

روندهای مربوط به خواص اتمی - منبع کتاب شیمی عمومی سیلبربرگ

تمام رفتارهای فیزیکی و شیمیایی عناصرها نهایتاً بر اساس آرایش های الکترونی اتمی آن ها بنا نهاده شده است. در این بخش روی برخی خواص اتم ها که به طور مستقیم به آرایش الکترونی و اثر بار هسته وابسته اند متمرکز می شویم. اهمیت این خواص به دوره ای (تناوبی) بودن آن هاست، یعنی به طور متناوب در سرتاسر جدول افزایش یا کاهش پیدا می کنند. در نتیجه مقدار نسبی آن ها اغلب قابل پیش بینی است، و اغلب تغییرات یا روندهایی را در یک گروه یا تناوب نشان می دهند که با رفتار عنصر هماهنگ است.

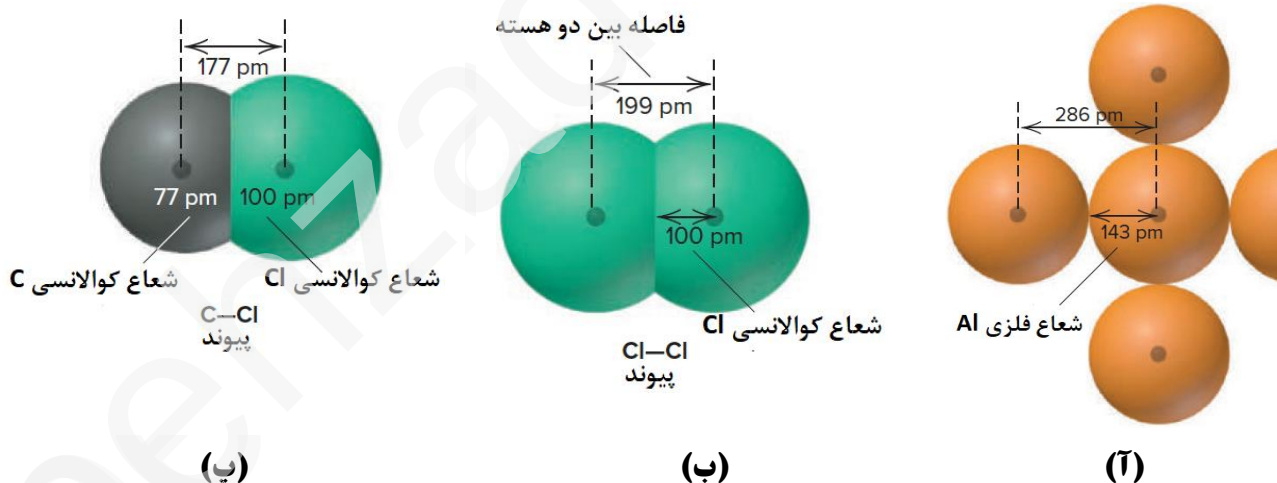
روند اندازه اتمی

قبلاً آموخته ایم که الکترون در اتم می تواند نسبتاً دور از هسته قرار گیرد، لذا معمولاً اتم را به صورت یک کره در نظر می گیریم که الکترون ها بیشتر زمان خود را در آن سپری می کنند. ولی ما اغلب اندازه اتمی را بر حسب این که اتم تا چه حد می تواند نزدیک اتم دیگر قرار گیرد، تعریف می کنیم. در عمل ما فاصله بین هسته دو اتم یکسان در نمونه ای از عنصر را در نظر می گیریم و آن را به دو تقسیم می کنیم.

شکل زیر دو تعریف متداول اندازه اتمی را نشان می دهد.

۱. شعاع فلزی عموماً برای فلزها استفاده می شود و برابر نصف فاصله بین هسته های اتم های مجاور در بلور عنصر فلز می باشد.

۲. شعاع کوالانسی برای عناصرهایی که معمولاً به صورت مولکول وجود دارند، یعنی اغلب نافلزها استفاده می شود، و برابر است با نصف فاصله بین هسته های دو اتم که با هم پیوند کوالانسی (اشتراکی) دارند.



روندهای بین عناصرهای گروه اصلی اندازه اتمی تا حد زیادی بر روی خواص اتمی تاثیر می گذارد و برای درک رفتار عنصر بسیار حساس و مهم است. شکل زیر شعاع اتمی عناصرهای گروه های اصلی را نشان می دهد. در بین عناصرهای گروه های اصلی توجه کنید که اندازه اتمی هم در یک گروه و هم در تناوب تغییر می کند. این تغییر در اندازه اتمی حاصل دو تاثیر متضاد می باشد.

۱. تغییر در n هرچه عدد کوانتومی اصلی (n) افزایش پیدا کند، احتمال این که الکترون های خارجی بیشتر وقت خود را در دورترین فاصله نسبت به هسته بگذرانند بیشتر است؛ به همین دلیل اتم ها بزرگترند.

۲. تغییر در جاذبه هسته روی الکترون های خارجی هرچه بار مثبتی که الکترون احساس می کند افزایش یابد، الکترون های خارجی بیشتر به سمت هسته کشیده می شوند. بنابر این، اتم ها کوچکتر خواهند شد.

اثر نهایی این دو تاثیر وابسته به این است که افزایش بار هسته چه تاثیری روی الکترون های لایه های داخلی دارد:

	(1)					(18)
1	H 37					He 31
		(2)				
2	Li 152	Be 112				
3	Na 186	Mg 160				
4	K 227	Ca 197				
5	Rb 248	Sr 215				
6	Cs 265	Ba 222				
7	Fr 270	Ra 220				

(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	
B 85	C 77	N 75	O 73	F 72	Ne 71
Al 143	Si 118	P 110	S 103	Cl 100	Ar 98
Ga 135	Ge 122	As 120	Se 119	Br 114	Kr 112
In 167	Sn 140	Sb 140	Te 142	I 133	Xe 131
Tl 170	Pb 146	Bi 150	Po 168	At 140	Rn 140

۱. در پایین یک گروه n غالب است هرچه به طرف پایین گروه برویم، هر عنصر یک تراز (لایه الکترونی) بیشتر از الکترون های داخلی دارد، که به طور بسیار موثری الکترون های خارجی را پوشش می دهد. اگرچه با افزایش تعداد پروتون ها (عدد اتمی)، جاذبه هسته روی الکترون های خارجی برای هر عنصر در گروه به تدریج زیاد می شود، اما اتم ها در نتیجه افزایش n به تدریج بزرگتر می شوند. به طور کلی شعاع اتمی در یک گروه از بالا به پایین افزایش می یابد.

