌شوند. X
- بر خلاف فلزات قلیایی که سطح آنها به سرعت با اکسیژن تیره می‌شود ، این فلزات واکنش پذیری کمتری دارند. ✓

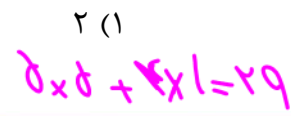
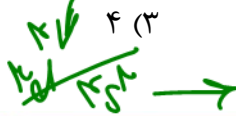


- زیر لایه p آخرین لایه آنها پر است. X

- عنصرهای واسطه دوره پنجم بین ۱۱ تا ۲۰ الکترون با  $L=2$  دارند. ✓

- مجموع الکترون‌های ظرفیت چهارمین فلز واسطه ۲۹ است. ✓

۵ (۴)



Dr. Hossein Polouis

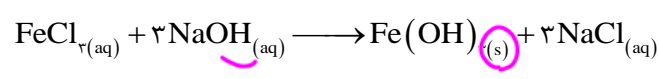
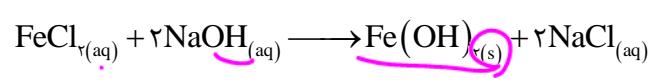
تست ۲: کدام گزینه درست است؟ (۲۸ Ni)  $Ni^{3+}$

- آرایش الکترونی کاتیون در  $NiBr_2$  به شکل  $[Ar] 3d^7$  است.
- عدد اتمی عنصر واسطه‌ای که تعداد الکترون  $3d$  و  $4s$  آن برابر است، ۲۴ می‌باشد.
- آرایش الکترونی همه کاتیون‌های فلزات واسطه به زیر لایه  $d$  ختم می‌شود.
- در فلزات واسطه یک دوره، با افزایش عدد اتمی تعداد الکترون ظرفیتی و بار کاتیون افزایش می‌یابد. با توجه به اینکه رسوب‌های  $Fe(OH)_2$  و  $Fe(OH)_3$  به ترتیب سبز تیره و قهوه‌ای (قرمز آجری) هستند می‌توان یون‌های  $Fe^{2+}$  و  $Fe^{3+}$  موجود در محلول را با اضافه کردن  $NaOH$  و تشکیل و یا عدم تشکیل این

نسب یون  $Fe^{2+}$  و  $Fe^{3+}$

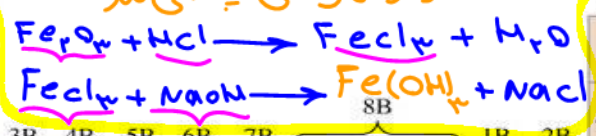


تولید رسوب آهن (III) هیدروکسید و آهن (II) هیدروکسید



سوال: در زنگ آهن، یون  $Fe^{2+}$  وجود دارد یا  $Fe^{3+}$ ؟ جواب:  $Fe^{3+}$  زیرا در واکنش با  $HCl$  و  $NaOH$  رسوب قرمز قهوه‌ای ایجاد می‌کند

1A	2A		3A	4A	5A	6A	7A	8A											
Li <sup>+</sup>						N <sup>3-</sup>	O <sup>2-</sup>	F <sup>-</sup>											
Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>					P <sup>3-</sup>	S <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>											
K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Sc <sup>3+</sup>	Ti <sup>2+</sup>	V <sup>2+</sup>	Cr <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Co <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Cu <sup>+</sup>	Zn <sup>2+</sup>			Se <sup>2-</sup>	Br <sup>-</sup>				
Rb <sup>+</sup>	Sr <sup>2+</sup>		Ti <sup>4+</sup>	V <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Mn <sup>4+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Co <sup>3+</sup>						Ag <sup>+</sup>	Cd <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>		I <sup>-</sup>	
Cs <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>																		Pb <sup>2+</sup>



طریقه ی آسان حفظ کردن جدول تناوبی عناصر

استاد، سخته کرد، ترکیب بکند!

کسی جلوی سینما باشو بریدا!

بگو الو جواد ایچیا کیمار ستانه!

فدای کله ی برافت آی لکم.

هیلنا کرباسی فر به مگس کله سرمه ای باید راه داد.

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

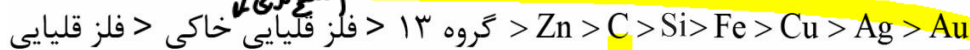
یک ذره نیمن مومیایی تکرم شده ی روح (ره) پدر آجلینا چولی سید رو.

راز کرانه.

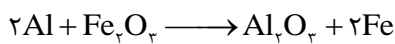
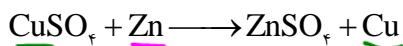
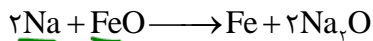
Dr. Hasan Polvani

مقایسه واکنش پذیری فلزات و استخراج فلزات از طبیعت

۱- به طور کلی از نظر تمایل به از دست دادن الکترون و واکنش پذیری:



۲- یک واکنش حا به جایی یگانه در صورتی انجام پذیر (خود به خودی به طور طبیعی) است که عنصر واکنش پذیرتر با ترکیب عنصری که واکنش پذیری کمتری دارد وارد واکنش شود:



حالت عنصری



واکنش ترمیت

واکنش پذیری واکنش دهنده‌ها از فرآورده‌ها بیشتر است،

پایداری واکنش دهنده‌ها از فرآورده‌ها کمتر است،

سطح انرژی واکنش دهنده‌ها از فرآورده‌ها بیشتر است.

۳- در واکنشی که به طور طبیعی انجام می‌شود:

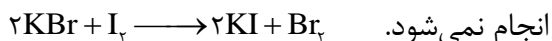
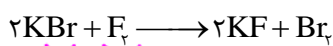
سخت تر است

استخراج

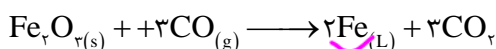
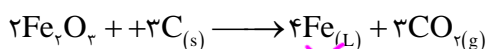
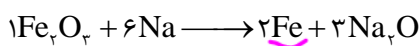
۴- در واکنش‌های جانشینی یگانه: جای فلز با فلز یا H عوض می‌شود.

جای نافلز با نافلز عوض می‌شود.

۵- در هالوژن‌ها از بالا به پایین واکنش پذیری کاهش می‌یابد:




۶- برای استخراج یک عنصر در یک ترکیب شیمیایی، باید از عنصری واکنش پذیرتر استفاده کرد. به عنوان مثال برای استخراج آهن که در طبیعت به شکل سنگ معدن همانیت ( $Fe_2O_3$  ناخالص) وجود دارد، ابتدا ناخالصی‌های آهن III اکسید را جدا می‌کنند و سپس  $Fe_2O_3$  خالص را با عنصری واکنش پذیرتر از آهن واکنش می‌دهند تا Fe به حالت عنصری استخراج شود.

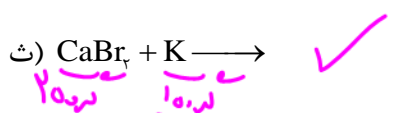
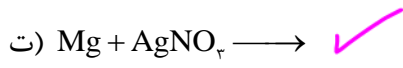
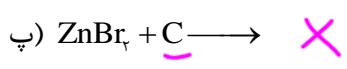
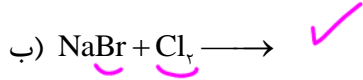
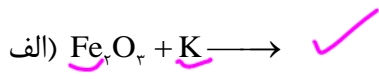




البته به دلیل گرانتز بودن Na نسبت به C و CO در شرکت‌های تولید فولاد از دو واکنش آخر برای تولید آهن استفاده می‌شود.

۷- هر چه فلزی واکنش پذیرتر باشد استخراج آن دشوارتر است.

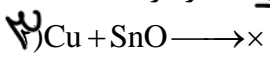
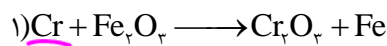
**مثال:** انجام پذیر بودن یا نبودن واکنش‌های زیر را مشخص کرده و واکنش دهنده‌ها و فرآورده‌ها را از نظر پایداری و سطح انرژی مقایسه کنید. 



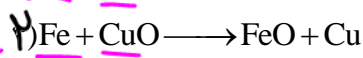
تست ۱: اگر واکنش‌های ۱ و ۲ به طور طبیعی انجام شوند ولی واکنش‌های ۳ و ۴ فرآورده تولید نکنند،

کدام مقایسه در مورد پایداری عناصر درست است؟

واکنش پذیری:  $Cr > Fe$



واکنش پذیری:  $Sn > Cu$



واکنش پذیری:  $Fe > Sn$

واکنش پذیری:  $Fe > Cu$

$Cu < Sn < Fe < Cr$  (۲)

$Cu > Sn > Fe > Cr$  (۱)

$Cu > Sn > Cr > Fe$  (۴)

$Cu < Sn < Cr < Fe$  (۳)

واکنش پذیری:  $Cr > Fe > Sn > Cu$  ← پایداری: برعکس

Dr. Hasan Polouis

دنیای واقعی واکنش‌ها

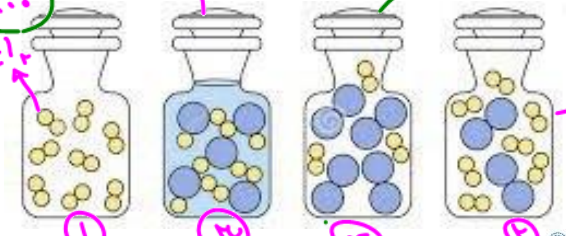
خالص  
ناخالصی (آب و سفال)  
ناخالص = خلص + ناخالصی

درصد خلوص (p)

مقدار گرم ماده ناخالص در ۱۰۰ گرم ماده ناخالص (کل) را درصد خلوص گویند.

$$\text{درصد خلوص (p)} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100$$

$$\text{جرم ناخالصی} + \text{جرم خالص} = \text{جرم ناخالص (کل)}$$



مثال: 400g سدیم نیترات با خلوص ۷۰٪ را به 200g سدیم نیترات ۴۰٪ اضافه می‌کنیم. درصد خلوص سدیم نیترات در مخلوط نهایی چند درصد است؟

$$70 = \frac{\text{خالص}}{400} \times 100 \rightarrow 280 \text{ g}$$

$$40 = \frac{\text{خالص}}{200} \times 100 \rightarrow 80 \text{ g}$$

$$\text{درصد خلوص} = \frac{\text{جرم ماده خالص}}{\text{جرم ماده ناخالص}} \times 100 = \frac{280 + 80}{400 + 200} \times 100 = 70\%$$

نکته: هر گاه در مورد جرمی هم صحبت از جرم آن بود و هم صحبت از درصد خلوص آن، جرم مورد نظر ناخالص است.

- به عنوان مثال: ۶۰۰ گرم کلسیم ۷۰٪ خلوص
- ۶۰۰ گرم کلسیم چند درصد خلوص
- چند گرم کلسیم ۷۰٪ خلوص

مثال: در ۸۰۰ گرم کلسیم کلرید ناخالص ۲۸۴ گرم کلر وجود دارد. درصد خلوص کلسیم کلرید در این نمونه چند درصد است؟

$$284 \text{ g Cl}_2 \times \frac{1 \text{ mol Cl}_2}{70.9 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ mol CaCl}_2}{2 \text{ mol Cl}} \times \frac{111 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 444 \text{ g CaCl}_2$$

$$\text{درصد خلوص CaCl}_2 = \frac{444}{800} \times 100 = 55.5\%$$

حل مسائل استوکیومتری واکنش وقتی جسم معلوم یا مجهول ناخالص باشند

روش ۱: با استفاده از کسرهای هم ارز (تناسب)

یادآوری: کسرهای هم ارز در مسائل:

کسر مولی	کسر جرمی	کسر تعدادی	کسر حجمی گاز	کسر حجمی گاز
مول	گرم	تعداد	لیتر	چگالی × لیتر
زیروند	جرم مولی × زیروند	زیروند × $6/02 \times 10^{23}$	حجم مولی × زیروند	جرم مولی × زیروند

ضرب ضرب ضرب ضرب ضرب

نکته: در حل تستی مسائل درصد خلوص، کافیست در صورت کسر جرمی جسم مورد نظر درصد خلوص را وارد کنیم.

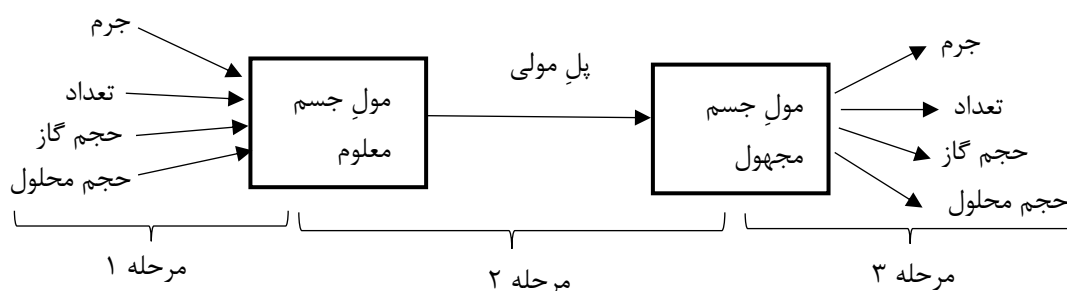
$$\frac{P}{100} \times gr \text{ ناخالص}$$

جرم مولی  $\times$  ضریب

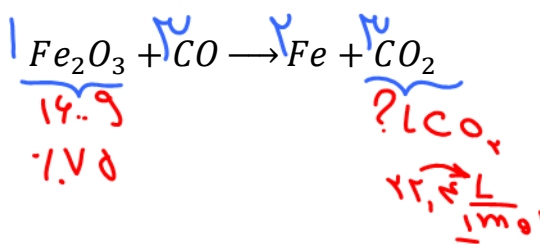
روش ۲: با استفاده از کسرهای تبدیل (زنجیره ای)

در روش حل تشریحی (روش زنجیره ای) مسائل استوکیومتری واکنش، مقدار **خالص** جسم معلوم در رابطه استوکیومتری قرار داده می شود و مقدار **خالص** جسم معلوم به دست می آید.

یادآوری: در حل مسائل استوکیومتری به روش زنجیره ای، به طور کلی سه مرحله زیر انجام می شود:



مثال: در اثر مصرف ۱۶۰۰ گرم زنگ آهن با خلوص ۷۵٪ چند لیتر گاز کربن دی اکسید در شرایط متعارفی تولید می شود؟ ( $Fe = 56, O = 16$ )



تیبیا

$$\frac{1600 \times 75}{100} = 1200 \text{ g FeCO}_3$$

$$\frac{1200}{1 \times 140} = \frac{x}{2 \times 22.4}$$

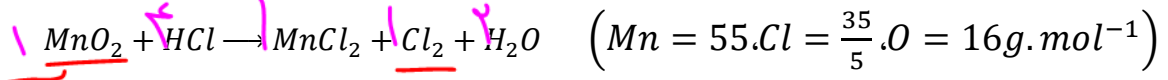
وخالص = ۷۵٪

$$1600 \times \frac{75}{100} = 1200 \text{ g FeCO}_3$$

$$? \text{ L CO}_2 = 1200 \text{ g FeCO}_3 \times \frac{1 \text{ mol FeCO}_3}{140 \text{ g FeCO}_3} \times \frac{2 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol FeCO}_3} \times \frac{22.4 \text{ L CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} = 302.4 \text{ L CO}_2$$

Dr. Hasan Poloui

تست ۱: برای تهیه ۱۴/۲ گرم گاز کلر چند گرم  $MnO_2$  با خلوص ۷۵٪ نیاز است؟ (موازنه شود).