۲. در یک تناوب هرچه در طول یک تناوب عنصرهای گروه های اصلی پیش برویم، الکترون ها به یک سطح خارجی افزوده می شوند، لذا پوشش حاصل از الکترون های داخلی تغییر نمی کند. چون الکترون های خارجی به طور ضعیفی یک دیگر را پوشش می دهند، اثر بار هسته روی الکترون های خارجی به طور قابل ملاحظه ای بالا می رود، و در نتیجه بیشتر به هسته نزدیک می شوند. به طور کلی شعاع اتمی در تناوب از چپ به راست کاهش می یابد.

مسئله نمونه مرتب کردن عناصر بر مبنای اندازه اتمی

فقط با استفاده از جدول دوره ای هر یک از مجموعه عنصرهای اصلی زیر را به ترتیب کاهش اندازه اتمی مرتب کنید.

(آ) Ca , Mg , Sr

(ب) K , Ga , Ca

(پ) Br , Rb , Kr

(ت) Sr , Ca , Rb

راهکار برای مرتب کردن عناصر بر اساس اندازه اتمی، آن ها را در جدول دوره ای پیدا می کنیم. این عناصر اصلی هستند، به همین دلیل اندازه آن ها به طرف پایین گروه افزایش و در امتداد تناوب کاهش پیدا می کند.

پاسخ

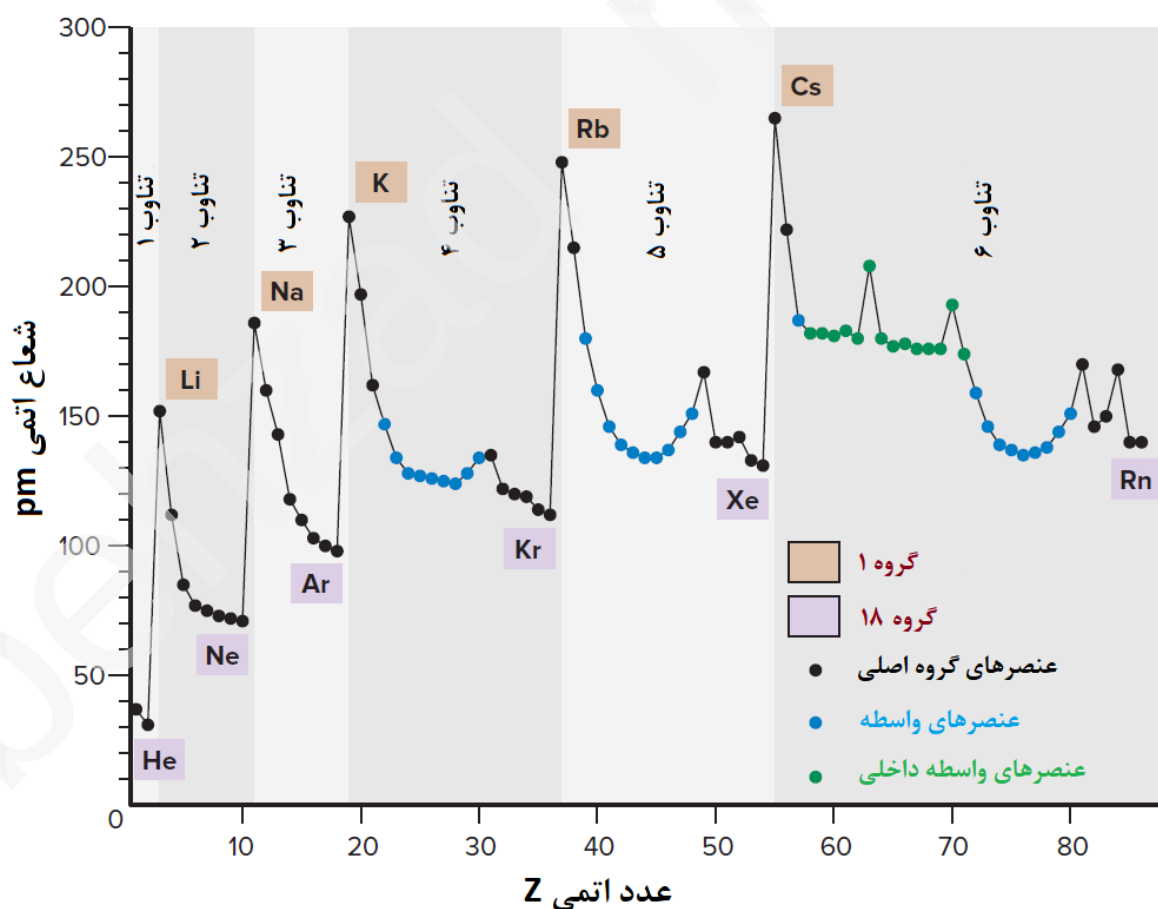
آ) $Sr > Ca > Mg$. این سه عنصر در گروه ۲ می باشند و اندازه آن ها به طرف پایین گروه افزایش می یابد.
 ب) $K > Ca > Ga$. این سه عنصر در تناوب ۴ می باشند و اندازه آن ها در امتداد تناوب کاهش می یابد.
 پ) $Rb > Br > Kr$. Rb بزرگترین است، زیرا یک لایه الکترونی بیشتر دارد، و در منتهی سمت چپ قرار دارد. Kr از Br کوچکتر است، زیرا Kr در منتهی سمت راست در تناوب ۴ واقع است.
 ت) $Rb > Sr > Ca$. Ca کوچکترین است، زیرا، یک لایه الکترونی کمتر دارد. Sr از Br کوچکتر است، چون در منتهی سمت راست قرار دارد.

مسئله تکمیلی فقط با استفاده از جدول دوره ای، عناصری هر مجموعه را بر اساس افزایش اندازه مرتب کنید.

ب) I, Xe, Ba

آ) Se, Br, Cl

روند تناوبی در اندازه اتمی شکل زیر تغییر اندازه اتمی بر حسب افزایش عدد اتمی را نشان می دهد. به الگوی تکرار شونده بالا و پایین توجه کنید، همچنان که اندازه اتمی در امتداد یک تناوب تا گاز نجیب کاهش می یابد، و پس از آن تا فلز قلیایی که شروع کننده تناوب بعدی است، افزایش پیدا می کند. (فقط اندازه گروه های اصلی را بررسی کنید).



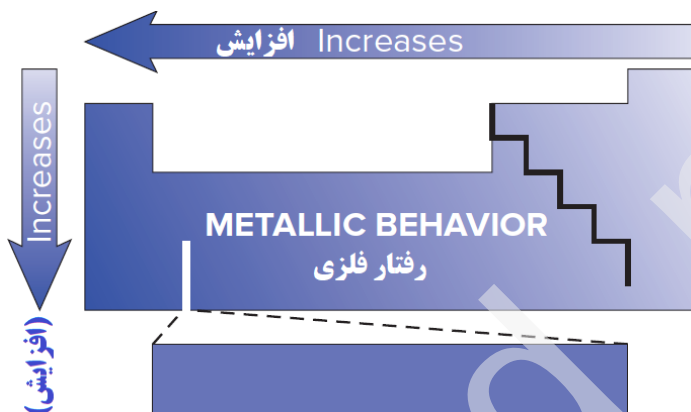
ساختار اتمی و فعالیت شیمیایی

هدف اصلی ما در بحث خواص اتمی این است که این خواص بر رفتار عنصرها تاثیر می گذارند. در ادامه این بخش ملاحظه خواهید کرد که چگونه اندازه اتمی به رفتار فلزی و نافلزی عنصرها تاثیر می گذارد و نوع یونی را که یک عنصر می تواند تشکیل دهد، را تعیین می کند.

روندهای مربوط به رفتار فلزی

عنصرها را بر اساس اختلاف در خواص در سه گروه کلی دسته بندی می کنند.

- فلزها در سمت چپ و سه چهارم قسمت پایین جدول دوره ای قرار گرفته اند. (در کتاب شیمی یازدهم گفته شده در سمت چپ و میانه جدول قرار دارند). عموماً جامدهای براق با نقطه ذوب های متوسط و بالا و رساناهای الکتریکی و گرمایی خوبی می باشند، و می توان آن ها را به صورت ورقه و سیم در آورد، و تمایل به از دست دادن الکترون به نافلزها دارند.



- نافلزها در قسمت بالای یک چهارم سمت راست راست جدول قرار دارند. عموماً براق نیستند، نقطه ذوب های پایین دارند، رسانای گرمایی و الکتریکی ضعیف می باشند. اغلب جامدهایی خرد شونده و یا گاز می باشند و تمایل دارند از فلزها الکترون دریافت کنند.
- شبه فلزها در ناحیه بین فلزها و نافلزها قرار گرفته و خواصی بین آن ها دارند.

بدین ترتیب، رفتار فلزی در جدول دوره ای از چپ به راست کاهش و از بالا به پایین افزایش پیدا می کند. ولی مهم است تصور کنیم که خواص یک عنصر ممکن است دقیقاً در طبقه بندی ما قرار نگیرد.

به عنوان مثال، نافلز کربن در شکل گرافیت یک رسانای الکتریکی خوب است. ید، نافلزی دیگر جامدی براق است. گالیم و سزیم فلزهایی هستند که در دماهایی پایین تر از دمای بدن ما ذوب می شوند، (نقطه ذوب گالیم و سزیم کمتر از دمای بدن انسان 37°C است). و جیوه در دمای اتاق مایع است، و آهن کاملاً ترد و شکننده است. با وجود چنین استثنائاتی، می توان تعمیم ها و جمع بندی های متعددی در باره رفتار فلزی و نافلزی ارائه کرد.

تمایل نسبی به از دست دادن الکترون

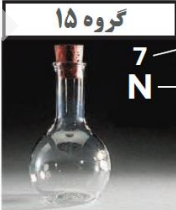
فلزها در واکنش های شیمیایی تمایل دارند الکترون از دست بدهند، زیرا جاذبه هسته روی الکترون های خارجی آن ها کم است.

۱. در گروه های اصلی به سمت پایین افزایش رفتار فلزی در پایین گروه ها در رفتار شیمیایی و فیزیکی عنصرهای گروه های ۱۳ تا ۱۶ بسیار واضح و آشکار است. برای مثال عنصرهای گروه ۱۵ را مورد توجه قرار دهید. در این جا تغییر آنقدر زیاد است که از نظر یون های تک اتمی عنصرهای بالای گروه تمایل به تشکیل آنیون و عنصرهای پایین گروه تمایل

به تشکیل کاتیون دارند. نیتروژن (N)، نافلز گازی است و فسفر (P) نافلز جامد است. هر دو آنیون های -۳ در ترکیب های یونی خود دارند. آرسنیک (As) و آنتیموان (Sb) شبه فلزند، که بیشتر خواص فلزی دارد؛ هیچ کدام به آسانی یون تشکیل نمی دهند. بیسموت (Bi) بزرگترین عنصر گروه نمونه ای از یک فلز است و اکثراً ترکیب های یونی تشکیل می دهد که در آن ها کاتیون به صورت $3+$ می دهد. حتی در گروه ۲ که کلاً شامل فلزها است، تمایل به تشکیل کاتیون به طرف پایین گروه افزایش می یابد.

۲. در امتداد یک تناوب همچنان که در امتداد تناوب پیش برویم، از دست دادن الکترون مشکل تر می شود، و گرفتن الکترون آسان تر می گردد. بنابر این از نظر تشکیل یون های تک اتمی، عنصرهای واقع در سمت چپ تمایل به تشکیل کاتیون و عنصرهای سمت راست تمایل به تشکیل آنیون دارند. نمونه ای از کاهش در رفتار فلزی در طول یک تناوب، در بین عنصرهای تناوب سوم دیده می شود. سدیم و منیزیم فلزند، سدیم وقتی تازه در زیر نفت بریده می شود براق است، ولی آنقدر سریع در واکنش با O_2 در هوا الکترون به اکسیژن می دهد که به سرعت با تشکیل اکسید سطح آن کدر می شود. آلومینیم از نظر خواص فیزیکی آن فلزی است و یون Al^{3+} تشکیل می دهد. سیلیسم یک شبه فلز براق است که به صورت یون تک اتمی وجود ندارد. متداول ترین شکل فسفر یک نافلز مومی سفید است که در برخی از ترکیب های آن یون P^{3-} تشکیل می دهد. گوگرد نافلز زرد رنگ خرد شونده است که در اغلب ترکیب های خود یون سولفید S^{2-} ایجاد می کند. کلر دو اتمی (Cl_2) یک نافلز گازی زرد - سبز رنگ است که به خوبی الکترون کسب می کند و در طبیعت به صورت یون Cl^- وجود دارد.

گروه ۱۵

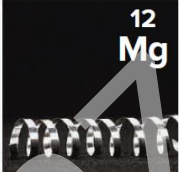


عدد اتمی
7
N
نماد شیمیایی عنصر

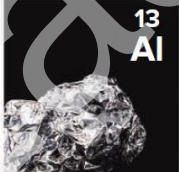
11
Na



12
Mg



13
Al



14
Si



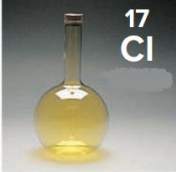
15
P



16
S



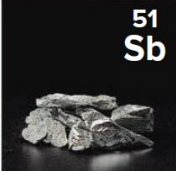
17
Cl



33
As



51
Sb



83
Bi



روند تغییر خاصیت فلزی در گروه ۱۵ و دوره ۳

با حرکت به پایین از N به Bi خاصیت فلزی افزایش می یابد.