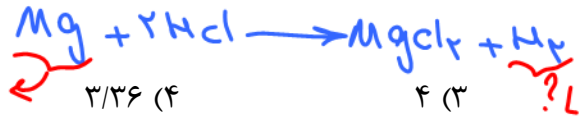
۳۰/۸ (۴)      ۲۹ (۳)      ۲۸/۵ (۲)      ۲۳/۲ (۱)

۱۷/۵ g  $MnO_2$  (خالص)  $= 14.2 g \times \frac{1 mol}{71 g} \times \frac{1 mol MnO_2}{1 mol Cl_2} \times \frac{17 g MnO_2}{1 mol MnO_2} = 17.14 g MnO_2$

$75 = \frac{17.14}{x} \times 100 \rightarrow x = 22.72 g MnO_2$

$g MnO_2$	$g Cl_2$
$x \times \frac{75}{100}$	$14.2$
$1 \times 17$	$1 \times 71$

تست ۲: ۶۰ گرم منیزیم با خلوص ۸۰٪ در واکنش با  $HCl$  چند لیتر گاز  $H_2$  تولید می‌کند؟ (چگالی گاز هیدروژن  $0/08 \frac{g}{L}$  می‌باشد). ( $H = 1, Mg = 24$ )



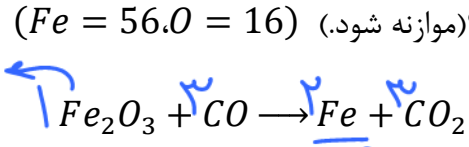
۳/۳۶ (۴)      ۴ (۳)      ۴/۴۸ (۲)      ۵ (۱)

$80 = \frac{x}{60} \times 100 \rightarrow x = 48 g Mg$

$? L H_2 = 48 g Mg \times \frac{1 mol}{24 g} \times \frac{1 mol H_2}{1 mol Mg} \times \frac{2 g H_2}{1 mol H_2} \times \frac{1 L H_2}{0.08 g H_2} = 12 L H_2$

$g Mg$	$L H_2$
$60 \times \frac{80}{100}$	$x$
$1 \times 24$	$1 \times 2$

تست ۳: از واکنش ۱۰ کیلو گرم آهن III اکسید با گاز کربن مونو اکسید، ۵۲۰۰ گرم آهن به دست می‌آید، درصد خلوص زنگ آهن کدام است؟ (موازنه شود). ( $Fe = 56, O = 16$ )



۱۵٪ (۴)      ۲۶٪ (۳)      ۷۴٪ (۲)      ۳۰٪ (۱)

$g Fe_2O_3 = 10000 g Fe \times \frac{1 mol Fe}{56 g Fe} \times \frac{1 mol Fe_2O_3}{2 mol Fe} \times \frac{160 g Fe_2O_3}{1 mol Fe_2O_3} = 14285.7 g Fe_2O_3$

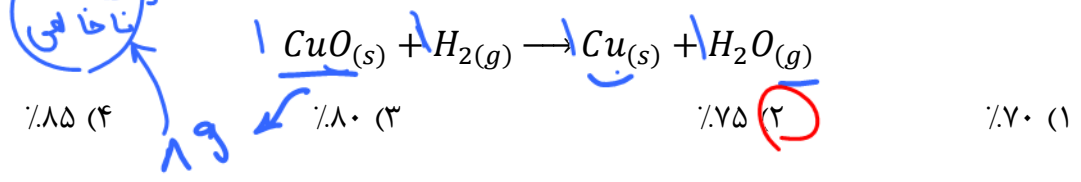
$Fe_{CO_2} = \frac{14285.7}{10000} \times 100 = 14.2857 \%$

$\frac{10000 \times P}{1 \times 16} = \frac{5200}{2 \times 56}$

Dr. Hasan Poloui

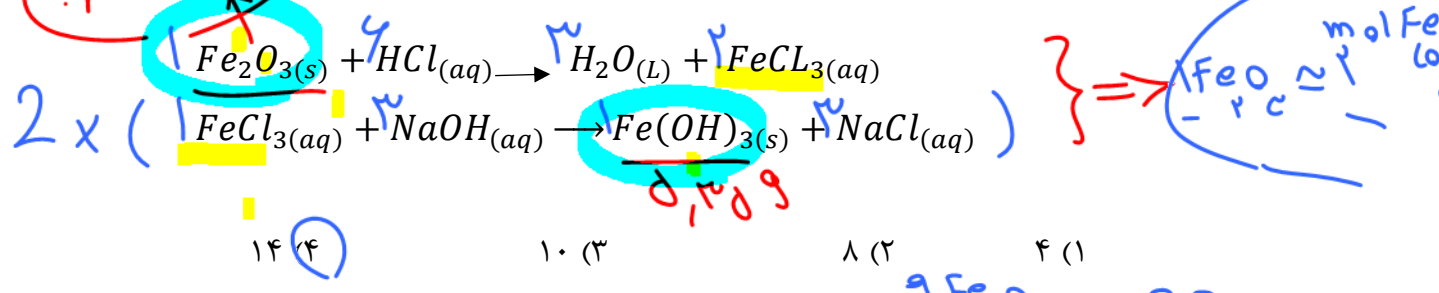


تست ۴: اگر ۸ گرم مس II اکسید در واکنشی با گاز هیدروژن، ۱/۲ گرم کاهش جرم پیدا کند، درصد خلوص مس II اکسید در نمونه اولیه چند درصد بوده است؟ (Cu = 64, O = 16)



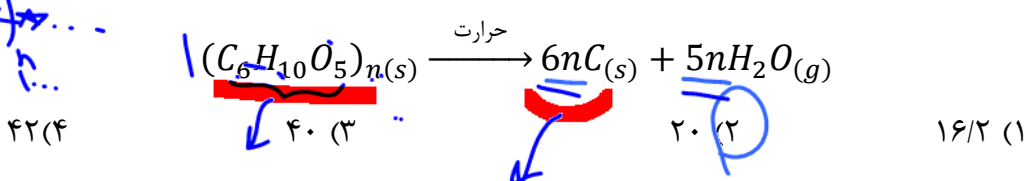
$$\frac{1 \times P}{1 \times 16} = \frac{1,2}{1 \times 16} \Rightarrow P = 70$$

تست ۵: ۲۰ گرم از یک نمونه سنگ معدن آهن در ۱۰۰ میلی لیتر از محلول اسیدی انداخته می شود تا یون های  $Fe^{3+}$  آن به صورت محلول درآیند اگر با افزودن مقداری کافی سدیم هیدروکسید به این محلول، ۵/۳۵ گرم رسوب آهن III هیدروکسید تولید شود درصد جرمی زنگ آهن در این نمونه سنگ معدن کدام است؟ (واکنش ها موازنه شوند) (Fe = 56, O = 16, H = 1)



$$\frac{2 \times P}{1 \times 16} = \frac{5,35}{2 \times 10,7}$$

تست ۶: اگر ۵۰٪ جرم تنه درختی را سلولز  $(C_6H_{10}O_5)_n$  تشکیل دهد، چند کیلوگرم زغال با خلوص ۹۰٪ از حرارت دادن ۸۱ کیلوگرم از تنه درخت به دست می آید؟ (H = 1, C = 12, O = 16)



$$\frac{11 \times 90}{1 \times 142n} = \frac{2 \times 90}{1 \times 6n \times 12}$$

Dr. Hasan Plovi

بازده واکنش‌های شیمیایی

در بسیاری از واکنش‌ها مقدار تولیدی فرآورده‌ها (مقدار عملی) کمتر از مقدار فرآورده‌ای است که انتظار تولید آن می‌رود (مقدار نظری). که از جمله دلایل آن را می‌توان به عدم واکنش همه مواد با هم یا انجام واکنش‌های ناخواسته و ... دانست.

**مقدار نظری:** بیشترین مقدار فرآورده تولیدی که می‌توان انتظار تولید آن را داشت.

**مقدار عملی:** مقدار فرآورده‌ای که در عمل و طی انجام واکنش به دست می‌آید.

بازده درصدی (R):

$$R = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100$$



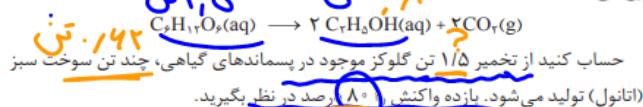
**نکته:** در حل مسائل بازده نیز همانند مسائل درصد خلوص، می‌توان از دو روش تستی و تشریحی کمک گرفت:

✓ **تشریحی:** در روابط استوکیومتری (الگوریتم)، مقدار نظری جسم معلوم قرارداد شده و آنچه به دست می‌آید نیز مقدار نظری جسم مجهول خواهد بود.

✓ **تستی:** کفایت در صورت کسر واکنش دهنده، بازده درصدی را قرار دهیم.

نمونه حل شده

۱- یکی از راه‌های تهیه سوخت سبز، استفاده از بقایای گیاهانی مانند نیشکر، سیب زمینی و ذرت است. واکنش بی‌هوازی تخمیر گلوکز، از جمله واکنش‌هایی است که در این فرایند رخ می‌دهد.



پاسخ:

نخست با توجه به معادله واکنش، باید محاسبه شود چند تن فرآورده مورد انتظار است.

$$? \text{ ton } C_2H_5OH = \frac{1}{18} \text{ ton } C_6H_{12}O_6 \times \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} \times \frac{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6}{180 \text{ g } C_6H_{12}O_6}$$

$$\times \frac{2 \text{ mol } C_2H_5OH}{1 \text{ mol } C_6H_{12}O_6} \times \frac{46 \text{ g } C_2H_5OH}{1 \text{ mol } C_2H_5OH} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} \times \frac{1 \text{ ton}}{1000 \text{ kg}} = 0.77 \text{ ton } C_2H_5OH$$

اینک:

$$\text{بازده درصدی} = \frac{\text{مقدار عملی}}{\text{مقدار نظری}} \times 100$$

$$80 = \frac{x}{0.77} \times 100 \rightarrow x = 0.62 \text{ ton } C_2H_5OH$$

خالص نظری

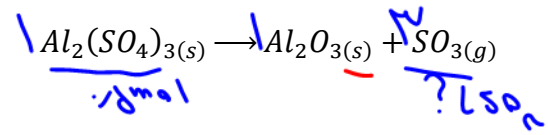
خالص نظری

$$1.5 \times \frac{100}{18} = \frac{0.77 \times 100}{2 \times 46}$$

Dr. Hasan Polvani

تست ۱: اگر در تجزیه ۰/۵ مول آلومنیوم سولفات در واکنش موازنه نشده زیر مقدار ۲۸/۸ لیتر فرآورده گازی تولید شود، بازده درصدی واکنش چند درصد است؟ و چند گرم فرآورده جامد به دست می آید؟

۶۰۳  
 $Al = 27, S = 32, O = 16, \frac{24}{mol}$   
 حجم مولی



- ۵۰/۱ ، ۸۵ (۴)      ۴۰/۸ ، ۸۵ (۳)      ۵۰/۱ ، ۸۰ (۲)      ۴۰/۸ ، ۸۰ (۱)

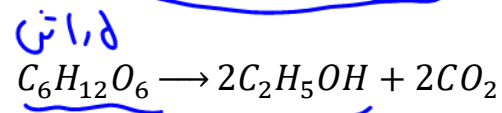
مست ۱  
 $\frac{1}{1} \times \frac{1}{1} = \frac{28.8}{32 \times 3}$   
 $R = 1.0$

مست ۲  
 $\frac{1}{1} \times \frac{1}{1} = \frac{8}{1 \times 1.2}$   
 $y = 4.18$

?  $L.SO_3 = 1/8 \text{ mol} \times \frac{1 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} \times \frac{24 \text{ L SO}_3}{1 \text{ mol SO}_3} = 3 \text{ L SO}_3$   
 $R = \frac{28.8}{32} \times 1.0 = 1.0$

?  $g Al_2O_3 = 1/8 \text{ mol} \times \frac{1}{1} \times \frac{102 \text{ g Al}_2O_3}{1 \text{ mol}} = 10.2 \text{ g Al}_2O_3$   
 $1.0 = \frac{10.2}{81} \times 1.0 \rightarrow 4.18$

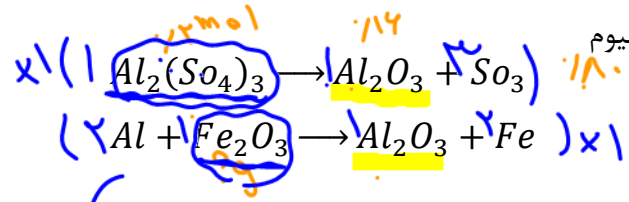
تست ۲: از تخمیر ۱/۵ تن گلوکز موجود در پسماندهای گیاهی، چند تن سوخت سبز (اتانول) تولید می شود؟ (بازده ۸۰٪، O = 16, H = 1, C = 12)



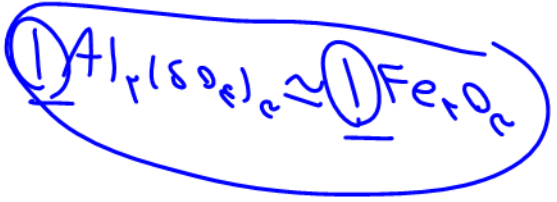
۰/۸۴ (۴)      ۰/۶۲ (۳)      ۰/۴۶ (۲)      ۰/۲۶ (۱)

نسبت ۱/۱ = اتانول  
 $1.0 = \frac{2}{17.4} \times 1.0 \rightarrow 2 = 17.4$

تست ۳: مقدار  $Al_2O_3$  را که از تجزیه گرمایی ۰/۲ مول آلومنیوم سولفات با بازده ۸۰٪ به دست می آید، از واکنش کامل چند گرم آهن III اکسید با مقدار اضافی آلومنیوم می توان تهیه کرد؟ (Fe = 56, Al = 27, O = 16)



- ۳۲ (۴)      ۴۸ (۳)      ۲۵/۶ (۲)      ۱۸/۵ (۱)

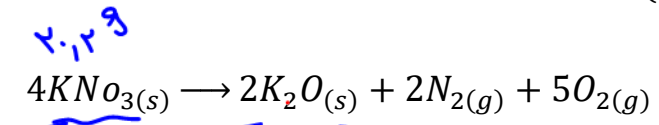


$\frac{1/2 \times 1}{1} = \frac{2}{1 \times 14} \rightarrow 25.4 \text{ g}$

Dr. Hasan Polvani

$4KNO_3 + 2C \rightarrow 2K_2O + 2N_2 + 5O_2$   
 دست نخورده = ۱۴۱۸  
 ۴۰۰ + ۲۰۰ = ۶۰۰  
 ۱۴۱۸ - ۶۰۰ = ۸۱۸

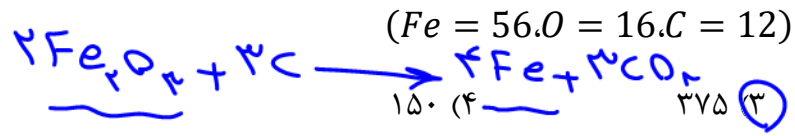
تست ۴: اگر ۲۰/۲ گرم پتاسیم نیترات با حرارت به میزان ۵۰٪ تجزیه شود، جرم جامد باقی مانده در ظرف چند گرم است؟ (K = 39.0 = 16.N = 14)



- ۱۶/۴ (۲)
- ۱۲/۵ (۴)
- ۱۹/۶ (۱)
- ۱۴/۸ (۳)

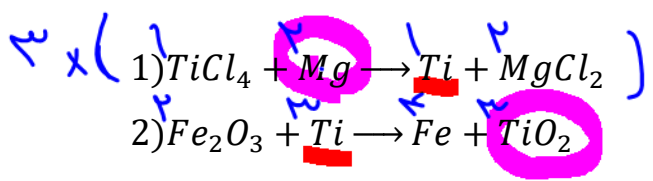
$\frac{2.2 \times \frac{5.}{1.}}{4 \times 1.1} = \frac{x}{2 \times 94} \rightarrow x = 4.17$

تست ۵: در استخراج آهن توسط کربن، برای تهیه ۸۴ گرم فلز آهن، به چند گرم آهن III اکسید با خلوص ۴۰٪ نیاز است، چنانچه بازده واکنش ۸۰٪ باشد؟ (Fe = 56.0 = 16.C = 12)



$2 \times \frac{4.}{1.} \times \frac{1.}{1.} = \frac{84}{4 \times 87}$

تست ۶: اگر بازده واکنش های ۱ و ۲ به ترتیب ۶۰٪ و ۸۰٪ باشد، برای تهیه ۸ گرم تیتانیوم IV اکسید، به چند گرم منیزیم نیاز است؟

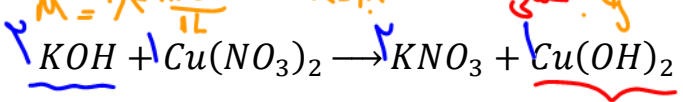


$4Mg \approx 3TiO_2$   
 ۲۰ (۴)      ۲/۵ (۳)      ۱۰ (۲)      ۵ (۱)

$2 \times \frac{4.}{1.} \times \frac{1.}{1.} = \frac{8}{3 \times 1.}$

$\frac{M \cdot V \times \frac{1.}{1.}}{2 \times 1. \dots} = \frac{x}{1 \times 98}$

تست ۷: از واکنش ۵۰ میلی لیتر محلول ۰/۴ مولار پتاسیم هیدروکسید با بازده ۸۰٪ به تقریب چند گرم مس II هیدروکسید می توان به دست آورد؟



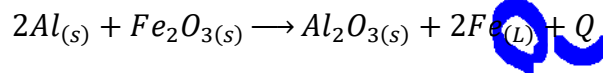
$(Cu = 64.0 = 16.H = 1)$   
 ۰/۸ (۲)      ۲ (۱)

$R = \frac{x}{198} \times 1. \dots \rightarrow x = 1.1$

Dr. Hasan Poloui



واکنش ترمیت:



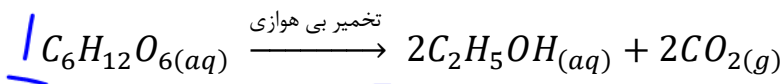
از آهن مذاب تولید شده در واکنش ترمیت برای جوش دادن خطوط راه آهن استفاده می شود.

این واکنش با تولید گرمای زیاد همراه بوده و دمای فرآورده‌ها بسیار بالا رفته و آهن تولیدی به حالت مذاب در می آید. به همین منظور از این واکنش برای جوش دادن خطوط راه آهن استفاده می شود.

تولید اتانول از تخمیر گلوکز:

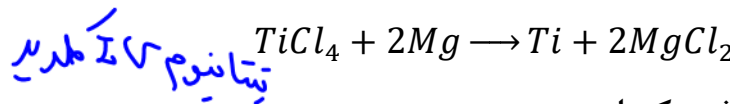


اتانول از جمله سوخت‌های سبز می باشد (سوخت‌هایی که علاوه بر کربن و هیدروژن دارای اکسیژن نیز هستند) این سوخت‌ها را می توان از پسماندهای گیاهانی مانند سویا، نیشکر و دیگر دانه‌ها به دست آورد:



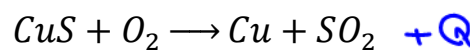
تولید فلز تیتانیوم (Ti):

تیتانیوم دومین فلز واسطه بوده که محکم، کم چگال و مقاوم در برابر خوردگی است. به همین دلیل برای ساخت دوچرخه کاربرد وسیع دارد. دارای دو یون  $Ti^{2+}$  و  $Ti^{4+}$  می باشد. این فلز را از واکنش زیر استخراج می کنند:



تولید فلز مس در معدن سرچشمه کرمان:

مس در طبیعت به شکل ترکیب با نافلزاتی مانند گوگرد می باشد (CuS):



*هلیت Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>*

**استخراج فلزات از گیاهان**

در این روش در خاک یا معدنی که فلز مورد نظر درصد جرمی قابل قبولی دارد، گیاهان خاصی که این فلزات را جذب می کنند، پرورش می دهند. سپس با سوزاندن گیاه از خاکستر آن فلز مورد را جداسازی می کنند. در مورد فلزاتی مانند طلا و مس این روش مقرون به صرفه تر از استخراج آنها از معدن می باشد ( با توجه به درصد این دو فلز در خاکستر نسبت به سنگ معدن و نیز قیمت جهانی و هزینه‌های استخراج) اما در مورد فلزاتی مانند روی و نیکل این روش صرفه نبوده و این فلزات را از معدن استخراج می کنند.

Dr. Hasan Polvani

گنج‌های اعماق دریا

بستر اقیانوس ها منبعی غنی از منابع فلزی گوناگون است سولفید چند فلز واسطه و نیز کلوخه ها و پوسته‌هایی غنی از فلزاتی مانند منگنز، آهن، نیکل و ... از جمله این منابع هستند. غلظت بیشتر گونه های فلزی کف دریا نسبت به ذخایر زمینی باعث طرح های استخراج این فلزات از بستر اقیانوس ها شده است.



شکل ۱۱- الف) جست‌وجو برای شناسایی بستر دریا (ب) کلوخه‌های غنی از منگنز و دیگر فلزهای واسطه (پ) ستون‌های سولفیدی

آیا می‌دانید

چرخه استخراج فلز از معدن و بازگشت مجدد آن به طبیعت



به عنوان مثال در مورد آهن که پرکاربردترین فلز می‌باشد، ابتدا از سنگ معدن آن یعنی هماتیت، آهن استخراج شده و ابزار و وسایل آهنی از آن تهیه می‌شود و در نهایت این وسایل با فرسایش و زنگ زدن به طبیعت بازگشته و تبدیل به سنگ معدن می‌شوند.

در استخراج ۱۰۰۰ کیلوگرم آهن، تقریباً ۲۰۰۰ کیلوگرم سنگ معدن آهن و ۱۰۰۰ کیلوگرم از منابع معدنی دیگر استفاده می‌شود.	پسماند سرنه سالانه فولاد ۴۰ کیلوگرم است.
در استخراج فلز تنها درصد کمی از سنگ معدن به فلز تبدیل می‌شود.	از بازگردانی هفت قوطی فولادی، آنقدر انرژی ذخیره می‌شود که می‌توان یک لامپ ۶۰ وات را در حدود ۲۵ ساعت روشن نگه داشت.

**نکته ۱:** در عمل بازیافت از وسایل مستهلک فلزی با صرف انرژی کمتر، آنها را با صرف انرژی و هزینه کمتر و تولید  $CO_2$  کمتر، به فلز عنصری تبدیل می‌کنند.



**نکته ۲:** توسعه پایدار به معنی تولید یک ماده یا عرضه خدمات با کمترین هزینه اقتصادی و زیست محیطی برای رفاه اجتماعی انسان‌ها می‌باشد. (ایجاد تعادل بین هزینه‌های اقتصادی، زیست محیطی در کنار رفاه اجتماعی).

**نکته ۳:** اصولاً سرعت استخراج و مصرف فلزات از سرعت جایگزین شدن آنها در طبیعت بیشتر است. بنابراین فلزات جز منابع تجدید ناپذیر محسوب می‌شوند. همین مورد در مورد سوخت‌های فسیلی (نفت و گاز و زغال سنگ) نیز صادق است.

چرخه عمر

ارزیابی چرخه عمر<sup>۱</sup> اصطلاحی است که برای ارزیابی میزان تأثیر یک فراورده بر روی محیط زیست در مدت طول عمر آن به کار می‌رود. این ارزیابی شامل ارزیابی از چهار مرحله استخراج و تولید مواد خام برای تولید یک فراورده، توزیع، مصرف و دفع آن است. ارزیابی چرخه عمر شامل بررسی و ارزیابی میزان آب و انرژی مصرفی، پایدار بودن فرایند تأمین مواد خام، میزان زباله و پسماند ایجاد شده و سهم حمل و نقل در همه مراحل است.



ارزیابی چرخه عمر حاصل تلاش برای یافتن شاخص‌هایی است که کمک می‌کنند صنایع گوناگون در مسیر بهره‌گیری از دانش فنی و تخصصی سازگارتر با محیط زیست حرکت کنند و رفتار و عملکرد خود را در مسیر رسیدن به توسعه پایدار اصلاح کنند. جدول زیر مثال ساده‌ای از این چرخه برای یک کیسه پلاستیکی و پاکت کاغذی را نشان می‌دهد.

کیسه پلاستیکی	پاکت کاغذی	مراحل چرخه عمر	
نفت خام	درخت	ماده اولیه یا خام چیست؟	استخراج و تولید مواد اولیه و خام
تلاش پایدار - نفت تجدید نشدنی است	نسبتاً پایدار - می‌توان تعداد زیادی درخت کاشت	پایداری تأمین ماده اولیه و خام	
در استخراج نفت خام انرژی زیادی مصرف می‌شود.	با بریدن درختان زیستگاه جانداران زیادی تخریب می‌شود.	تأثیر تولید ماده خام روی محیط زیست	
سبب آلودگی هوا، خاک و آب می‌شود.	آلودگی هوا را به دنبال دارد.	تأثیر حمل و نقل ماده خام روی محیط زیست	تولید
در پالایش نفت خام و واکنش پلیمری شدن انرژی زیادی مصرف می‌شود.	در تولید کاغذ آب به مقدار زیاد و برخی مواد شیمیایی مضر برای محیط زیست مصرف می‌شود.	تأثیر روی محیط زیست	
سبب آلودگی هوا می‌شود.	سبب آلودگی هوا می‌شود.	تأثیر حمل و نقل ماده خام روی محیط زیست	مصرف
تجزیه نمی‌شود و در زمین برای سالیان طولانی باقی می‌ماند.	تجزیه می‌شود اما گاز متان تولید می‌کند که آلاینده هوا است.	دفن کردن	دفع
سبب انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا می‌شود.	سبب انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا می‌شود.	سوزاندن زباله	
حمل و نقل پسماندهای پلاستیکی و ذوب کردن آنها انرژی مصرف می‌کند و سبب آلودگی هوا می‌شود.	حمل و نقل پسماندهای کاغذی سبب آلودگی هوا می‌شود.	بازیافت	

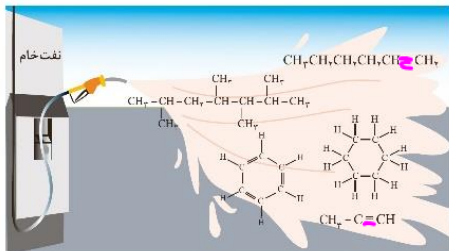
Dr. Hasan Poloui

نفت خام



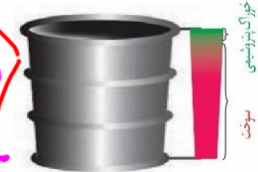
۱- مایعی غلیظ و سیاه رنگ یا قهوه‌ای (طلای سیاه) است که از فسیل شدن اجساد و بقایای گیاهان و جانوران طی میلیون‌ها تولید شده است.

۲- نفت خام مخلوط هزاران ترکیب شیمیایی مانند آب، اسید و نمک‌ها و بخصوص با درصد بالاتر هیدروکربن‌های گوناگون است.



۳- برای تفکیک هیدروکربن‌های مختلف از هم ابتدا آب و اسید، نمک‌ها را از نفت خام جداسازی کرده و سپس قسمت باقی‌مانده را وارد برج تقطیر کرده و هیدروکربن‌های مختلف را پالایش می‌کنند.

۴- بیشتر از ۹۰٪ نفت در جهان به منظور تامین انرژی مصرف می‌شود. از این ۹۰٪ حدود ۵۰٪ به عنوان سوخت وسایل نقلیه و باقی مانده یعنی ۴۰٪ به عنوان سوخت برای تامین گرما و تولید برق استفاده می‌شود.



۵- کمتر از ۱۰٪ نفت برای تولید الیاف، شوینده، دارو، مواد آرایشی بهداشتی، رنگ و پلاستیک و مواد منفجره و لاستیک در صنایع پتروشیمی مصرف می‌شود.

۶- آلکان‌ها بخش عمده هیدروکربن‌های نفت خام را تشکیل می‌دهند که عمدتاً به عنوان سوخت به کار می‌روند.

۷- یکی از مسائل مهم در تامین سوخت، انتقال آن به مراکز توزیع و استفاده آن است. حدود ۶۶٪ انتقال سوخت از طریق خط لوله انجام می‌شود.

پالایش نفت خام به روش تقطیر جز به جز

به جدا کردن هیدروکربن‌های مختلف نفت خام «پالایش» می‌گویند.

۱- پالایش به روش «تقطیر جز به جز» در دستگاهی به نام «برج تقطیر» انجام می‌شود.

۲- ابتدا نفت خام را گرما داده و وارد قسمت پایینی برج تقطیر می‌کنند. این برج مرتفع شامل طبقات و بخش‌های مختلفی است. طبقات پایین‌تر دمای بیشتر و بالاتر دمای کمتری دارند.

۳- مولکول‌های سبک‌تر و فرارتر به راحتی به قسمت‌های بالاتر رفته و به حالت مایع درآمده و از برج خارج می‌شوند. اما مولکول‌های سنگین‌تر و غیر فرارتر در قسمت‌های پایین‌تر برج به حالت مایع درآمده و خارج می‌شوند.

۴- چهار دسته مهم که محصول این جداسازی است، شامل هیدروکربن‌های زیر می‌شوند:

نفت کوره (پایین‌ترین قسمت) - گازوئیل - نفت سفید - بنزین و خوراک پتروشیمی (قسمت بالایی)

۲۵٪ سوخت موتور  
۱۹٪ سوخت دریایی  
۱۰٪ سوخت موتور  
۱۰٪ سوخت موتور  
۱۰٪ سوخت موتور

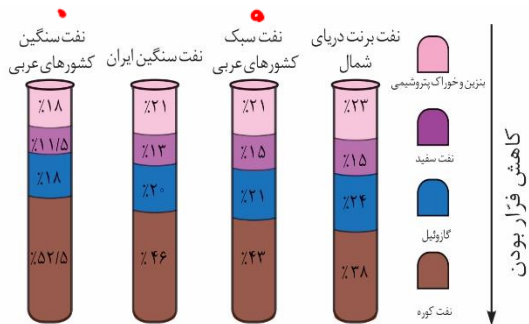
Dr. Hasan Palouei



۵- در ترتیب بالا از سمت راست به چپ: جرم مولی و اندازه مولکول و دمای ذوب و جوش کاهش می‌یابد. اما فراریت و ارزش هر مخلوط افزایش می‌یابد.

۶- سوخت هواپیما به طور عمده « نفت سفید» است که شامل آلکان هایی ۱۰ تا ۱۵ کربنه می باشد.

### نفت خام سبک و سنگین



۱- نفت خام مناطق مختلف جهان را می‌توان بر اساس چگالی به دو دسته سبک و سنگین دسته بندی کرد.

۲- نفت خام سبک: چگالی و گرانش کمتر داشته و سهم هیدروکربن‌های سبک یعنی بنزین و خوراک پتروشیمی در آن به نسبت نفت سنگین بیشتر بوده و در نتیجه قیمت بالاتری دارد.

۳- نفت خام سنگین: چگالی و گرانش بیشتر داشته

و سهم هیدروکربن‌های سبک یعنی بنزین و خوراک پتروشیمی در آن به نسبت نفت سبک کمتر و هیدروکربن‌های سنگین یعنی نفت کوره در آن به نسبت نفت سبک بیشتر و در نتیجه قیمت پایین‌تری دارد.

تست ۱: روزانه ۸۰ میلیون بشکه نفت خام در دنیا مصرف می‌شود، کدام گزینه نادرست عنوان شده

است؟ (هر شبکه نفت خام ۱۵۹ لیتر است).  
 (۱) مصرف روزانه نفت خام حدود ۱۲ میلیارد لیتر است. ✓  
 (۲) حدود ۸ میلیون بشکه نفت خام برای تولید الیاف، پارچه، شوینده و کلا مصارف غیر از تامین گرما و برق می‌شود. ✓  
 (۳) روزانه ۳۲ میلیون لیتر از نفت خام برای تامین گرما و انرژی الکتریکی استفاده می‌شود. ✓  
 (۴) روزانه حدود ۶۴ میلیون بشکه نفت خام برای تامین سوخت خودرو استفاده می‌شود. ✓

تست ۲: کدام گزینه درست است؟

- به جدا کردن نمک‌ها، اسیدها و آب موجود در نفت خام پالایش می‌گویند.
- دمای قسمت‌های بالایی برج تقطیر کمتر بوده و مولکول‌هایی که در قسمت‌های فوقانی خارج می‌شوند جرم مولی و چسبندگی کمتر دارند.
- ترتیب جدا شدن هیدروکربن‌ها در برج تقطیر از پایین به بالا به ترتیب شامل بنزین، نفت سفید، گازوئیل و نفت کوره است.
- اساس جداسازی هیدروکربن‌های نفت خام در برج تقطیر تفاوت در چگالی آنها است.

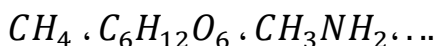
Dr. Hasan Palouei

ترکیبات آلی



۱- اغلب ترکیبات آلی ترکیب مولکولی بوده و در ساختار همه آنها حداقل کربن و هیدروژن وجود دارد.

۲- اصولاً برای ساخت آنها نیاز به موجود زنده است و یا از بقایای موجودات زنده تولید می‌شود.



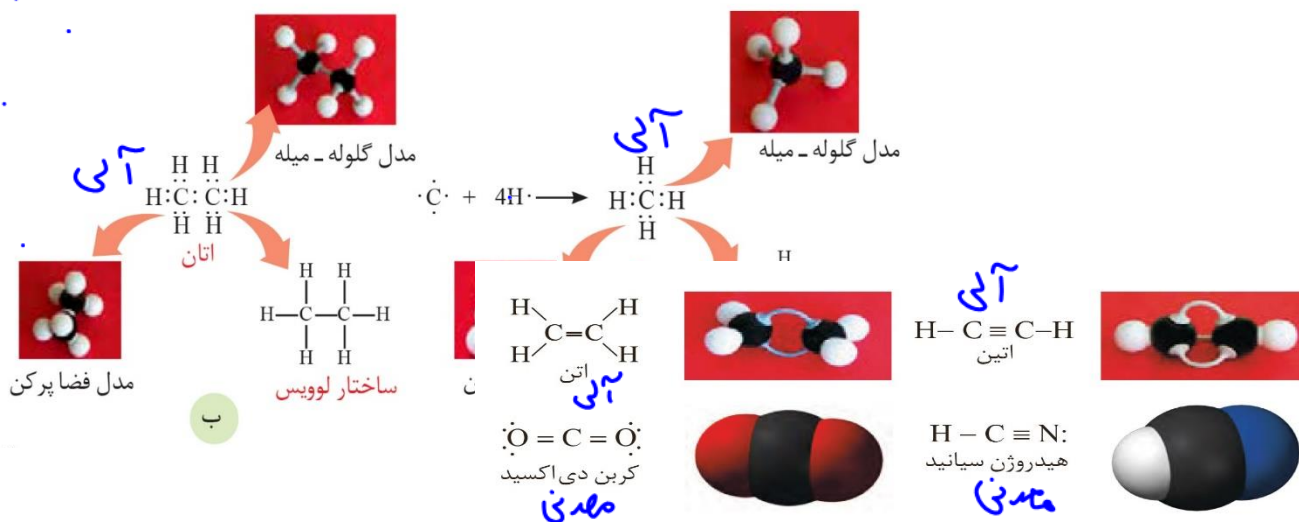
۳- ممکن است یک ترکیب معدنی هم کربن و هم هیدروژن را داشته باشد.  $H_2CO_3$

۴- اکثر مواد در دسترس ما که می‌سوزند، ترکیب آلی هستند (غیر از موادی مانند گوگرد، زغال و ...)

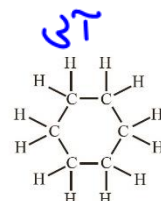
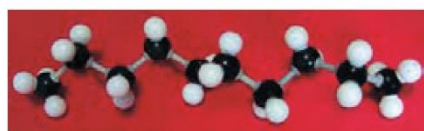
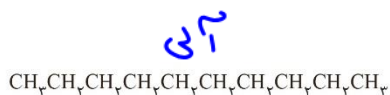


کربن، اساس استخوان بندی هیدروکربن ها

کربن نافلز با رفتار منحصر به فرد است که تمایل به ایجاد یون در نتیجه ایجاد پیوند یونی نداشته و با چهار الکترون لایه ظرفیت خود تشکیل چهار پیوند کوالانسی با اتم‌های دیگر یا کربن‌های دیگر داده و به این شکل به آرایش هشت تایی می‌رسد و پایه گذار همه ترکیبات آلی و تعدادی از ترکیبات معدنی است. ترکیبات کربن از مجموع ترکیبات شناخته شده دیگر عناصر جدول بیشتر است.