با حرکت در امتداد دوره سوم از Na به Cl خاصیت فلزی کاهش می یابد.

تمرین های پایانی درس

۱. قانون تناوبی را بیان کنید و وابستگی آن را به آرایش الکترونی شرح دهید. (در توضیح خود از Na و K استفاده کنید).
۲. آیا در گروه های اصلی، آرایش الکترونی الکترون های خارجی مشابه است یا متفاوت؟ در یک دوره چطور؟ شرح دهید.
۳. عنصرهای هر یک از مجموعه های زیر را بر حسب اندازه اتمی از کم به زیاد مرتب کنید.
 (آ) Rb, K, Cs (ب) C, O, Be (پ) Cl, K, S (ت) Mg, K, Ca
۴. سه تفاوت بین عنصرهای فلزی و نافلزها بنویسید.
۵. در هر قسمت انتظار دارید کدام عنصر خاصیت فلزی بیشتری داشته باشد؟
 (آ) Ca یا Rb (ب) Mg یا Ra (پ) Br یا I
۶. در هر قسمت انتظار دارید کدام عنصر خاصیت فلزی کمتری داشته باشد؟
 (آ) Sb یا As (ب) Si یا P (پ) Be یا Na
۷. در هر قسمت نام عنصری که شرح داده شده را بنویسید.
 (آ) کوچکترین اندازه اتمی در گروه ۱۶
 (ب) بزرگترین اندازه اتمی در دوره ۴
 (پ) کمترین خاصیت فلزی در دوره ۳
 (ت) بیشترین خاصیت فلزی در گروه ۱۵
۸. برای هر یک از اتم هایی که آرایش الکترونی آن ها در زیر آورده شده است، کدام یک بزرگترند؟
 (آ) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ (ب) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$
۹. چرا در یک دوره از جدول تناوبی از چپ به راست، شعاع اتمی کاهش می یابد؟
۱۰. عنصرهای گروه ۱۶ را در نظر بگیرید. در این گروه عنصر ۱۱۶ یک عنصر ساختگی است. در مورد شعاع اتمی این عنصر در مقایسه با عنصرهای دیگر گروه چه پیش بینی می کنید.
۱۱. هر یک از مجموعه عنصرهای زیر را بر حسب شعاع اتمی از زیاد به کم مرتب کنید.
 (آ) فلزهای قلیایی خاکی (ب) گازهای نجیب (پ) عنصرهای اصلی تناوب سوم
 (ت) C, Si, Sn و Pb

یون های فلز واسطه – منبع کتاب شیمی عمومی براون

چون انرژی لازم برای جدا کردن الکترون از اتم به سرعت با جدا شدن هر الکترون افزایش می یابد، انرژی شبکه ترکیب های یونی معمولاً به اندازه ای است که بتواند انرژی مورد نیاز برای جدا کردن فقط تا سه الکترون از اتم را تامین کنند. بنابر این، در ترکیب های یونی فقط کاتیون هایی با بار $1+$ ، $2+$ ، یا $3+$ پیدا می شود. به هر حال، بیشتر فلزهای واسطه، بیشتر از سه الکترون بعد از آرایش گاز نجیب (در لایه های درونی) دارند. برای مثال، نقره، آرایش الکترونی $4d^{10} 5s^1 [Kr]$ دارد. فلزهای گروه ۱۱ (Cu, Ag, Au) اغلب یون $1+$ می دهند (به عنوان مثال در $AgCl$ و $CuBr$). در تشکیل یون Ag^+ ، زیرلایه $5s$ خالی می شود، و زیرلایه $4d$ به طور کامل پر باقی می ماند. همانند این مثال، فلزهای واسطه معمولاً یون هایی با آرایش گاز نجیب نمی سازند. اگرچه قاعده هشتایی مفید است، اما برای این عناصر به طور آشکار محدودیت دارد. می دانیم هنگامی که یک یون مثبت از اتم آن تشکیل می شود، الکترون ها همیشه از زیرلایه با مقدار بزرگتر n جدا می شوند. بنابر این، در تشکیل یون، فلزهای واسطه نخست الکترون های لایه ظرفیت s خود را از دست می دهند، سپس، تعداد لازم از الکترون های d تا رسیدن به بار یون جدا می شود. برای نمونه، در تشکیل یون Fe^{2+} از اتم Fe ، که آرایش الکترونی $4s^2 3d^6 [Ar]$ دارد، دو الکترون $4s$ جدا می شوند و به آرایش الکترونی $3d^6 [Ar]$ می رسد. با جدا شدن بیشتر الکترون برای تشکیل یون Fe^{3+} ، آرایش الکترونی به $3d^5 [Ar]$ می رسد.

تمرین های پایانی درس

- آرایش الکترونی هر یک از فلزهای واسطه زیر را بنویسید.

Ni (آ)	Cd (ب)	Cr (پ)	Zn (ت)
----------	----------	----------	----------
- آرایش الکترونی یون های زیر را بنویسید، و تعیین کنید کدام یون آرایش گاز نجیب دارد؟

Be^{2+} (a)	Mn^{2+} (b)	Cd^{2+} (c)	Cr^{3+} (d)	In^+ (e)	I^- (f)
---------------	---------------	---------------	---------------	------------	-----------
- آرایش الکترونی یون های زیر را بنویسید، و تعیین کنید کدام یون آرایش گاز نجیب دارد؟

Cr^{2+} (a)	V^{3+} (b)	Ni^{2+} (c)	Pd^{2+} (d)	Ge^{2+} (e)	Ba^{2+} (f)
---------------	--------------	---------------	---------------	---------------	---------------
- آرایش الکترونی هر یک از یون های واسطه زیر را بنویسید.

Sc^{3+} (آ)	Fe^{2+} (ب)	Co^{2+} (پ)	Zn^{2+} (ت)
---------------	---------------	---------------	---------------
- آرایش الکترونی هر یک از اتم ها و یون های واسطه زیر را بنویسید.

Ti (آ)	Ti^{2+}	Ti^{4+}
Cr (پ)	Cr^{2+}	Cr^{3+}
Cu (ث)	Cu^+	Cu^{2+}
- بار کاتیون فلز واسطه را در هر یک از ترکیب های زیر تعیین کنید.

$Co(CN)_3$ (آ)	K_2FeCl_6 (ب)	$(NH_4)_2FeSO_4$ (پ)	K_2PtCl_4 (ت)
----------------	-----------------	----------------------	-----------------
- تعیین کنید در هر جفت ترکیب داده شده، آیا یون های فلزی در هر دو گونه آرایش الکترونی d^n یکسان دارند؟

Cr در $CrCl_3$ و Fe در $FeCl_3$ (آ)	Zn در $ZnSO_4$ و Sn در $Sn(OH)_4$ (ب)
V در V_2O_5 و Sc در $ScBr_3$ (پ)	Cu در Cu_2O و Ag در Ag_2O (ت)

رقابت فلزها برای واکنش پذیری – منبع کتاب آموزش شیمی کمبریج

وقتی فلزها با هم رقابت می کنند

می دانید که فلزها می توانند با هم رقابت داشته باشند. اجازه دهید ببینیم وقتی آن ها با دیگر فلزها، و با کربن، برای تشکیل ترکیب هایشان رقابت می کنند، چه اتفاقی می افتد.

۱ رقابت با کربن



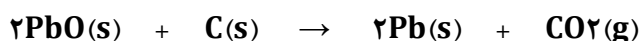
وقتی مخلوط منیزیم اکسید MgO با کربن گرما داده می شود، واکنشی انجام نمی گیرد. بنابراین باید، واکنش پذیری منیزیم بیشتر از کربن باشد.

وقتی سرب (II) اکسید PbO با کربن گرما داده می شود، سرب مذاب و گاز کربن دی اکسید تولید می شود. بنابراین، واکنش پذیری کربن بیشتر از سرب است.

واکنش پذیری آن ها از کربن بیشتر است	کلسیم
	آلومینیم
	کربن
واکنش پذیری آن ها از کربن کمتر است	روی
	آهن
	مس

اکسید فلزهای مقابل نیز آزمایش شده اند. دو فلز کلسیم و آلومینیم، واکنش پذیری بیشتری از کربن دارند. سایر فلزها یعنی، روی، آهن و مس، نسبت به کربن واکنش پذیری کمتری دارند.

معادله واکنش با سرب (II) اکسید به صورت زیر است.



کربن دی اکسید + سرب $\rightarrow$ کربن + سرب (II) اکسید

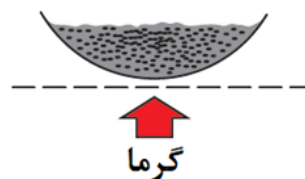
سرب اکسیژن از دست می دهد: سرب کاهش می یابد. کربن عامل کاهنده است. این واکنش از نوع اکسایش – کاهش است.

واکنش پذیری کربن از برخی فلزها بیشتر است. کربن می تواند اکسیدهای این فلزها را کاهش دهد و فلز تولید شود.

۲ رقابت با سایر فلزها برای اکسیژن



پیشرفت واکنش با تولید گرما همراه است.
مخلوط مشتعل می شود. آهن (II) اکسید و
مس تشکیل می شوند. آهن برنده می شود.



مقداری پودر آهن با مس (II) اکسید
CuO. گرما داده می شوند. آهن می تواند
اکسیژن را از مس (II) اکسید بگیرد.

Zn روی	فلز بالاتر، اکسیژن را از اکسید فلزهای پایین تر می گیرد
Fe آهن	
Pb سرب	
Cu مس	

فلزهای دیگر به روش مشابه مقایسه می شوند. این مقایسه
واکنش پذیری را نشان می دهد.

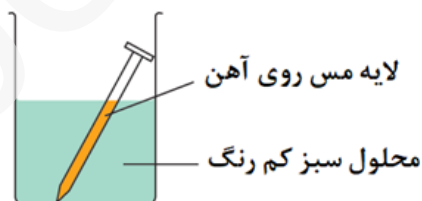
بر اساس این آزمایش، آهن، روی و سرب همگی از مس واکنش پذیر تر هستند. معادله واکنش با آهن به صورت زیر است.



آهن عامل کاهنده فعال تری است، اکسیژن را می گیرد.

هر فلز، اکسید فلزهای پایین تر از خود را کاهش می دهد. واکنش کاهش همیشه با تولید گرما همراه است. واکنش
گرماده است.

۳ رقابت برای تشکیل یون در محلول



مس به زودی آهن را می پوشاند. وقتی یون های آهن
(II) تولید می شوند، محلول سبز رنگ می شود،
آهن، مس را از محلول خارج می کند.

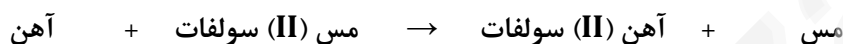
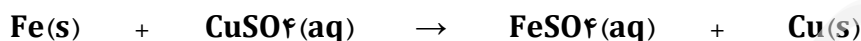


محلول مس (II) سولفات دارای یون های آبی رنگ
مس (II) و یون های سولفات است. میخ آهنی
درون محلول قرار می گیرد. چه روی خواهد داد؟

Zn روی	 وقتی فلز در محلول ترکیب فلزهای پایین تر از خود قرار گیرد، جانشین فلزهای پایین تر از خود می شود
Fe آهن	
Pb سرب	
Cu مس	

وقتی فلزها و محلول های دیگر نیز به همین شکل مقایسه شوند، نتیجه، جدول مقابل خواهد بود. از مقایسه جایگاه فلزها در جدول، به چه نتیجه ای می رسید؟

دوباره مثل قبل، آهن در مقابل مس، پیروز می شود. آهن جانشین مس در محلول مس (II) سولفات می شود.



به همین شکل، فلزهای دیگر، جانشین فلزهای با واکنش پذیری کمتر از خود می شوند.

یک فلز، جانشین فلزی با واکنش پذیری کمتر از خود در محلولی از ترکیب آن می شود.

تمرین های پایانی درس

۱ در واکنش بین کربن و سرب (II) اکسید، کدام ماده اکسید می شود؟

۲ (آ) انتظار دارید هنگامی که پودر کربن با هر یک از مواد زیر گرما داده می شود، چه رخ دهد؟

(I) کلسیم اکسید (II) روی اکسید

(ب) توضیح دهید واکنشی که در قسمت (آ) انجام می گیرد، نشان دهنده واکنش پذیری بیشتر کدام ماده است؟

۳ هنگامی که کروم (III) اکسید با پودر آلومینیم گرما داده می شود، فلز کروم و آلومینیم اکسید تولید می شود. بر این اساس شرح دهید واکنش پذیری کروم بیشتر است یا آلومینیم؟

۴ در واکنش آهن با مس (II) سولفات، آهن جانشین مس می شود. توضیح دهید جانشین شدن آهن به جای مس در این واکنش چه چیز را نشان می دهد؟

۵ هنگامی که یک مفتول مسی درون محلول بی رنگ نقره نیترات قرار داده می شود، بلورهای ریز نقره روی مفتول مسی تشکیل می گردد، و محلول به تدریج رنگ آبی می گیرد. تغییرهای ایجاد شده در این واکنش را توضیح دهید.