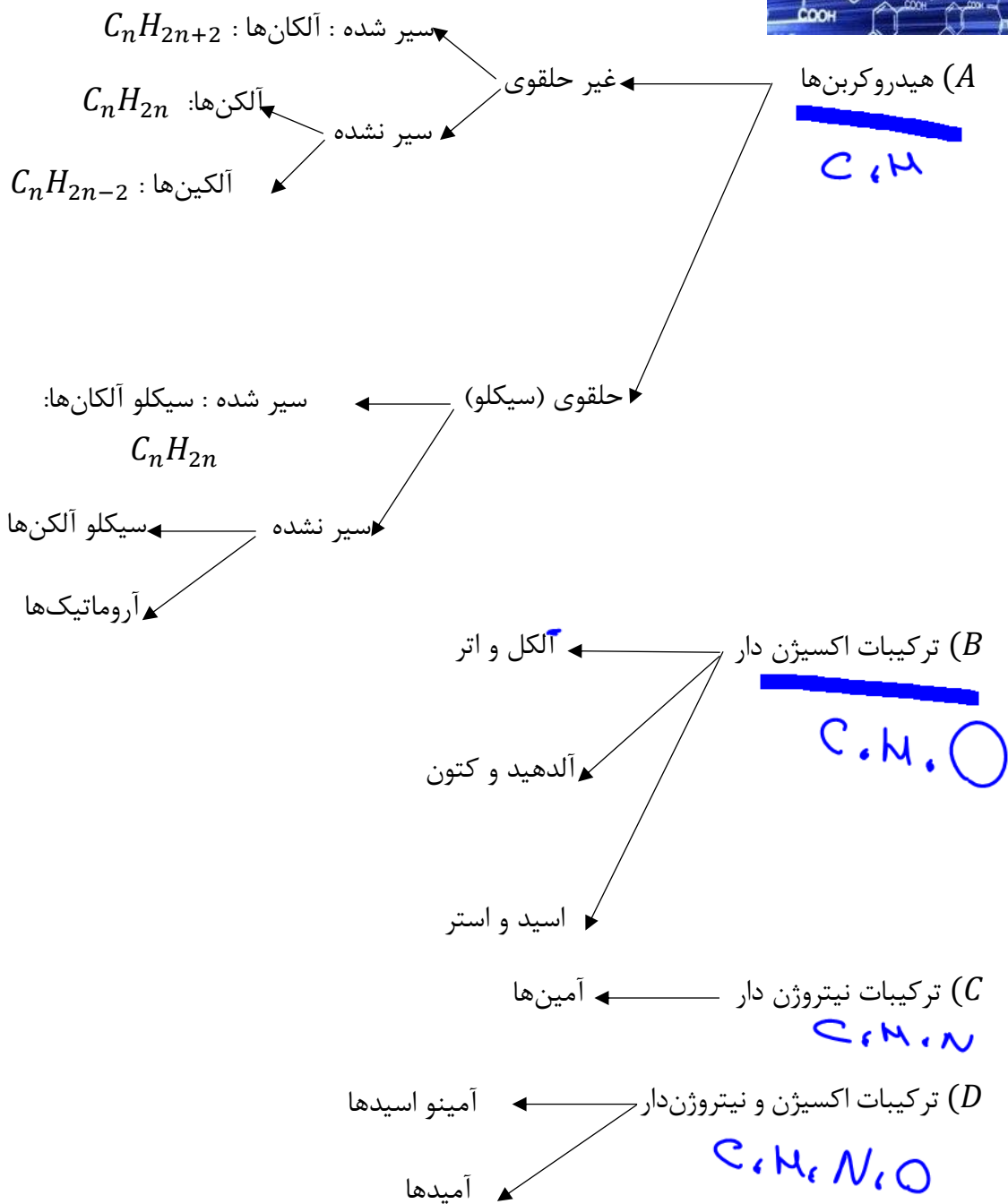
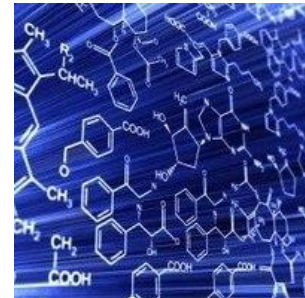
شکل ۱۵- ساختار لوویس و نمایشی از مولکول برخی ترکیب‌های کربن.



ب

الف

انواع ترکیبات آلی



Dr. Hasan Polvani

کربوهیدرات ها: قندها ( آلیان مار  $C_6H_{12}O_6$  )

نکاتی در مورد هیدروکربن ها

بند های بین مولکولی  
 هیدروژنی  
 واندروالسی  
 $FON \sim H$   
 $NH_2, H_2O, HF$   
 $CH_3OH$



قطبی  
 تسادیرو قطبی ( )  
 بزرگتر از مسافراست.

$\frac{12 \times 12}{12} \times 100$   
 $C_3H_4$   
 $C_2H_4$   
 $CH_4$

ذوب و جوش  
 ترتیبات سوختنی: عدد سوختنی  
 $C_5H_{12}$   
 $\frac{12 \times 1}{2} = 10$   
 $H_2O$   
 $\frac{12 \times 1}{4} = 3$

۱- ناقطبی بوده و در نتیجه گشتاور دو قطبی آنها صفر یا نزدیک صفر می باشد و در آب حل نمی شوند.

۲- نیروی بین مولکولی آنها از نوع واندروالسی (دو قطبی القایی - دو قطبی القایی) است که با افزایش جرم مولی این نیرو و دمای ذوب و جوش آنها افزایش می یابد.

۳- در اثر سوختن کامل هیدروکربن ها به تعداد کربن مولکول  $CO_2$ ، و نصف تعداد هیدروژن آنها  $H_2O$  تولید می شود.

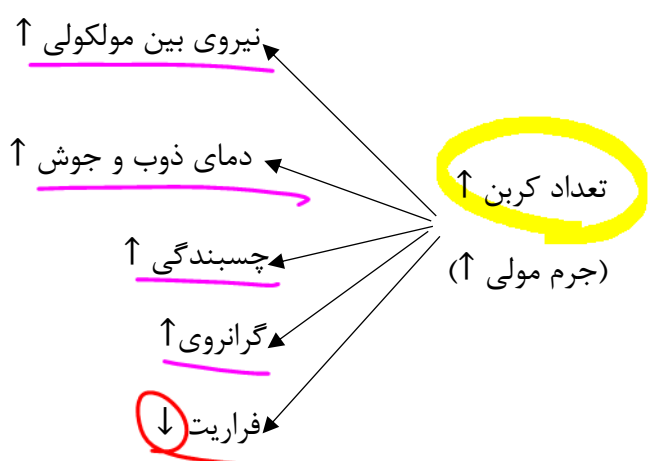
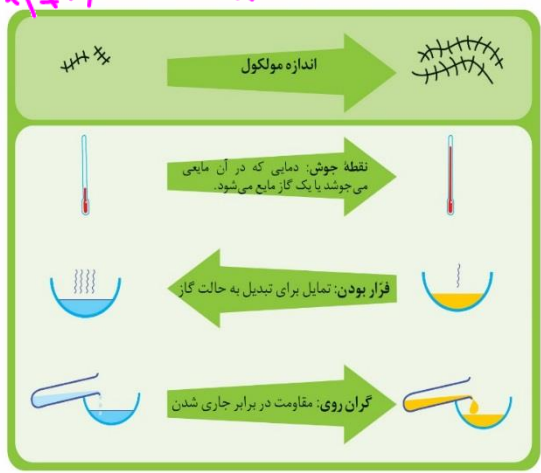
تعداد هیدروژن + تعداد کربن  $\times 4$   
 -----  
 ۲

۴- تعداد پیوند کووالانسی در هیدروکربن ها =

۵- تعداد پیوند C-H : برابر با تعداد H

۶- تعداد پیوند C-C : بستگی به خانواده هیدرو کربن دارد

۷- در هیدروکربن های هم خانواده :



۸- گرانیروی: مقاومت یک مایع در برابر جاری شدن را گویند.

۹- فراریت: تمایل یک مایع به تبدیل شدن به گاز را گویند.

۱۰- ترکیبات آلی و هیدروکربن ها را می توان به چند شکل نمایش داد:

فرمول مولکولی، مدل ساختاری، مدل خط - پیوند، مدل فضا پر کن و مدل گلوله - میله

Dr. Hasan Polouis

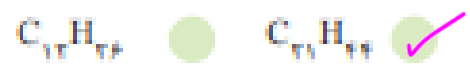


با هم ببیند پیشیم

$C \leftarrow \leftarrow$  نیروی بین مولکولی  $\uparrow \leftarrow \leftarrow$  نقطه جوش  $\uparrow$

الف) با افزایش شمار کربن ها، نقطه جوش آلکان ها در فشار یک اتمسفر چه تغییری می کند؟

ب) پیش بینی کنید نقطه جوش کدام آلکان بالاتر است؟



پ) در شرایط یکسان کدام آلکان فزاتر است؟ چرا؟  $C_{12}H_{26}$   $\leftarrow \leftarrow$  فزاتر  $\uparrow$



ت) پژوهش ها نشان می دهد که گشتاور دو قطبی آلکان ها حدود صفر است. با این توصیف ولکول های این مواد، قطبی یا ناقطبی هستند؟

ث) نیروی بین مولکولی در آلکان ها از چه نوعی است؟ افزایش شمار اتم های کربن بر این پروها چه اثری دارد؟ **واندرالس (دوقطبی القایی - دوقطبی القایی)** ،  $C \leftarrow \leftarrow$  بین مولکولی  $\uparrow$

ج) چرا با بزرگتر شدن زنجیر کربنی، گران روی آلکان افزایش می یابد؟

چ) پیش بینی کنید کدام ماده چسبنده تر است؟ چرا؟

$C \leftarrow \leftarrow$  نیروی بین مولکولی  $\uparrow \leftarrow \leftarrow$  دانسی  $\uparrow$

$C \leftarrow \leftarrow$  نیروی بین مولکولی  $\uparrow \leftarrow \leftarrow$  چسبندگی  $\uparrow$



خود را بیازمایید

تجربه نشان می دهد که گشتاور دو قطبی مولکول های سازنده چربی ها حدود صفر است. با توجه به آن:

الف) چرا افرادی که با گریس کار می کنند دستشان را با بنزین یا نفت ( $C_{12}H_{26}$ ) مخلوطی از

هیدروکربن ها) می شویند؟ **سبب شیب دارد جز حل می کند**  $\leftarrow \leftarrow$  چون در بنزین یا نفت  $C_{12}H_{26}$  ناقطبی است و در آب حل نمی شود

ب) توضیح دهید چرا پس از شستن دست با بنزین، پوست خشک می شود؟ **اماد بنزین یا نفت ناقطبی هستند حل می شوند**

پ) شستن پوست یا تماس آن با آلکان های مایع در دراز مدت به بافت های پوست آسیب

می رساند. چرا؟ **زیرا آلکان ناقطبی است، چربی پوست را در خود حل کرده  $\leftarrow \leftarrow$  باعث آسیب پوست می شود**

ب) زیرا بنزین ناقطبی است چربی پوست ناقطبی است و در خود حل می کند

Dr. Hasan Plooyi

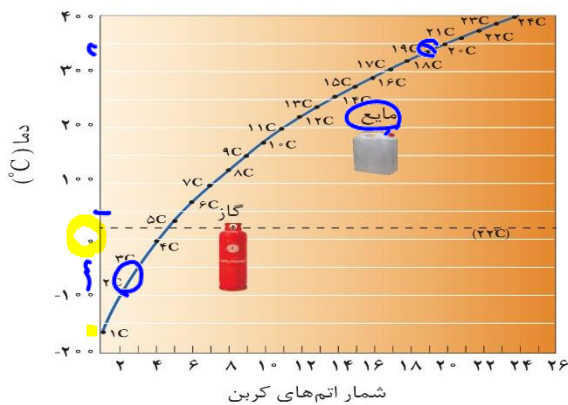
آلکان‌ها



سوخت این فن‌دک، گاز بوتان بوده و تحت فشار پر شده است.

- ۱- ساده‌ترین ترکیبات آلی بوده که دارای پیوند  $C - C$  می‌باشند (غیر از  $CH_4$ )
- ۲- به دلیل نداشتن پیوند سست، میل به واکنش چندانی نداشته و پایدارند و به آنها پارافین یعنی بی‌میل هم گویند و بیشتر در واکنش‌هایی مانند سوختن شرکت می‌کنند.
- ۳- فرمول عمومی این هیدروکربن‌ها  $C_nH_{2n+2}$  می‌باشد و فرمول عمومی جرم آنها  $14n + 2$  می‌باشد.

۴- همانند سایر هیدروکربن‌ها: ناقطبی بوده و گشتاور دو قطبی آنها صفر یا حدود صفر است. و نیروی بین مولکولی آنها از نوع واندروالسی است که با افزایش تعداد کربن (افزایش جرم مولی)، این نیرو قوی‌تر شده و دمای ذوب و جوش افزایش می‌یابد.



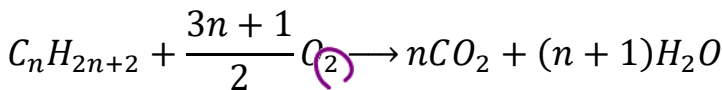
۵- نقطه جوش چهار آلکان اول زیر صفر درجه است، به عبارتی در دمای زیر صفر درجه گاز هستند و نیز در دمای اتاق ( $22^\circ C$ ) از آلکان پنج کربنه (پنتان) و بعد از آن در دمای معمولی گاز یا حتی جامدند.

نکته: با افزایش تعداد کربن، تفاوت نقطه جوش دو آلکان متوالی کم می‌شود.

۶- گریس فرمول مولکولی  $C_{18}H_{38}$  و وازلین فرمول مولکولی  $C_{25}H_{52}$  دارند. (کار کردن زیاد با این مواد و سایر آلکان‌های مایع باعث حل شدن چربی پوست در آنها شده و پوست خشک می‌شود.)

۷- به دلیل نامحلول بودن آلکان‌ها در آب، می‌توان سطح فلزات و وسایل را با آنها آغشته کرد تا از رسیدن آب به فلز جلوگیری کرده و مانع اکسایش و خوردگی فلزات شوند. به عنوان مثال فلزات قلیایی را زیر نفت که مخلوطی از هیدروکربن‌ها است نگهداری می‌کنند.

۸- معادله سوختن کامل آلکان‌ها:



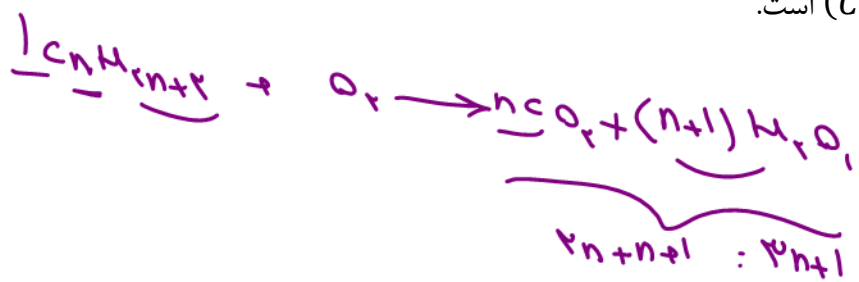
۹- بیشتر گاز شهری (طبیعی) متان ( $CH_4$ ) است.

۱۰- گاز فن‌دک بوتان می‌باشد.

۱۱- تعداد پیوند  $C-C$ :  $n-1$

$2n+2$ :  $C-H$

یادآوری: از سرمناسبات ترکیبات: به  $CO_2 \leftarrow C$  تعداد  $H_2O \leftarrow H$  منفه

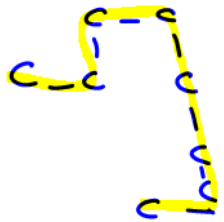
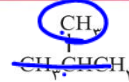
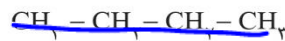


آلکان‌های راست زنجیر و شاخه‌دار

چنانچه اتم‌های کربن آلکان همگی پشت سر هم و همانند یک زنجیر به هم متصل شده باشند به مولکول حاصل آلکان راست زنجیر می‌گویند:

و اگر حداقل یک کربن در زنجیره اصلی نیامده باشد (شاخه فرعی) به مولکول حاصل آلکان شاخه‌دار گویند:

$C_4H_{10}$



نام گذاری آلکان‌های راست زنجیر بر اساس قواعد آیوپاک:

یادآوری: نام اعداد ۱ تا ۱۰ به یونانی:

$C_4H_{10}$

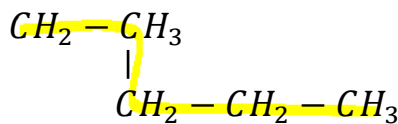
عدد	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
نام به یونانی	مونو	دی	تری	تترا	پنتا	هگزا	هپتا	اکتا	نونا	دکا

برای نامگذاری آلکان‌های راست زنجیر برای غیر از ۱ تا ۴ کربنه ، با توجه به تعداد کربن بعد از نام اعداد یونانی پسوند «ان» می‌آوریم. برای آلکان‌های ۱ تا ۴ کربنه نیز از پیشوندهایی غیر از نام یونانی استفاده می‌شود.

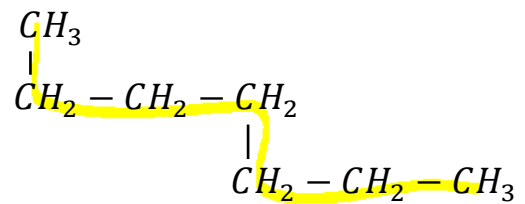
فرمول مولکولی آلکان	$CH_4$	$C_2H_6$	$C_3H_8$	$C_4H_{10}$	$C_5H_{12}$	$C_6H_{14}$	$C_7H_{16}$	$C_8H_{18}$	$C_9H_{20}$	$C_{10}H_{22}$
نام آیوپاک	متان	اتان	پروپان	بوتان	پنتان	هگزان	هپتان	اکتان	نونان	دکان

ان

مثال:



پنتان



هپتان



تست ۱: چه تعداد از مطالب زیر در مورد آلکان‌ها درست است؟ ( $C = 12, H = 1$ )

- ساده‌ترین عضو این خانواده دارای ۵ اتم بوده و فاقد پیوند کربن - کربن است.
- در آنها هر اتم کربن با چهار پیوند یگانه به اتم‌های کربن کناری متصل است.
- تعداد اتم‌های هیدروژن در آنها از دو برابر تعداد اتم‌های کربن دو واحد بیشتر است.
- فرمول عمومی جرم آنها  $14n$  می‌باشد.