۶ برای واکنش شرح داده شده در سوال (۵):

(آ) نیم واکنش هایی را بنویسید که انتقال الکترون را نشان دهد.

(ب) معادله یونی واکنش انجام شده را بنویسید.

چیدن عناصرها کنار یک دیگر، سری واکنش پذیری

ما می توانیم از نتایج به دست آمده از دو آزمایش آخر برای قرار دادن فلزها بر اساس واکنش پذیری، با قرار دادن واکنش پذیرترین فلز در ابتدای لیست، استفاده کنیم. این لیست به نام سری واکنش پذیری نامیده می شود. (جدول زیر)

سری واکنش پذیری		
فلزهای بالای خط آبی: کربن نمی تواند آن ها را از اکسیدشان کاهش دهد	بیشترین واکنش پذیری	پتاسیم، K
		سدیم، Na
		کلسیم، Ca
		منیزیم، Mg
فلزهای بالای خط قرمز: آن ها با هیدروژن اسیدی جانشین می شوند	افزایش واکنش پذیری	آلومینیم، Al
		کربن، C
		روی، Zn
		آهن، Fe
کمترین واکنش پذیری		سرب، Pb
		هیدروژن، H ₂
		مس، Cu
		نقره، Ag
		طلا، Au

نافلزهای کربن و هیدروژن نیز در این سری قرار دارند. این سری کامل نیست، البته، شما می توانید فلزهای دیگری را نیز بررسی کنید، برای مثال، قلع و نیکل و پلاتین، و آن ها را در مکان خود در جدول قرار دهید.

مطالبی که باید در مورد سری واکنش پذیری به خاطر بسپاریم

- ۱ سری واکنش پذیری در واقع یک لیست از فلزها است که بر اساس تشکیل یون مثبت، با لایه پایدار بیرونی تهیه شده است. هر اتمی آسان تر الکترون از دست بدهد، فلز واکنش پذیری بیشتری دارد.
- ۲ همچنین یک فلز، می تواند با ترکیب فلز غیر فعال تر از خود واکنش دهد (برای مثال، یک اکسید، یا یک نمک محلول). فلز با واکنش پذیری کمتر را از ترکیب خارج می کند و خود جانشین آن می شود.
- ۳ فلز با واکنش پذیری بیشتر، ترکیب های پایدارتری تشکیل می دهد. این ترکیب ها به آسانی تجزیه نمی شوند.
- ۴ فلز دارای واکنش پذیری بیشتر، سخت تر از سنگ معدن خود استخراج می شود، زیرا، ترکیب های پایدارتری می سازد. برای فلزهای با فعالیت شیمیایی بسیار زیاد نیاز به روش های دشوار تجزیه مانند برقکافت (الکترولیز) است.
- ۵ فلزهای با فعالیت شیمیایی کم، تمایل کمتری به تشکیل ترکیب دارند. این به ما می گوید که چرا مس، نقره و طلا در

پوسته زمین به صورت عنصر یافت می شوند. فلزهای دیگر همواره به صورت ترکیب وجود دارند.



❖ مس به عنوان پوشش استفاده می شود، زیرا فلزی واکنش پذیر نیست. اما با گذشت زمان به تدریج یک لایه آبی - سبز، مس (II) کربنات روی آن تشکیل می شود.



❖ جایگاه فلزها در سری واکنش پذیری، راهنمایی برای کاربرد آنها است. برای ساخت سکه فقط از فلزهای با واکنش پذیری کم استفاده می شود.

تمرین های پایانی درس

- ۱ (آ) لیست فلزها در سری واکنش پذیری، درست است.
- (ب) موقعیت این فلزها را در جدول دوره ای عناصر تعیین کنید.
- (پ) فلزهای کدام دو گروه در جدول دوره ای عناصر، بیشترین فعالیت شیمیایی را دارند؟
- (ت) موقعیت فلزهای موجود در سری واکنش پذیری، در جدول دوره ای عناصر چگونه است؟
- ۲ چرا عنصر منیزیم به حالت آزاد در طبیعت یافت نمی شود؟
- ۳ طلا هزاران سال پیش از آلومینیم کشف شده است. دلیلی برای این موضوع بنویسید.
- ۴ کدام ترکیب، منیزیم نیترات یا نقره نیترات، به آسانی در حضور گرما تجزیه می شود؟

شیمی آلی منبع کتاب شیمی عمومی وایتن

شیمی آلی مطالعه ترکیب های دارای کربن است که دارای پیوندهای C - C و C - H، و همچنین تعداد کمی عنصرهای دیگر مثل اکسیژن، نیتروژن، فسفر و هالوژن ها هستند. چرا علاقه مندیم رفتار عنصرها را در یک شاخه مستقل از علم شیمی بررسی کنیم؟ پاسخ، این دو مورد است: (۱) تعداد زیادی ترکیب های دارای کربن به جز ترکیب های کربن دار که جزو ترکیب های آلی نیستند وجود دارد. (بیش از ۲۰ میلیون ترکیب آلی شناخته شده است)، و (۲) مولکول های دارای کربن می توانند بسیار بزرگ و پیچیده باشند (مولکول متان دارای پنج اتم در مولکول خود و DNA دارای ده میلیون اتم در مولکول خود هستند).

واژه عمومی آلی "organic" برای توصیف ترکیب های که منشاء آن ها گیاهان یا جانوران بودند استفاده می شد. و واژه غیر آلی "inorganic" برای توصیف ترکیب هایی از مواد معدنی استفاده می شد. امروزه تعداد زیادی از ترکیب های آلی از مواد غیر آلی ساخته می شوند.

ما در همه جنبه های زندگی مان با ترکیب های آلی مواجه هستیم. تمام حیات مبنی بر رابطه متقابل پیچیده هزاران ماده آلی از ترکیب های ساده همانند شکر، آمینو اسیدها و چربی ها تا تعداد زیادی ترکیب های پیچیده همانند آنزیم ها که نقش کاتالیزگر را در واکنش های شیمیایی حیاتی دارند و مولکول های بزرگ DNA، که حمل کننده های داده های ژنتیکی از یک نسل به نسل بعدی هستند. غذایی که می خوریم (به همراه تعداد زیادی افزودنی ها)؛ لباسی که می پوشیم؛ پلاستیک ها و پلیمرهایی که در همه جا هستند؛ داروهایی که سلامتی مان را تامین می کنند؛ کاغذی که روی آن می نویسیم؛ سوختی که مصرف می کنیم؛ تعداد زیادی از سموم، آفت کش ها، رنگ ها، صابون ها و شوینده ها همگی جزو ترکیب های آلی هستند.

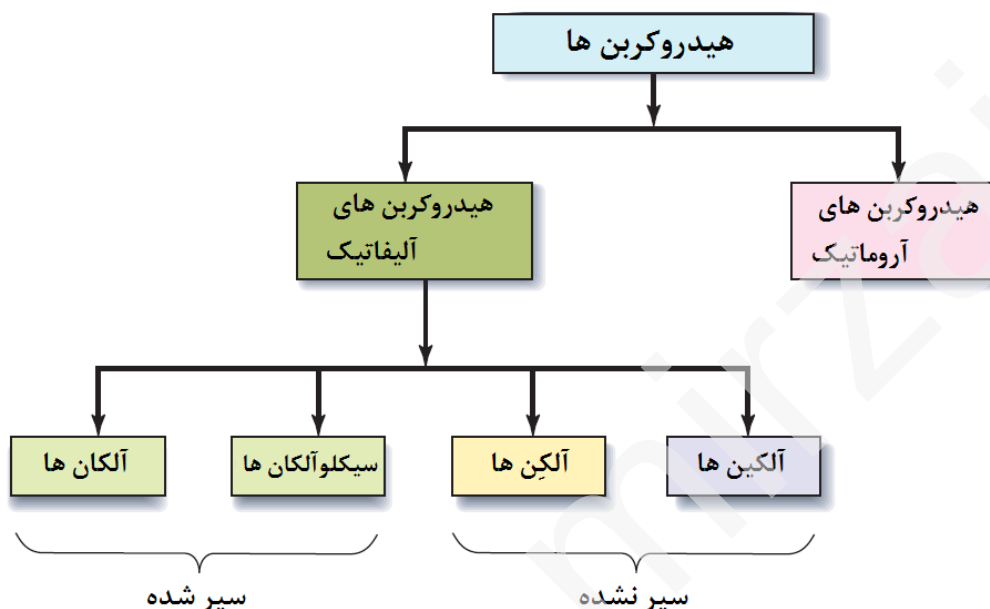
بیشتر مردم فکر می کنند نفت و گاز طبیعی فقط منابعی برای سوخت هستند، اما بیشتر مواد سنتزی آلی فقط از این دو منبع تهیه می شوند. بیش از نیمی از ۵۰ ماده آلی رایج ترکیب های آلی هستند که از این روش تهیه می شوند. در واقع، ممکن است یک روز نفت و گاز طبیعی گرانبهاتر از موادی باشند که از آن ها ساخته می شوند. اگر چنین باشد، ما ممکن است در تعلل در توسعه منابع انرژی های جایگزین، مادامی که مقدار زیادی نفت و گاز طبیعی موجود در سوخت ها را می سوزانیم تاسف زیادی بخوریم.

اتم کربن در لایه بیرونی خود چهار الکترون با آرایش $1s^2 2s^2 2p^2$ دارد. کربن می تواند با تشکیل چهار پیوند کوالانسی به آرایش پایدار برسد. هر اتم کربن می تواند پیوندهای یگانه، دوگانه یا سه گانه تشکیل دهد. کربن در میان عنصرها منحصر به فرد است به طوری که با اتم های مشابه خودش پیوند تشکیل می دهد و ترکیب های مختلف تشکیل می دهد. پیوند بین عنصرهای مشابه به ندرت در بین اتم های دیگر رخ می دهد. اتم های کربن همچنین می توانند زنجیرهای بلند، زنجیرهای شاخه دار و حلقه با خودشان تشکیل دهند. تعداد زیادی از ترکیب های متنوع کربن شناخته شده اند. اگرچه میلیون ها ترکیب های آلی شناخته شده اند، عنصرهای سازنده آن ها تعداد کمی شامل: C و H؛ اغلب N، O، S، P و هالوژن ها؛ و برخی عنصرهای دیگر هستند. تعداد زیاد و تنوع ترکیب های آلی به دلیل ساختارهای بسیار متفاوت، یا آرایش اتم ها، امکان پذیر است. خواص شیمیایی و فیزیکی ترکیب های آلی به ساختار مولکولی آن ها وابسته است. بنابراین، درک ساختار و پیوندها اساس تقسیم بندی و درک شیمی آلی است.

مولکول های آلی بر پایه پیوندهای کربن - کربن و کربن - هیدروژن بنا نهاده شده اند. برخی ترکیب های آلی فقط دارای دو عنصر C و H هستند، این ترکیب ها هیدروکربن نامیده می شوند. هیدروکربن های دارای حلقه بنزنی، هیدروکربن های آروماتیک نامیده می شوند. آن هایی که حلقه بنزنی ندارند، هیدروکربن های آلیفاتیک نامیده می شوند. هیدروکربنهای

آلیفاتیک نامیده می شوند. هیدروکربن های آلیفاتیک که فقط پیوندهای یگانه دارند، هیدروکربن های سیر شده نامیده می شوند و آن هایی که پیوند دوگانه یا سه گانه دارند، هیدروکربن های سیر نشده نامیده می شوند. این تقسیم بندی در نمودار زیر نشان داده شده است.

گروه عاملی آرایش خاصی از اتم ها در یک مولکول آلی است که برخی ویژگی های رفتار شیمیایی (واکنش ها) در ترکیب به آن وابسته است. مولکول های متفاوت که دارای گروه عاملی مشابه، رفتار شیمیایی مشابه دارند.



هیدروکربن های سیر شده آلکان ها

هیدروکربن های سیر شده، یا آلکان ها، ترکیب هایی هستند که هر اتم کربن در آن ها با چهار اتم دیگر پیوند داده است. سیکلوآلکان ها هیدروکربن های سیر شده ای هستند که دارای اتم های کربن متصل به یک دیگر برای تشکیل حلقه هستند.

هر اتم H در یک هیدروکربن فقط با یک اتم C پیوند دارد. هیدروکربن های سیر شده فقط دارای پیوندهای یگانه هستند. نفت و گاز طبیعی بیشتر از هیدروکربن های سیر شده تشکیل شده اند. ساده ترین آلکان متان CH_4 است. اتان C_2H_6 . ساده ترین هیدروکربن سیر شده بعدی است. ساختار آن کاملاً مشابه متان است. دو اتم کربن یک جفت الکترون به اشتراک گذاشته اند. پروپان C_3H_8 ، سومین عضو خانواده آلکان ها است.