- در آلکان‌های راست زنجیر هر کربن به یک یا دو اتم کربن متصل است. (عیرازمان)

۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴)

تست ۲: با افزایش تعداد کربن در آلکان‌ها، چه تعداد از موارد زیر افزایش می‌یابد؟

- قدرت نیروی واندروالسی - نقطه جوش - گرانروی - چسبندگی - فرار بودن - نسبت تعداد هیدروژن به کربن

۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴)

تست ۳: کدام گزینه نادرست است؟ ( $C = 12, H = 1$ )

- (۱) تعداد پیوند اشتراکی در گریس برابر ۵۷ است.
  - (۲) آلکان‌ها نیز همانند چربی‌ها گشتاور دو قطبی صفر یا نزدیک صفر دارند.
  - (۳) شست و شوی پوست با آلکان‌های مایع باعث حل شدن چربی پوست و خشک شدن پوست می‌شود.
  - (۴) تفاوت جرم دو عضو متوالی از خانواده آلکان‌ها برابر ۱۴ گرم است.
- تست ۴: از سوختن کامل ۰/۱ مول آلکانی مقدار ۸/۹۶ لیتر گاز  $CO_2$  در شرایط استاندارد تولید می‌شود. این آلکان چند پیوند کربن - کربن دارد؟

۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴)      ۵ (۵)

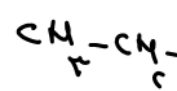
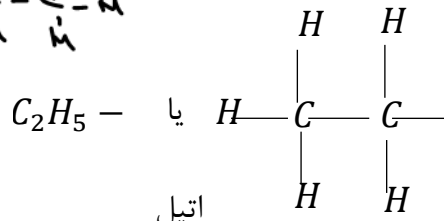
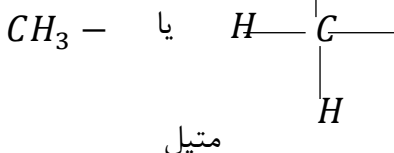
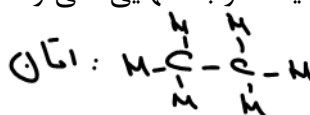
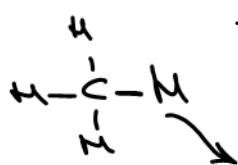
آلکیل (R)

۱- اگر از مولکول آلکان، یک اتم هیدروژن جدا شود به باقیمانده آلکان، گروه آلکیل گویند. (فرمول عمومی  $C_nH_{2n+1}$  -)

۲- برای نامگذاری آلکیل‌ها، در انتهای نام آلکان هر کربن به جای «ان» پسوند «یل» می‌آوریم.

۳- آلکیل خانواده‌ای از ترکیبات آلی نیست و به تنهایی نمی‌تواند وجود داشته باشد.

۴- دو آلکیل ساده:



آلکیل‌های بعدی به ترتیب پروپیل ( $C_3H_7 -$ )، بوتیل ( $C_4H_9 -$ ) و ...



نامگذاری آلکان های شاخه دار

اگر همه کربن ها را نتوان منطبق بر یک خط قرار داد، به آلکان مورد نظر شاخه دار گویند.

(A) تعیین زنجیره اصلی: زنجیره ای که بیشترین تعداد کربن دارد را زنجیره اصلی در نظر می گیریم.

(B) شماره گذاری کربن های زنجیره اصلی: شماره گذاری از طرفی انجام می شود که:

اولویت ۱: فاصله تا کربن شاخه دار کمتر باشد.

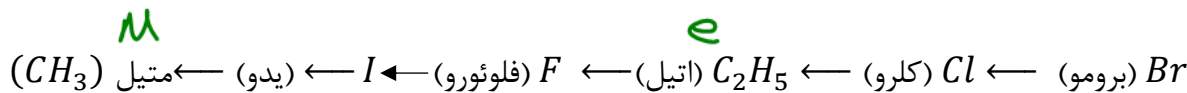
اولویت ۲: تعداد شاخه کربن بیشتر باشد.

نکته: به عبارتی از طرفی شماره گذاری می کنیم که عدد حاصل شده از شماره کربن های شاخه دار، عددی کوچکتر باشد.

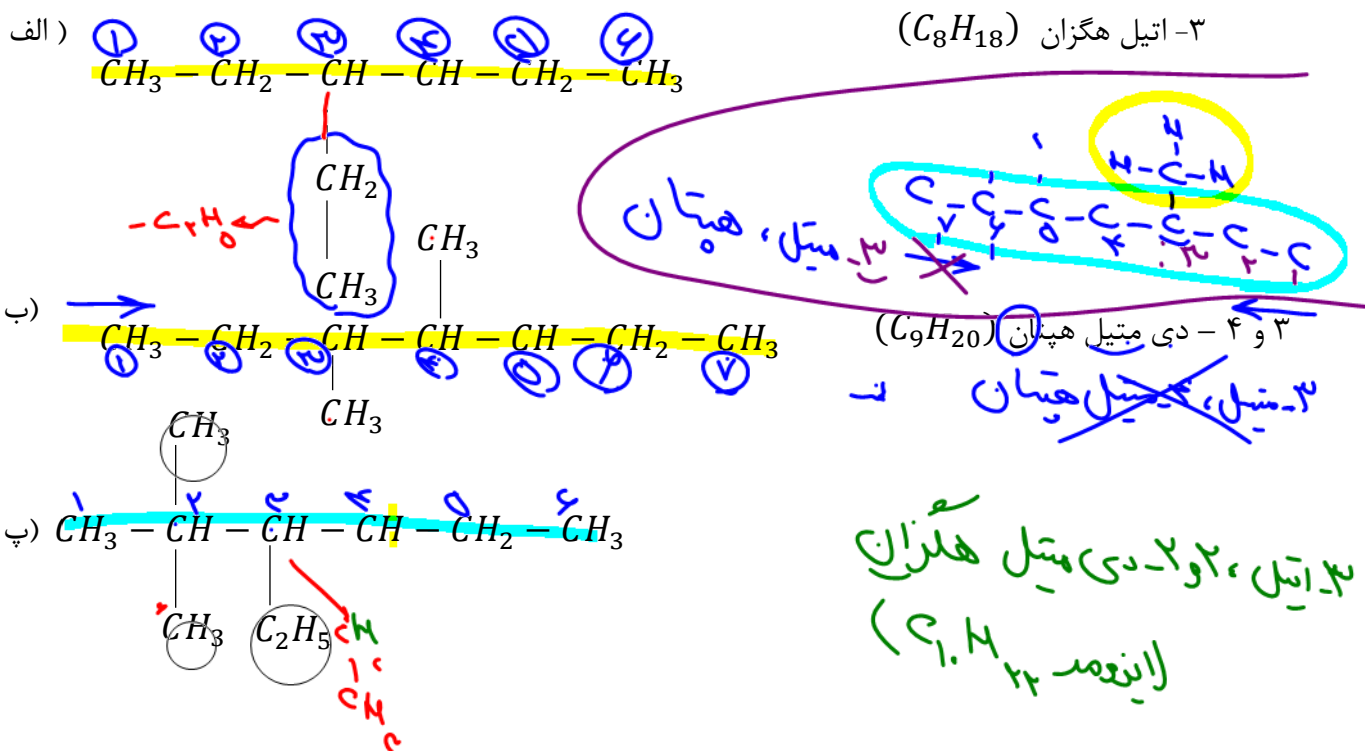
اولویت ۳: از طرفی که نام شاخه فرعی را طبق الفبای لاتین زودتر بیان می کنیم.

(C) نوشتن نام آلکان: ابتدا شماره کربن هایی که شاخه فرعی به آن متصل است را نوشته و سپس نام آلکان زنجیره اصلی را می نویسیم.

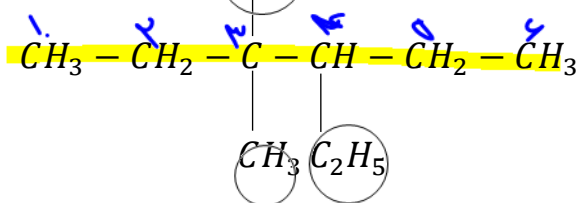
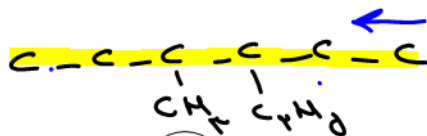
نکته: اگر مولکول مورد نظر دارای چند نوع شاخه فرعی باشد، شاخه ها را به ترتیب تقدم حرف اول شاخه بر اساس الفبای لاتین می نویسیم، این تقدم به شکل زیر است:



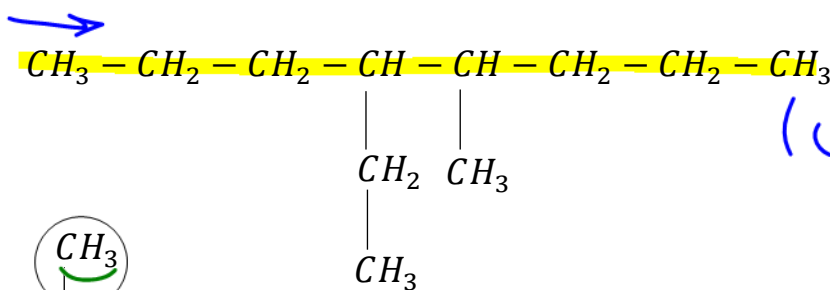
مثال:



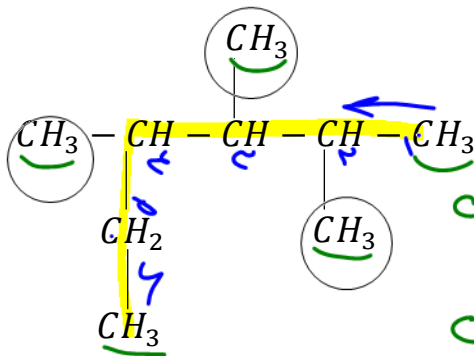
مثال: نام آیوپاک مولکول‌های زیر را نوشته و فرمول مولکولی هر یک را نیز ذکر کنید. (ایزومر چه مولکولی هستند.)



الف) ۴-ایپیل، ۳-و ۳-دی‌متیل‌هگزان  
( $\text{C}_{10}\text{H}_{22}$ )

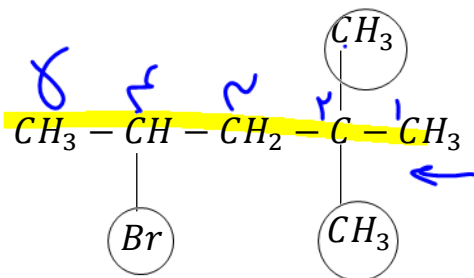


ب) ۴-ایپیل-۵-متیل‌آکتان  
( $\text{C}_{11}\text{H}_{24}$ )



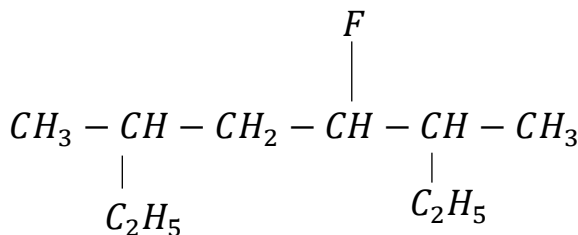
۳-و ۳-دی‌متیل  
۴-ایپیل  
۲-ایپیل

۳-و ۳-دی‌متیل-۴-ایپیل‌هگزان  
( $\text{C}_9\text{H}_{20}$ )



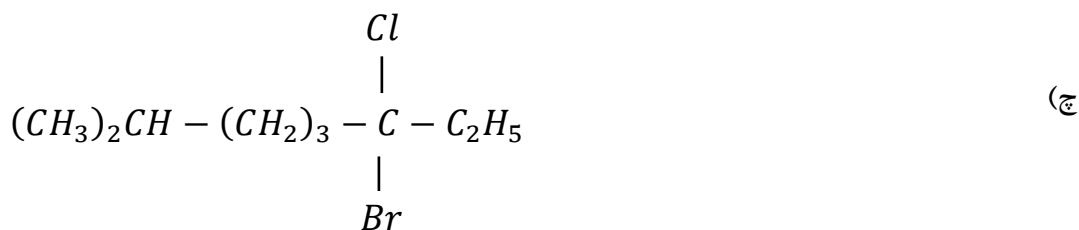
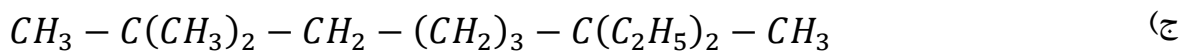
ت) ۴-برومو، ۲-و ۲-دی‌متیل‌پنتان  
ایزومر مشتق‌شده از ۲-بromopentane  
( $\text{C}_7\text{H}_{15}\text{Br}$ )

نکته: برای پرهیز از اشتباه در تعیین زنجیره اصلی، گروه  $\text{C}_2\text{H}_5-$  را به شکل گسترده در نظر بگیرید.  
( $\text{CH}_3-\text{CH}_2-$ )

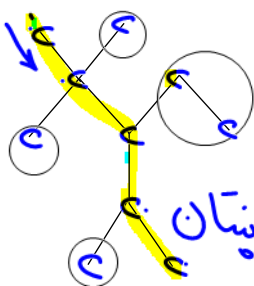
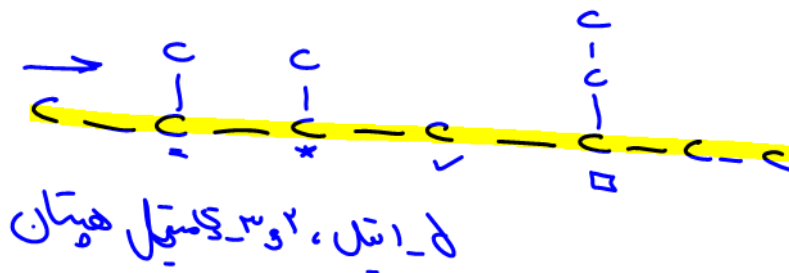
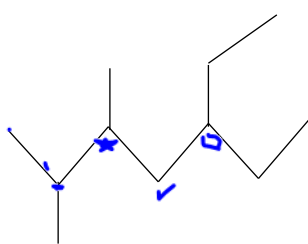


ث)

**نکته:** اگر فرمول نیمه گسترده یک ترکیب آلی را دادند، آن را به شکل گسترده تر درمی آوریم و سپس نام آن را بیان می کنیم. برای اینکار دقت شود که با توجه به ظرفیت کربن (۴)، گروه های  $CH_3$  فقط می بایست به یک کربن متصل باشند (انتها می آیند). و گروه های  $CH_2$  می بایست به دو کربن متصل باشند. (در طول زنجیره اصلی قرار می گیرند).



(خ) فرمول نقطه - خط و یا خط - پیوند



۱- اethyl، ۲- و ۳- متیل هیتان

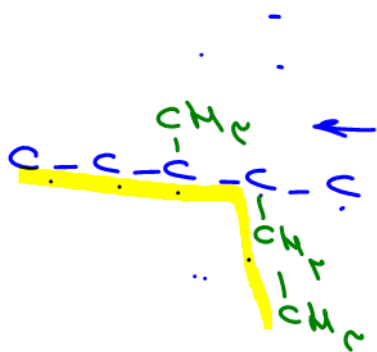
(د)

**نکته ۱:** چنانچه نام آلکانی را دادند و در مورد درستی و یا عدم درستی نام گذاری ترکیب مربوطه سوال کردند، ابتدا فرض را بر درستی نام گذاری گذاشته و جسم مورد نظر را ترسیم می کنیم و نام آن را بیان می کنیم. اگر نام گذاری منطبق بر نام داده شده در متن سوال بود، نام گذاری درست بوده وگرنه نادرست.

**نکته ۲:** در کل ترکیبات آلی گروه متیل نمی تواند به کربن شماره ۱ متصل شده باشد. به عبارتی «۱-متیل...» قطعاً نادرست است.

**نکته ۳:** در آلکان ها گروه اتیل نمی تواند به کربن شماره ۱ و ۲ متصل شده باشد. به عبارتی «۱-اتیل...» و «۲-اتیل...» قطعاً نادرست است.

تست : چه تعداد از نام های زیر درست می باشند؟



۳ و ۴ - دی متیل هگزان

۲ - اتیل ، ۳ - متیل پنتان X

۴ و ۴ - دی متیل ، ۳ - اتیل هگزان X

۳ و ۳ - دی اتیل ، ۲ و ۴ و ۵ تری متیل هگزان

۴ - اتیل ، ۲ و ۳ - دی فلوئور و پنتان

۴ و ۵ - دی کلرو ، ۲ و ۲ - دی متیل هگزان

۴ (۴)

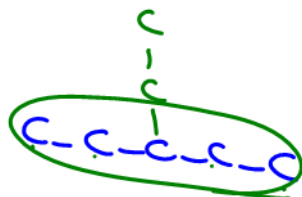
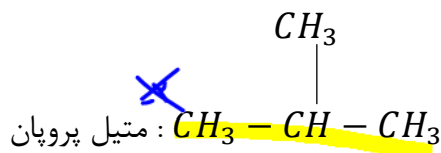
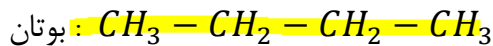
۲ (۳)

۱ (۲)

۰ (۱)

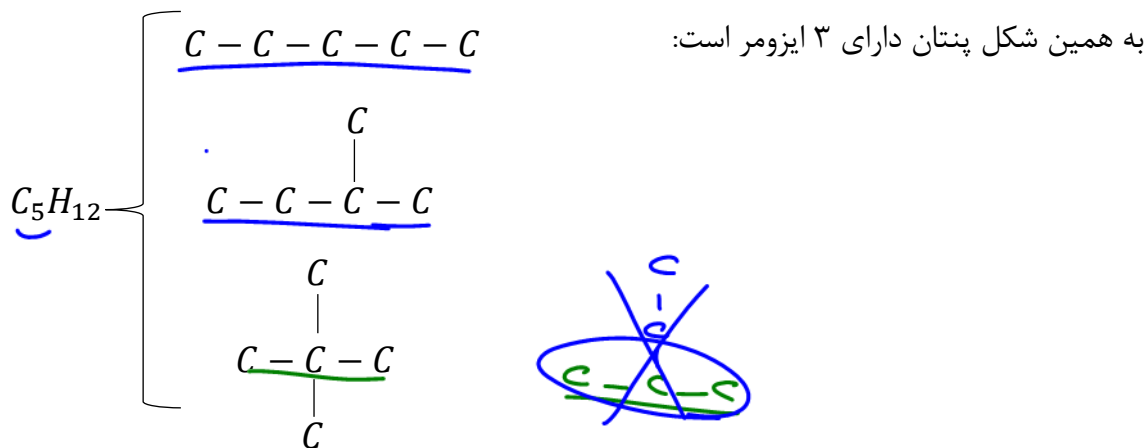
ایزومر (هم پار)

مولکول هایی که فرمول مولکولی یکسان اما ساختار متفاوت دارند را ایزومر می گویند. اولین آلکان ایزومر دار بوتان ( $C_4H_{10}$ ) می باشد که دو ایزومر دارد. به عبارتی دو نوع مولکول متفاوت با نام های آیوپاک مختلف با فرمول مولکولی  $C_4H_{10}$  وجود دارند.



~~۲ - اتیل پنتان~~





نکته: تعداد ایزومرهای آلکان‌های ۴ تا ۷ کربنه از رابطه  $2^{n-4} + 1$  به دست می‌آید.

### رسم ایزومرهای یک آلکان

ابتدا راست زنجیرترین آلکان (با زنجیره اصلی  $n$  کربنه) را رسم می‌کنیم. سپس زنجیره  $n - 1$  کربنه را به عنوان زنجیره اصلی در نظر گرفته یک متیل را به عنوان شاخه فرعی در نظر می‌گیریم و سپس زنجیره  $n - 2$  کربنه و ...

مثال: جسمی به فرمول  $C_6H_{14}$  چند ایزومر دارد؟

مثال:  $C_8H_{18}$  چند ایزومر با زنجیره اصلی ۷ کربنه دارد؟

تست ۱: کدام گزینه نادرست است؟

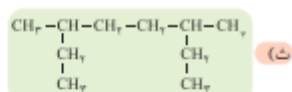
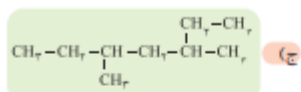
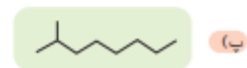
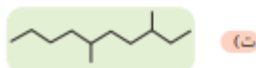
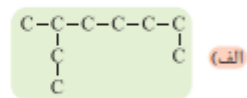
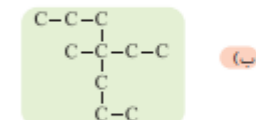
- ۱) اولین آلکان با شاخه فرعی اتیل دارای ۱۴ اتم هیدروژن است.
- ۲) اگر به جای دو اتم هیدروژن متان دو گروه اتیل قرار گیرد مولکول حاصل می‌شود.
- ۳)  $C_6H_{14}$  دو ایزومر دارد که نام زنجیره‌ی اصلی آن پنتان است.
- ۴) اولین آلکان با سه شاخه فرعی متیل، ایزومر هپتان است.

تست ۲: جرم آب تولید شده از سوختن کامل یک آلکان،  $1/5$  برابر جرم آن آلکان می‌باشد. این آلکان کدام است؟ ( $C = 12, H = 1, O = 16$ )

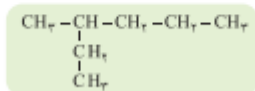
- ۱) متیل بوتان      ۲) هگزان      ۳) متیل پروپان      ۴) ۳-متیل پنتان

خود را بیازمایید

۱- آلکان‌های زیر را نام گذاری کنید. (راهنمایی: در نام گذاری آلکان‌های شاخه دار، نوشتن نام اتیل بر متیل مقدم است).

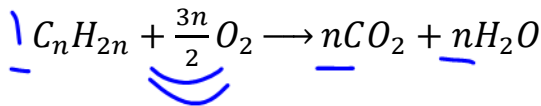


۲- چرا نام ۲- اتیل پنتان برای ترکیب زیر نادرست است؟



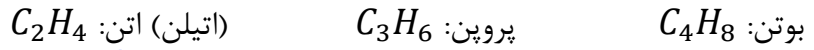


۷- غیر از واکنش‌های افزایشی، همانند آلکان‌ها و ما بقی ترکیبات آلی با اکسیژن در حضور جرقه یا شعله می‌سوزند:



نامگذاری آلکن‌های راست زنجیر:

به جای پسوند «ان» در آلکان‌ها، پسوند «ن» می‌آوریم.



نامگذاری آلکن‌های شاخه‌دار

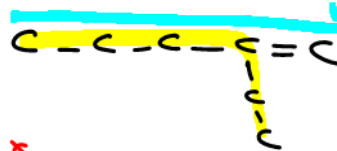
(A) طولی‌ترین زنجیره کربنی که دارای بند دوگانه است را انتخاب می‌کنیم.

(B) از طرفی که به بند دوگانه نزدیک‌تریم، کربن‌های زنجیره اصلی را شماره گذاری می‌کنیم.

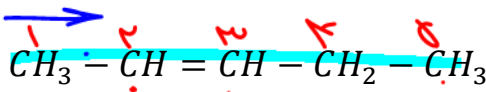
(C) ابتدا شماره و نام شاخه‌ها را به ترتیب الفبای لاتین آورده و در نهایت شماره نخستین کربنی که بند دوگانه به آن متصل است را ذکر کرده و در نهایت نام «آلکن» زنجیره اصلی را بیان می‌کنیم.

نکته ۱: در مورد اتن  $CH_2 = CH_2$  و نیز پروپن  $CH_3 - CH = CH_2$ ، ذکر شماره کربن بند دوگانه نیاز نیست.

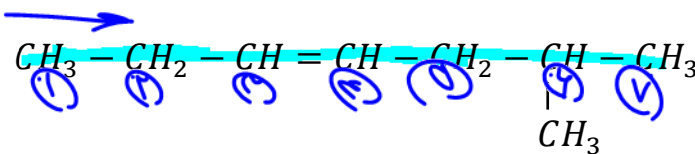
نکته ۲: در شماره گذاری زنجیره اصلی اگر از دو طرف به کربن‌های بند دوگانه یک عدد رسید، (از دو طرف فاصله تا بند دوگانه یکسان بود) شماره گذاری کربن‌ها را طبق اولویت‌های شماره گذاری کربن‌های زنجیره اصلی در آلکان‌ها انجام می‌دهیم.



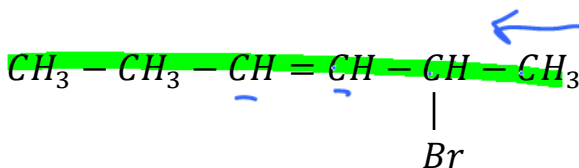
مثال:



۲- پنتن ( $C_5H_{10}$ )



۶-متیل، ۳-هیپتن



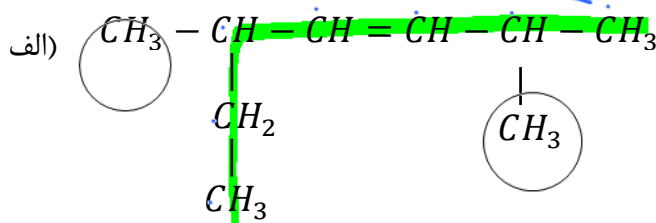
۲-برمو، ۳-هگزان

Ti<sup>+</sup>  
Ti<sup>+</sup>  
TiO<sub>2</sub>

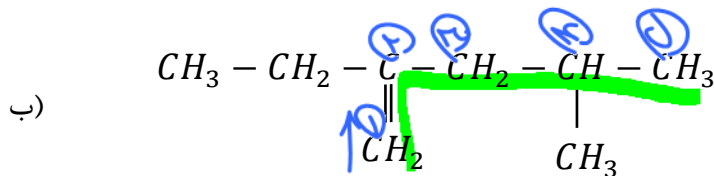
Dr. Hasan Polvani



مثال: نام ترکیبات زیر را به روش آیوپاک بنویسید:

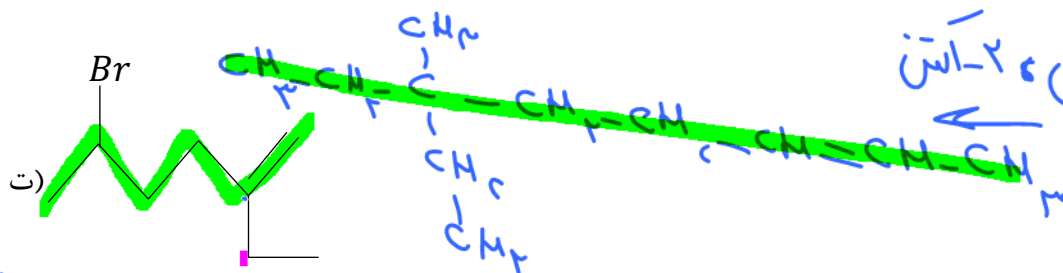
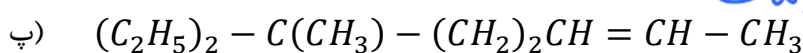


۱-دی‌متیل، ۳-هگسین  
(ایزومر C<sub>8</sub>H<sub>16</sub>)



۱-پنتن  
۲-ایسل، ۴-متیل، ۵-پنتن

!! در آنتن‌ها، آلد میزدودا نه به تریب اوی  
جسیر، می توان ۲-ایسل هم راست



۶-ایسل، ۶-متیل، ۲-آکتن

۵-برومو، ۲-ایسل، ۱-هگزن

تست ۱: کدام مطلب نادرست است؟ (C = 12, H = 1)

- آلکن‌ها و سیکلو آلکن‌ها فرمول عمومی یکسان اما واکنش پذیری متفاوت دارند.
- جرم مولی دومین آلکان، ۱۲ واحد کمتر از جرم مولی دومین آلکن است.
- در سه عضو اول آلکن‌ها نوشتن شماره کربن بند دوگانه الزامی ندارد.
- یکی از ایزومرهای C<sub>6</sub>H<sub>12</sub> می‌تواند ۲-اتیل، ۱-بوتن باشد.

نکته: برای رسم ایزومرهای آلکنی، غیر از ایجاد شاخه فرعی باید بند دوگانه را نیز جا به جا کرد.



$$\frac{4 \times 12 + 12}{2} = 18$$

تست ۲: چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

- آلکنی با جرم مولی 84  $\frac{g}{mol}$  دارای ۱۸ پیوند اشتراکی است. ✓
- آلکنی با جرم مولی 42  $\frac{g}{mol}$  سنگ بنای صنعت پتروشیمی است. ✗
- C<sub>4</sub>H<sub>8</sub> دارای سه ایزومر آلکنی است. ✓
- در اثر سوختن ۰/۱ مول از چهارمین آلکن، مقدار ۱ مول فرآورده تولید می‌شود. ✓
- آلکنی به نام ۳ و ۶-دی‌متیل، ۴-اکتن، آلکنی متقارن است. ✓

۵ (۴)

۴ (۳)

۳ (۲)

۲ (۱)



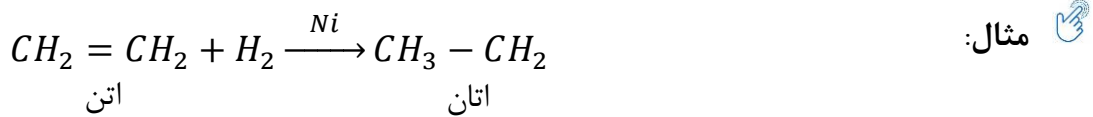
واکنش‌های افزایشی آلکن‌ها

۱- به هر واکنشی که پیوند سست بین دو اتم شکسته می‌شود و به اتم‌های دو طرف این پیوند، اتم‌های دیگر متصل شده و جرم مولی مولکول افزایش می‌یابد «واکنش افزایشی» می‌گویند.

۲- آلکن‌ها نیز به دلیل داشتن پیوند «پای» سیر نشده بوده و تمایل به انجام واکنش افزایشی دارند.

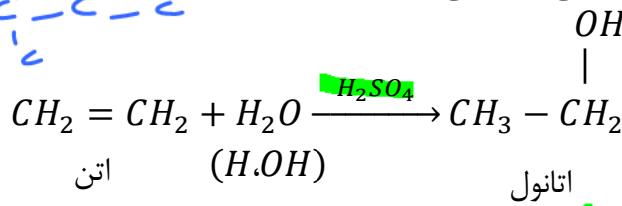
۳- هر یک مول آلکن با یک مول  $H_2, Cl_2, Br_2, HCl$  یا  $H_2O$  واکنش افزایشی داده و سیر می‌شود. همچنین مولکول‌های آلکن می‌توانند با یکدیگر واکنش افزایشی داده و مولکول‌های بزرگی به نام «پلیمر» تولید کنند.

**(A) واکنش آلکن‌ها با گاز هیدروژن و تولید آلکان:**



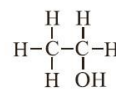
**(B) واکنش آلکن‌ها با آب و تولید الکل:**

به عنوان نمونه در اثر واکنش  $H_2O$  با اتن در مقابل سولفوریک اسید ( $H_2SO_4$ )، اتانول را در مقیاس صنعتی تولید می‌کنند. (اتانول در تهیه مواد دارویی، بهداشتی و آرایشی کاربرد دارد).



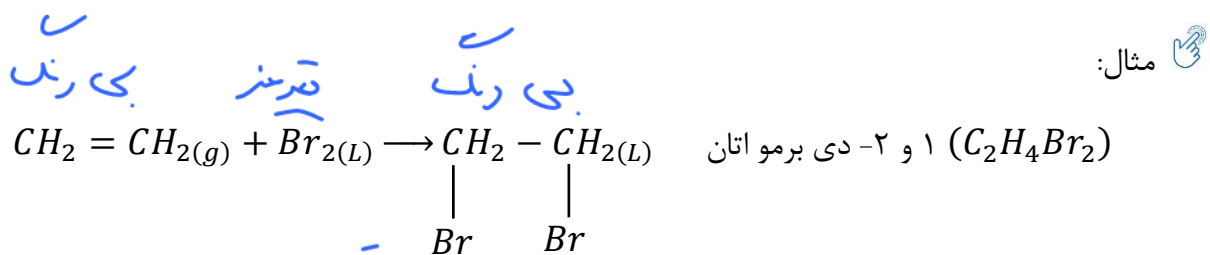
• اتانول، الکلی دوکربنی، بی‌رنگ و فزاز است که به هر نسبتی در آب حل می‌شود. این الکل یکی از مهم‌ترین حلال‌های صنعتی است که در تهیه مواد دارویی، بهداشتی و آرایشی به کار می‌رود. از اتانول در بیمارستان‌ها به عنوان ضدعفونی‌کننده استفاده می‌شود.

• صنعت پتروشیمی یکی از صنایع مهم جهان است. در این صنعت، ترکیب‌ها و مواد گوناگون از نفت یا گاز طبیعی به دست می‌آیند که به فرآورده‌های پتروشیمیایی معروف هستند. در کشور ما نیز شرکت‌های پتروشیمی گوناگونی در حال فعالیت هستند. در این شرکت‌ها سالانه میلیون‌ها تن مواد شیمیایی مانند آمونیاک، پلی‌اتن، سولفوریک اسید و... تولید می‌شود.



**(C) واکنش آلکن‌ها با برم مایع و تولید مشتق دی برومی آلکان:**

برم چه در حالت مایع چه گازی، قرمز رنگ است. همه آلکن‌ها به دلیل داشتن پیوند سست با  $Br_2$  واکنش داده و باعث بی‌رنگ شدن محیط واکنش می‌شود، زیرا مولکول حاصله، (مشتق دی برومی آلکان)، بی‌رنگ است.



مشتق دی برومی اتان

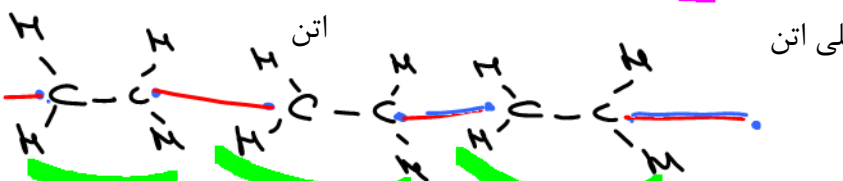
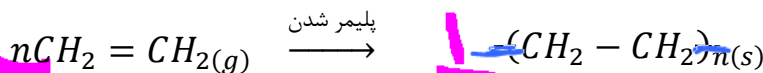
**نکته:** یکی از ساده‌ترین روش‌های تشخیص آلکن‌ها و مابقی هیدروکربن‌های سیر نشده از هیدروکربن‌های سیر شده (یعنی آلکن‌ها و سیکلو آلکن‌ها)، واکنش با برم و قدرت از بین بردن رنگ قرمز برم توسط هیدروکربن‌های سیر نشده می‌باشد. به عنوان مثال بخارات قرمز رنگ برم در مجاورت تکه‌ای گوشت، بعد از مدتی بی‌رنگ می‌شود، زیرا چربی‌های موجود در گوشت همانند آلکن‌ها سیر نشده بوده و با  $Br_2$  واکنش می‌دهند.



سیر نشده

**(D) واکنش مولکول‌های آلکن‌ها با یکدیگر و تولید پلیمر:**

به عنوان مثال از واکنش تعداد زیادی از مولکول‌های اتن با هم، پلیمری به نام «پلی اتن» ایجاد می‌شود:



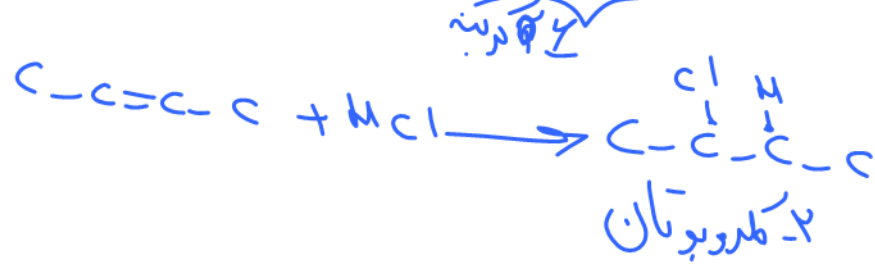
تست ۱: کدام گزینه درست می‌باشد؟

۱) اگر مولکولی با فرمول  $C_5H_{10}$  رنگ آب برم را بی‌رنگ نکند، قطعاً سیکلو آلکن است.

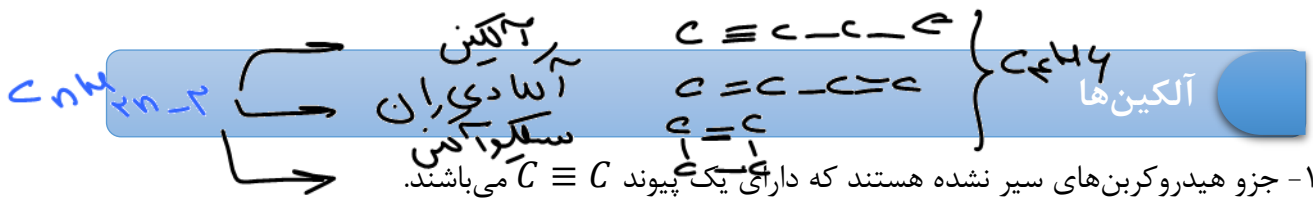
۲) در واکنش  $HCl$  با ۲-بوتن جسمی به نام ۲-کلرو بوتن تولید می‌شود. **X**

۳) در اثر واکنش  $Br_2$  با آلکن‌ها، مشتق دی بروم‌ه‌ی آلکن تولید می‌شود. **X**

۴) الکلی ۵ کربنه را می‌توان از واکنش  $H_2O$  با ۳-متیل ۱-پنتن تولید کرد.



Dr. Hasan Poloui



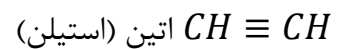
۲- به دلیل داشتن دو پیوند سست بین دو کربن، چهار اتم هیدروژن از آلکان هم کربن خود کمتر داشته و فرمول عمومی  $C_nH_{2n-2}$  دارند.



نمایشی از مولکول اتین

۳- ساده‌ترین عضو این خانواده اتین یا استیلن می‌باشد که به دلیل دمای بالای حاصل از سوختن آن برای جوشکاری و برش فلزات استفاده می‌شود.

(جوش کاربیدی)



۴- به دلیل دارا بودن دو پیوند «پای» با دو مول از مولکول‌هایی مانند  $H_2O, Br_2, H_2$  و ... واکنش افزایشی داده و سیر می‌شوند. و واکنش پذیری بیشتری از آلکن‌ها دارند.



۵- آلکین‌ها و سیکلو آلکان‌ها و نیز آلکادی‌ان‌ها فرمول عمومی یکسانی دارند.



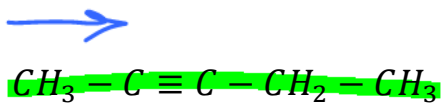
۶- اولین آلکینی که ایزومر آلکینی دارد  $C_4H_6$  (بوتین) می‌باشد.



نامگذاری آلکین‌ها

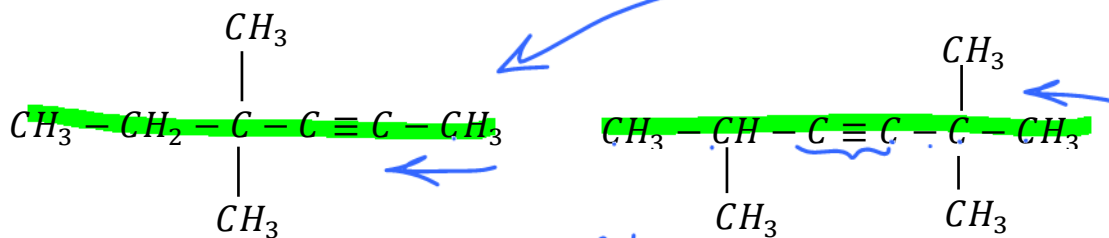
همانند نامگذاری آلکن بوده و فقط در انتهای نام زنجیره اصلی پسوند «ین» می‌آوریم.

مثال:



۲- پنتین

۴ و ۴- دی متیل ۲- هگزین



۲ و ۲- دی متیل ۲- هگزین  
 (۹H<sub>16</sub>)



تست ۱: چه تعداد از مطالب زیر درست است؟

از نظر واکنش پذیری : آلکان > آلکن > آلکین ✓

- × - هیدروکربنی با فرمول  $C_6H_{10}$  با دو مول برم واکنش داده و رنگ قرمز برم را آبی رنگ می کند.
- × - در جوش کاربیدی از سوختن  $C_2H_4$  دمای لازم برای جوش دادن قطعات فلزی تامین می شود.
- × - درصد جرمی کربن در ساده ترین آلکین کمتر از درصد جرمی کربن در ساده ترین آلکن است.
- × - آلکینی با چهار پیوند  $C - C$  دارای ۱۴ پیوند کووالانسی است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

تست ۲: کدام گزینه نادرست است؟ (C = ۱۲ ، H = ۱)

(۱)  $C_5H_8$  دارای سه ایزومر آلکینی است.

(۲) درصد جرمی کربن در سومین آلکین حدود ۸۹٪ است.

(۳) پروپین با دو مول HCl سیر شده و تولید دی کلرو پروپین می کند.

(۴) برای مولکولی با نام کلی متیل ۱- پنتین دو حالت متصور است.



هیدرو کربن‌های حلقوی

\* بسیاری از ترکیبات آلی در ساختار خود حداقل یک حلقه ایجاد می‌کنند که به آنها ترکیبات آلی حلقوی گویند. ساده ترین آنها هیدرو کربن‌های حلقوی هستند.

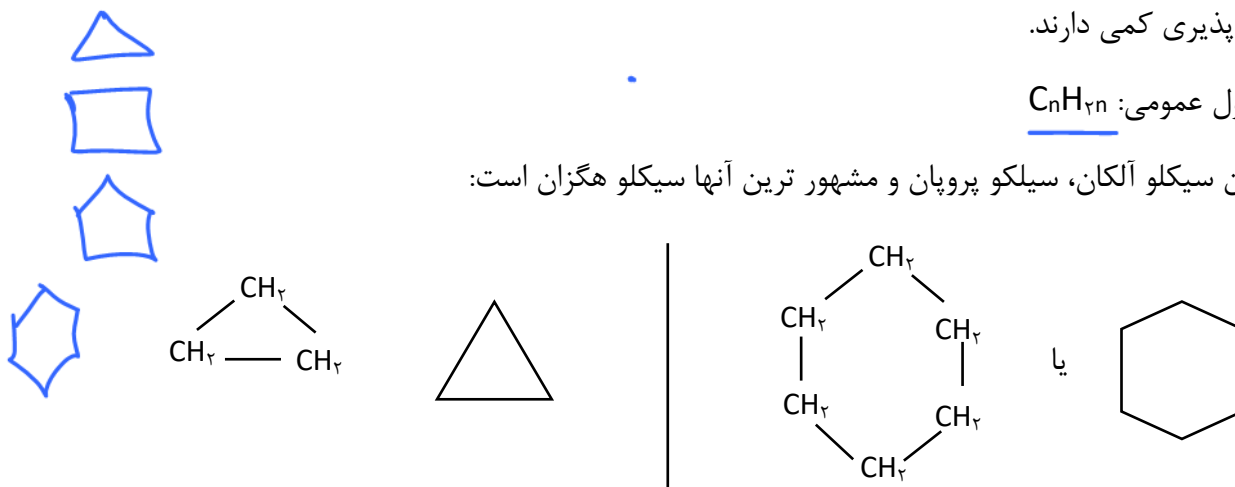
\* هیدرو کربن‌های حلقوی نیز شامل سیکلو آلکان، سیکلو آلکن، هیدرو کربن‌های آروماتیک و ... می‌باشند.

سیکلو آلکان‌ها

۱- ساده ترین هیدرو کربن‌های حلقوی بوده که همانند آلکان‌ها سیر شده بود در نتیجه همانند آلکان‌ها واکنش پذیری کمی دارند.

۲- فرمول عمومی:  $C_nH_{2n}$

۳- اولین سیکلو آلکان، سیکلو پروپان و مشهور ترین آنها سیکلو هگزان است:



(سیکلو پروپان)  $(C_3H_6)$

(سیکلو هگزان)  $(C_6H_{12})$

۴- آلکن‌ها و سیکلو آلکان‌ها فرمول عمومی  $C_nH_{2n}$  داشته و در صورت تعداد کربن برابر ایزومر یکدیگرند. بهترین روش تشخیص آزمایشگاهی آنها عدم شرکت سیکلو آلکان در واکنش افزایشی است.

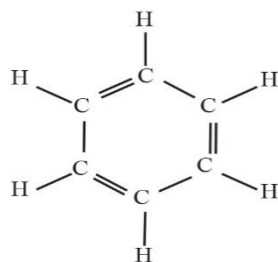
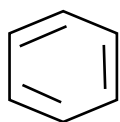
مثال:  $C_6H_{12}$  می‌تواند از خانواده آلکن‌ها باشد یا سیکلو آلکان‌ها اگر رنگ قرمز برم  $(Br_2)$  را بی رنگ کند، آلکن می‌باشد وگرنه سیکلو آلکان است.

ترکیبات آروماتیک

۱- حداقل یک حلقه بنزنی دارند: (بنزن)  $C_6H_6$

بنابراین سیر نشده بوده و حداقل به ۳ مول  $H_2$ ،  $Br_2$  و ... سیر می‌شوند.

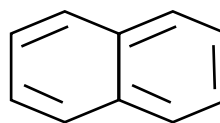
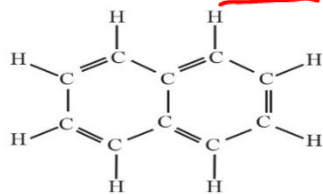
۲- بنزن دارای سه پیوند دو گانه یکی در میان در حلقه شش کربنه خود می‌باشد. و با سه مول  $H_2$  سیر شده و تبدیل به سیکلو هگزان می‌شود.



۳- نفتالن ( $C_{10}H_8$ ) جامدی سفید رنگ بوده و به عنوان ضد بید برای نگه داری فرش و لباس کاربرد داشته است. این مولکول دارای ۵ پیوند دو گانه است:



نفتالن



نفتالن ( $C_{10}H_8$ )

تست ۱: چه تعدادی از مطالب زیر در مورد هیدرو کربن‌های حلقوی نادرست است؟



- حداقل دو اتم هیدروژن از آلکان‌های هم کربن کمتر دارند.
- هر کربن حداقل به دو کربن متصل است.
- همانند آلکان‌ها واکنش پذیری کمی دارند.
- بنزن در اثر واکنش با سه مول گاز هیدروژن تبدیل به سومین عضو خانواده سیلکو آلکان‌ها می‌شود.
- ساده ترین آنها دارای ۹ پیوند اشتراکی است.

۱ (۱)      ۲ (۲)      ۳ (۳)      ۴ (۴)

تست ۲: اگر یک مول نفتالن با مقدار کافی گاز هیدروژن در شرایط مناسب واکنش دهد و به یک ترکیب سیر شده تبدیل شود، شمار اتم‌های هیدروژن در فرآورده حاصل با کدام گزینه برابر است؟

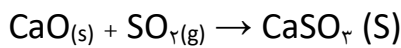
(۱) مجموع تعداد اتم‌های هپتین      (۲) مجموع تعداد اتم‌های گاز فندک

(۳) تعداد پیوند اشتراکی در سیلکو هگزان      (۴) تعداد اتم‌های هیدروژن در اتیل پنتان




زغال سنگ

- ۱- از جمله سوخت‌های فسیلی است که قدمت استفاده از آن به حدود ۵۰۰ سال قبل می‌رسد.
- ۲- زغال سنگ علاوه بر C و H دارای عناصر دیگری مانند N ، S و ... نیز می‌باشد. در نتیجه از سوختن آن  $H_2O$  ، CO ، CO<sub>2</sub> ، NO<sub>x</sub> و SO<sub>x</sub> تولید می‌شود، در صورتی که از سوختن بنزین (C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>) سه فرآورده اول تولید می‌شود. (CO ، CO<sub>2</sub> ، H<sub>2</sub>O)
- ۳- گازهای NO<sub>x</sub> و SO<sub>x</sub> تولیدی از سوختن زغال سنگ می‌توانند در واکنش با آب ایجاد باران اسیدی کنند.
- ۴- برای حذف گوگرد و ناخالصی‌های موجود در زغال سنگ می‌توان زغال سنگ را شست و شو داد. هم‌چنین در نیروگاه‌ها با قرار دادن کلسیم اکسید (آهک) در مسیر خروجی گازها، از ورود SO<sub>2</sub> به هوا کره تا حدی جلوگیری می‌کنند:



- ۵- یکی از معایب زغال سنگ دشواری استخراج آن است. در معادن زغال سنگ گاز متان (گازی بی‌رنگ، سبک و بی‌بو) وجود دارد. اگر مقدار CH<sub>4</sub> معدن به بیش از ۵٪ برسد احتمال انفجار وجود دارد.
- ۶- در یک قرن اخیر با جایگزینی بنزین (C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>) به جای زغال سنگ، محاسن زیر ایجاد شده است:
  - الف) به ازای تولید ۱ kJ انرژی از سوختن بنزین نسبت به زغال سنگ CO<sub>2</sub> کمتری وارد هوا کره می‌شود.
  - ب) گرمای حاصل از سوختن ۱ gr بنزین بیشتر از سوختن ۱ gr زغال سنگ است.
  - ب) در اثر سوختن بنزین گازهای SO<sub>2</sub> و NO<sub>x</sub> که ایجاد باران اسیدی می‌کند بسیار کمتر تولید می‌شوند.

تست: چه تعداد از مطالب زیر در مورد زغال سنگ درست می‌باشد؟ 

- قدمت استفاده از آن به قبل از نفت خام می‌رسد ولی استخراج آن کم خطرتر است.
- تنوع فرآورده‌های حاصل از سوختن آن بیشتر از بنزین است.
- انرژی گرمای حاصل از سوزاندن m گرم از آن بیشتر از m گرم بنزین است.
- مقدار کربن دی‌اکسید حاصل از سوزاندن m گرم از آن بیشتر از m گرم بنزین است.
- برای به دام انداختن NO<sub>x</sub> حاصل از سوختن آن می‌توان از آهک استفاده کرد.

۴ (۴)

۳ (۳)

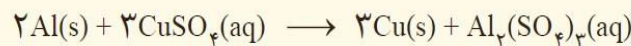
۲ (۲)

۱ (۱)

تمرین های دوره ای

۱- یون سولفات موجود در  $2/45$  g از نمونه ای کود شیمیایی را با استفاده از یون باریم، جداسازی کرده و  $2/18$  گرم باریم سولفات به دست آمده است. درصد خلوص کود شیمیایی را بر حسب یون سولفات حساب کنید.

۲- از واکنش  $8/1$  گرم فلز آلومینیم با خلوص  $90\%$  درصد با محلول مس (II) سولفات مطابق واکنش زیر، چند گرم فلز مس آزاد می شود؟



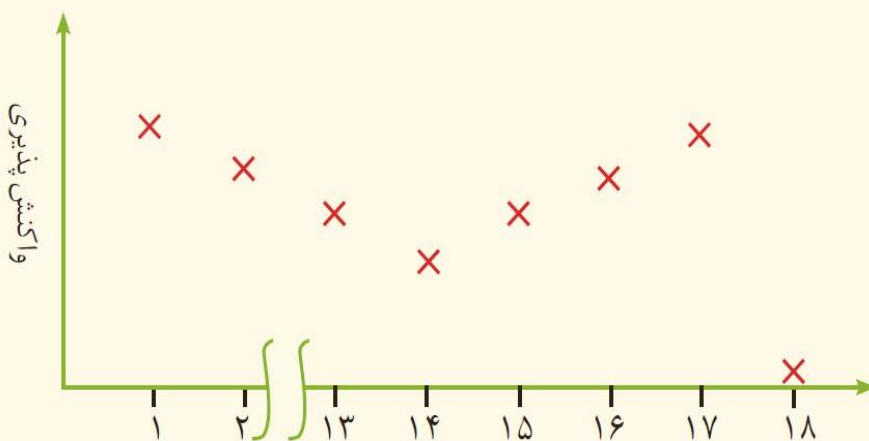
۳- سیلیسیم عنصر اصلی سازنده سلول های خورشیدی است که از واکنش زیر تهیه می شود.



الف) واکنش پذیری کربن را با سیلیسیم مقایسه کنید.

ب) مقدار ناخالصی در  $100$  گرم سیلیسیم مصرفی در صنایع الکترونیک  $1/10000$  گرم است. درصد خلوص آن را حساب کنید.

۴- نمودار زیر روند کلی تغییر واکنش پذیری عنصرهای دوره دوم جدول دوره ای را نشان می دهد.



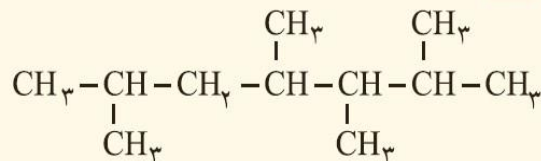
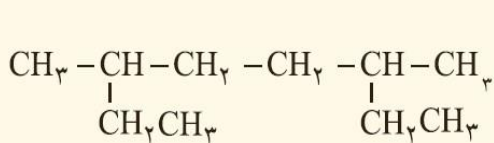
الف) چرا واکنش پذیری عنصرهای گروه ۱۸ در حدود صفر است؟

ب) روند تغییر واکنش پذیری را توضیح دهید.

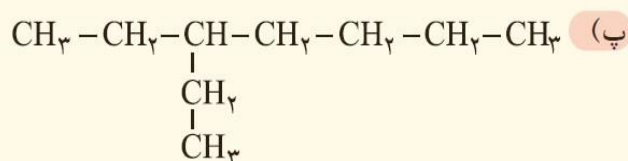
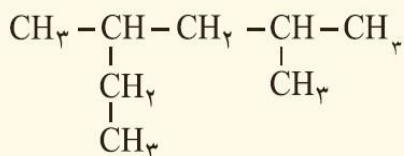


۵- هر یک از هیدروکربن های زیر را به روش آیوپاک نام گذاری کنید.

(الف)



(ب)

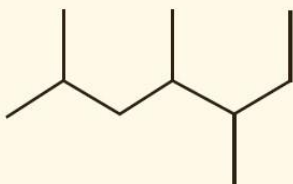


(ت)

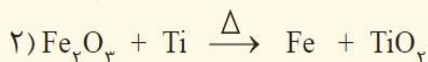
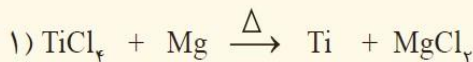
(پ)

(ج)

(ث)



۶- با توجه به واکنش های زیر به پرسش های مطرح شده پاسخ دهید.

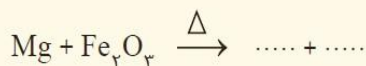


(الف) هر یک از آنها را موازنه کنید.

(ب) ترتیب واکنش پذیری عنصرهای Mg، Fe و Ti را مشخص کنید.

(پ) برای تهیه فلز تیتانیم، باید واکنش شماره (۱) را در حضور گاز آرگون انجام داد. چرا وجود گازهای اکسیژن و نیتروژن در محیط واکنش مانع از انجام واکنش می شود؟ (توجه: گاز نیتروژن به جو بی اثر معروف است)

(ت) پیش بینی کنید آیا واکنش زیر در شرایط مناسب انجام می شود؟ چرا؟ در صورت انجام، آن را کامل و موازنه کنید.



(ث) تیتانیم فلزی محکم، با چگالی کم و مقاوم در برابر خوردگی است. یکی از کاربردهای آن استفاده در بدنه دوچرخه است. اگر در کارخانه ای از مصرف  $۱۰^۷ \times ۳/۵۴$  گرم تیتانیم (IV) کلرید،  $۱۰^۶ \times ۷/۹۱$  گرم فلز تیتانیم به دست آید، بازده درصدی واکنش را حساب کنید.



۷- معدن مس سرچشمه کرمان، یکی از بزرگ‌ترین مجتمع‌های صنعتی معدنی جهان به شمار می‌رود و بزرگ‌ترین تولیدکننده مس است. برای تهیه مس خام از سنگ معدن آن، واکنش زیر انجام می‌شود.



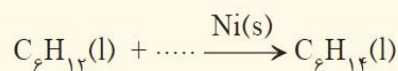
الف) با مصرف ۴۰۰ kg مس (I) سولفید با خلوص ۸۵٪ حدود ۱۹۰/۵۴ kg مس خام تهیه می‌شود. بازده درصدی واکنش را حساب کنید.

ب) چرا این واکنش روی محیط زیست تأثیر زیان‌باری دارد؟

۸- هگزان ( $\text{C}_6\text{H}_{14}$ ) و ۱- هگزن ( $\text{C}_6\text{H}_{12}$ ) دو مایع بی‌رنگ هستند.

الف) روشی برای تشخیص این دو مایع پیشنهاد کنید.

ب) جای خالی را در واکنش زیر پر کنید.



۹- هیدروکربنی به فرمول شناسایی شده است. افزودن چند قطره از آن به مقدار کمی از محلول برم در یک حلال آلی، سبب بی‌رنگ شدن محلول می‌شود.

الف) این هیدروکربن جزو آلکان‌ها، آلکن‌ها یا سیکلوآلکان‌هاست؟ چرا؟

ب) نسبت جرمی کربن به هیدروژن در آن برابر با ۶ و جرم مولی آن برابر با ۱۴۰/۲ گرم است. فرمول مولکولی آن را بیابید.

پ) با مراجعه به نمودار صفحه ۳۶، حالت فیزیکی این هیدروکربن را پیش‌بینی کنید.



تست ۱: کدام گزینه درست است؟

- (۱) در دوره سوم جدول تناوبی، سه عنصر فلزی وجود دارد.
- (۲) دوره‌های چهارم و پنجم جدول تناوبی در مجموع ۳۶ عنصر دسته d را در بر دارند.
- (۳) عدد اتمی اولین عنصر واسطه ۲۱ بوده که کاتیون پایدار آن به آرایش الکترونی  $kr$  می‌رسد.
- (۴) جدول دوره‌ای شامل ۱۸ گروه بوده که گروه اول آن ویژه هفت فلز قلیایی است.
- تست ۲: با توجه به فرمول شیمیایی سه ترکیب یونی  $NaA$ ،  $Mg_3D_2$  و  $k_2E$ ، اگر  $A$ ،  $D$  و  $E$  به یک دوره جدول تعلق داشته باشند، برای مقایسه  $A > E > D$  چه تعداد از ویژگی‌های زیر درست اند؟
- تعداد زیر لایه‌های اشغال شده از الکترون - تعداد لایه‌های اشغال شده از الکترون - شعاع اتمی - شعاع یونی - خصلت نافلزی - تعداد الکترون‌های دورترین زیر لایه - سرعت واکنش با فلز کلسیم - تعداد الکترون با  $L = 0$
- |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| ۱ (۱) | ۲ (۲) | ۳ (۳) | ۴ (۴) |
|-------|-------|-------|-------|

تست ۳: کدام گزینه در مورد واکنش پذیری عناصر نادرست است؟ (غیر از گروه ۱۸)

- (۱) در گروه‌ها با افزایش عدد اتمی، افزایش می‌یابد.
- (۲) در نافلزات یک دوره، نافلزی که عدد اتمی آن بیشتر است، واکنش پذیرتر است.
- (۳) در فلزات یک دوره، فلزی که عدد اتمی آن کمتر است، واکنش پذیرتر است.
- (۴) در یک دوره، با افزایش عدد اتمی، واکنش پذیری کاهش و از گروه ۱۴ به بعد افزایش می‌یابد.
- تست ۴: چه تعداد از مطالب زیر نادرست است؟
- واکنش پذیری فلزات رابطه مستقیم با شعاع اتمی دارد و در نافلزات رابطه عکس.
  - شعاع یون یک عنصر بزرگتر از شعاع اتمی همان عنصر است.
  - شعاع یونی در گروه‌ها از بالا به پایین افزایش و در دوره‌ها از چپ به راست کاهش می‌یابد.
  - یون پایدار فلزات به آرایش الکترونی گاز نجیب قبل از خود می‌رسد.
  - هر چه عنصر در جدول دوره‌ای راست‌تر و بالاتر باشد، نافلزتر است (غیر از گروه ۱۸)

تست ۵: اگر واکنش فرضی  $2A + BCl_2 \rightarrow 2ACl + B$  به طور طبیعی انجام شود، کدام گزینه در مورد فلزات  $A$  و  $B$  نادرست است؟

- (۱) واکنش پذیری  $A$  از  $B$  بیشتر است.
- (۲) اگر  $A$  فلز قلیایی باشد  $B$  می‌تواند فلز قلیایی خاکی هم دوره  $B$  باشد.
- (۳) اگر  $A$  فلز آلومینیوم باشد،  $B$  می‌تواند فلز روی باشد.
- (۴) سطح انرژی فرآورده‌ها بیشتر از واکنش دهنده‌ها است.

تست ۶: چه تعداد از مطالب زیر در مورد  $Fe^{3+}$  درست اند؟

- آرایش الکترونی آن مشابه  $Mn^{2+}$  است.
- اکسید آن به عنوان رنگ قرمز در نقاشی کاربرد دارد.

- برای شناسایی آن در یک محلول، از سدیم هیدروکسید می توان استفاده کرد.
- واکنش اکسید آن با فلز آلومینیوم، ترمیت نام دارد که در جوشکاری استفاده می شود.
- دارای ۱۲ الکترون با  $L = 1$  می باشد.

۲ (۱)                      ۳ (۲)                      ۴ (۳)                      ۵ (۴)

تست ۷: اگر ۲۰ گرم  $\text{NaHCO}_3$  با خلوص ۸۴ درصد بر اثر گرما به میزان ۵۰ درصد تجزیه شود، جرم جامد بر جای مانده چند گرم است؟ ( $\text{Na} = 23$ ،  $\text{O} = 16$ ،  $\text{C} = 12$ ،  $\text{H} = 1$ )



۱۶/۹ (۴)                      ۱۳/۸ (۳)                      ۱۱/۶ (۲)                      ۵/۴ (۱)

تست ۸: دو مول گاز متان با ده مول گاز شامل ۲۰٪ اکسیژن و ۸۰٪ نیتروژن وارد موتور خودرو شده و ۵۰٪ آن به طور کامل می سوزد. اگر همه فرآورده ها گاز باشد چند درصد حجم گازهای خارج شده از آگزوز را به تقریب  $\text{CO}_2$  تشکیل می دهند؟ (از واکنش گاز  $\text{N}_2$  و  $\text{O}_2$  با یک دیگر صرف نظر شود)

۱۶/۵ (۴)                      ۱۱/۲ (۳)                      ۹/۱ (۲)                      ۸/۳ (۱)

تست ۹: مخلوط مایعی از پنتان و پنتن به جرم ۱۱۲ گرم را در مجاورت با مقدار کافی برم قرار می دهیم. اگر بعد از کامل انجام شدن واکنش، جرم مخلوط نهایی به ۱۹۲ گرم برسد. درصد جرمی هیدرو کربن با واکنش پذیری کمتر در مخلوط اولیه چند درصد بوده است؟ ( $\text{C} = 12$ ،  $\text{H} = 1$ ،  $\text{Br} = 80 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ )

۵۹ (۴)                      ۴۱ (۳)                      ۶۹ (۲)                      ۳۱ (۱)

تست ۱۰: تفاوت جرم ۸۹/۶ لیتر از سومین عضو خانواده آلکین و همین حجم از سومین عضو خانواده آلکان که هر دو گاز و در شرایط STP اند، با جرم مولی کدام هیدرو کربن برابر است؟ ( $\text{H} = 1$ ،  $\text{C} = 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ )

(۱) اتان                      (۲) اتین                      (۳) دومین عضو خانواده آلکن                      (۴) دومین عضو خانواده آلکین

۱	۱ H هیدروژن ۱,۰۰۸	۲											۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸ He هلیوم ۴,۰۰۳
۲	۳ Li لیتیم ۶,۹۴	۴ Be بیریم ۹,۰۰۸											۵ B بور ۱۰,۸۰	۶ C کربن ۱۲,۰۱	۷ N نیتروژن ۱۴,۰۱	۸ O اکسیژن ۱۶,۰۰	۹ F فلورین ۱۹,۰۰	۱۰ Ne نئون ۲۰,۱۸
۳	۱۱ Na سدیم ۲۳,۹۹	۱۲ Mg منیزیم ۲۴,۳۱											۱۳ Al آلومینیم ۲۶,۹۸	۱۴ Si سیلیسیم ۲۸,۰۹	۱۵ P فسفر ۳۰,۹۷	۱۶ S گوگرد ۳۲,۰۷	۱۷ Cl کلر ۳۵,۴۵	۱۸ Ar آرگون ۳۹,۹۵
۴	۱۹ K پتاسیم ۳۹,۱۰	۲۰ Ca کلسیم ۴۰,۰۸	۲۱ Sc اسکاندیم ۴۴,۹۶	۲۲ Ti تیتانیم ۴۷,۸۷	۲۳ V وانادیم ۵۰,۹۴	۲۴ Cr کروم ۵۲,۰۰	۲۵ Mn منگنز ۵۴,۹۴	۲۶ Fe آهن ۵۵,۸۵	۲۷ Co کبالت ۵۸,۹۳	۲۸ Ni نیکل ۵۸,۶۹	۲۹ Cu مس ۶۳,۵۵	۳۰ Zn روی ۶۵,۳۹	۳۱ Ga گالیم ۶۹,۷۲	۳۲ Ge ژرمانیم ۷۲,۶۴	۳۳ As آرسنیک ۷۴,۹۲	۳۴ Se سلنیم ۷۸,۹۶	۳۵ Br برم ۷۹,۹۰	۳۶ Kr کریپتون ۸۳,۸۰
۵	۳۷ Rb روبیدیم ۸۵,۴۷	۳۸ Sr استرانسیم ۸۷,۶۲	۳۹ Y ایترویم ۸۸,۹۱	۴۰ Zr زیرکونیم ۹۱,۲۲	۴۱ Nb نیوبیم ۹۲,۹۱	۴۲ Mo مولیبدن ۹۵,۹۴	۴۳ Tc تکنسیم -	۴۴ Ru روتنیم ۱۰۱,۱	۴۵ Rh رودیم ۱۰۱,۰۷	۴۶ Pd پالادیم ۱۰۶,۴۰	۴۷ Ag نقره ۱۰۷,۰۹	۴۸ Cd کادمیم ۱۱۲,۴۰	۴۹ In ایندیم ۱۱۴,۸۰	۵۰ Sn قلع ۱۱۸,۷۰	۵۱ Sb آنتیموان ۱۲۱,۸۰	۵۲ Te تلوریم ۱۲۷,۶۰	۵۳ I ید ۱۲۶,۹۰	۵۴ Xe زنون ۱۳۱,۳۰
۶	۵۵ Cs سزیم ۱۳۲,۹	۵۶ Ba باریم ۱۳۷,۳	۷۱ Lu لوتسیم ۱۷۵,۰۰	۷۲ Hf هافنیم ۱۷۸,۵	۷۳ Ta تانтал ۱۸۰,۹۰	۷۴ W تنگستن ۱۸۳,۸۰	۷۵ Re رینم ۱۸۶,۲۰	۷۶ Os اسمیم ۱۹۰,۲۰	۷۷ Ir ایریدیم ۱۹۲,۲۰	۷۸ Pt پلاتین ۱۹۵,۱	۷۹ Au طلا ۱۹۷,۰۰	۸۰ Hg جیوه ۲۰۰,۶۰	۸۱ Tl تالیم ۲۰۴,۳۰	۸۲ Pb سرب ۲۰۷,۲۰	۸۳ Bi بیسموت ۲۰۹,۰۰	۸۴ Po پولونیم [۲۰۹]	۸۵ At استاتین [۲۱۰]	۸۶ Rn رادون [۲۲۲]
۷	۸۷ Fr فرانسیم [۲۲۳]	۸۸ Ra رادیم [۲۲۶]	۱۰۳ Lr لورنسیم [۲۶۲]	۱۰۴ Rf رادرفوردیم [۲۶۷]	۱۰۵ Db دانبیم [۲۶۸]	۱۰۶ Sg سیبورگیوم [۲۷۱]	۱۰۷ Bh بورنیم [۲۷۲]	۱۰۸ Hs هاسیم [۲۷۷]	۱۰۹ Mt مایتنریم [۲۷۶]	۱۱۰ Ds دارمشاتیم [۲۸۱]	۱۱۱ Rg رونتگنیم [۲۸۰]	۱۱۲ Cn کوپرنسیم [۲۷۷]	۱۱۳ Nh نیهونیم [۲۸۴]	۱۱۴ Fl فلرویم [۲۸۹]	۱۱۵ Mc مکسکوویوم [۲۸۸]	۱۱۶ Lv لیورموریم [۲۹۳]	۱۱۷ Ts تتسینه [۲۹۶]	۱۱۸ Og اوگانسون [۲۹۴]
			۵۷ La لاتان ۱۳۸,۹۰	۵۸ Ce سزیم ۱۴۰,۱۰	۵۹ Pr پراسودیوم ۱۴۰,۹۰	۶۰ Nd نئودیم ۱۴۴,۲۰	۶۱ Pm پرومتیم [۱۴۵]	۶۲ Sm ساماریوم ۱۵۰,۴۰	۶۳ Eu اوروپیم ۱۵۲,۰۰	۶۴ Gd گادولینیم ۱۵۷,۳۰	۶۵ Tb تریم ۱۵۸,۹۰	۶۶ Dy دیسپرویم ۱۶۲,۵۰	۶۷ Ho هولیم ۱۶۴,۹۰	۶۸ Er اریتم ۱۶۷,۳۰	۶۹ Tm تولیم ۱۶۸,۹۰	۷۰ Yb ایتربیم ۱۷۳,۰۰		
			۸۹ Ac اکتیونیم [۲۲۷]	۹۰ Th توریم ۲۳۲,۰۰	۹۱ Pa پروتاکتینیم ۲۳۱,۰۰	۹۲ U اورانیم ۲۳۸,۰۰	۹۳ Np نپتونیم [۲۳۷]	۹۴ Pu پلوتونیم [۲۴۴]	۹۵ Am امریسیم [۲۴۳]	۹۶ Cm کوریوم [۲۴۷]	۹۷ Bk برکلیم [۲۴۷]	۹۸ Cf کالیفرنیم [۲۵۱]	۹۹ Es اینشتینیم [۲۵۲]	۱۰۰ Fm فرمیوم [۲۵۷]	۱۰۱ Md مدالیوم [۲۵۸]	۱۰۲ No نوبلیوم [۲۵۹]		

عدد اتمی — ۱  
 نام — هیدروژن  
 نماد شیمیایی — H  
 جرم اتمی میانگین — ۱/۰۰۸