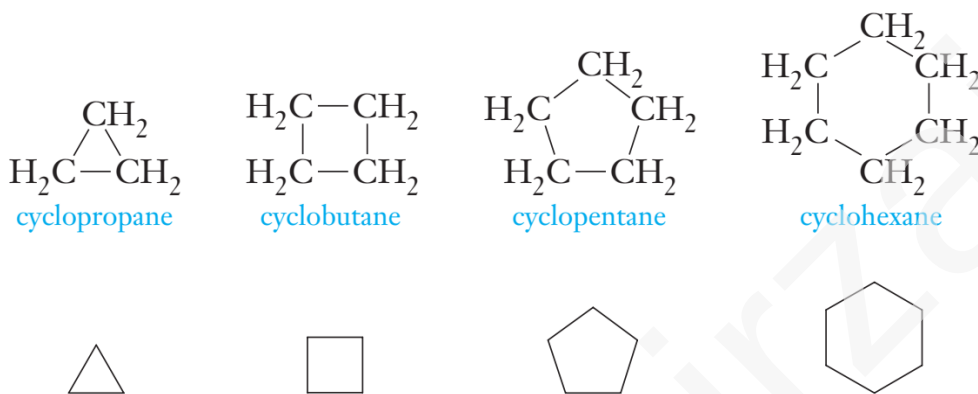
فرمول آلکان ها، چه راست زنجیر یا زنجیر شاخه دار، می تواند به صورت کلی $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ نوشته شود، که n تعداد اتم های کربن را در مولکول نشان می دهد. پنج عضو نخستین سری آلکان ها عبارتند از:

C_5H_{12}	C_4H_{10}	C_3H_8	C_2H_6	CH_4	
۵	۴	۳	۲	۱	تعداد اتم های کربن = n
۱۲	۱۰	۸	۶	۴	تعداد اتم های هیدروژن = $2n + 2$

تفاوت فرمول هر آلکان با آلکان بعدی یک گروه CH_2 است.

سیکلوآلکان ها

هیدروکربن های حلقوی سیر شده، یا سیکلوآلکان ها، دارای فرمول عمومی C_nH_{2n} هستند. سیکلوآلکان ها اغلب به صورت ساختار اسکلتی ساده شده نشان داده می شوند، که در آن هر تقاطع بین دو خط یک اتم C را نشان می دهد؛ می دانیم که به هر اتم کربن به تعداد کافی اتم H متصل است تا، کربن چهار پیوند داشته باشد. چهار سیکلوآلکان نخست، همراه با ساختار اسکلتی ساده شده آن ها در زیر نشان داده شده اند.



هیدروکربن های سیر نشده

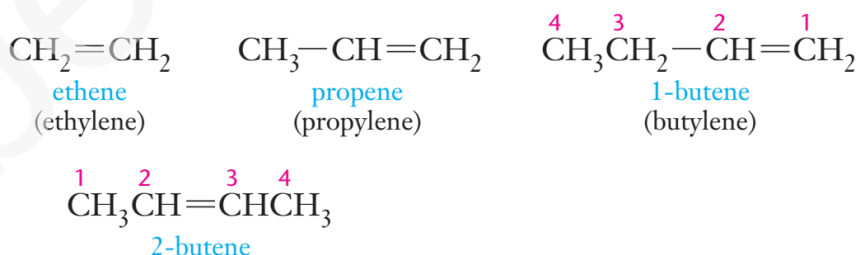
هیدروکربن های سیر نشده شامل سه دسته از هیدروکربن ها هستند: (۱) آلکن ها و همتای حلقوی آن ها، سیکلوآلکن ها؛ (۲) آلکین ها و سیکلوآلکین ها؛ و (۳) هیدروکربن های آروماتیک

آلکن ها

ساده ترین آلکن ها دارای یک پیوند دوگانه کربن - کربن، $C=C$ ، در مولکول خود هستند. فرمول عمومی سیکلوآلکن های غیر حلقوی C_nH_{2n} است. کوچکترین عضو خانواده آلکن ها اِتن، C_2H_4 می باشد که معمولاً، با نام رایج اِتیلن خوانده می شود.

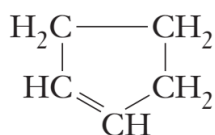
ریشه نام هر آلکن از آلکان با تعداد اتم های کربن برابر گرفته می شود که، در بلندترین زنجیر آن پیوند دوگانه وجود دارد. در روش معمولی نام گذاری به ریشه زنجیر اصلی پسوند -ایلن داده می شود. در روش نام گذاری آیوپاک، به ریشه نام زنجیر اصلی پسوند -ن اضافه می شود.

در زیر نام برخی از آلکن ها به هر دو روش را مشاهده می کنید.



روش آیوپاک
(روش معمولی)

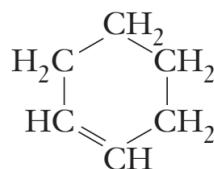
سیکلوآلکن ها با فرمول عمومی C_nH_{2n-2} نشان داده می شوند. دو سیکلوآلکن به همراه ساختار اسکلتی آن ها در زیر نشان داده شده است.



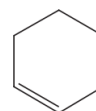
or



cyclopentene



or



cyclohexene

ساختارهای اسکلتی چگونه رسم می شوند.

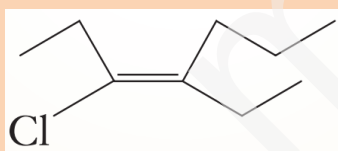
با استفاده از قواعد زیر می توان ساختارهای اسکلتی را رسم کرد.

۱. فرض می شود، اتم های کربن در فصل مشترک دو خط و در انتهای خط قرار دارند. پیوند کربن - کربن به وسیله یک خط نشان داده می شود.

۲. به دلیل این که هر اتم کربن چهار پیوند تشکیل می دهد. فرض می کنیم به هر اتم کربن چهار اتم هیدروژن با چهار پیوند متصل است.

۳. به جز اتم های کربن و هیدروژن، سایر اتم ها با نماد شیمیایی خود نشان داده می شوند.

در زیر ساختار اسکلتی ۳-کلرو - ۴-اتیل - ۳-هپتن نشان داده شده است.



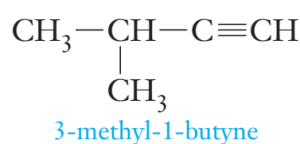
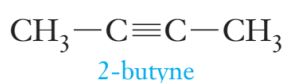
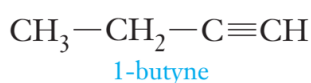
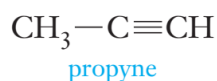
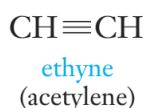
فرمول مولکولی این هیدروکربن، $\text{C}_9\text{H}_{17}\text{Cl}$ می باشد.

آلکین ها

آلکین ها یا هیدروکربن های استیلنی، دارای یک یا بیشتر پیوند سه گانه کربن - کربن $\text{C} \equiv \text{C}$ - هستند. آلکین های غیر حلقه ای با یک پیوند سه گانه دارای فرمول عمومی $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ می باشند.

روش نام گذاری آلکین ها مشابه آلکن ها است، با این تفاوت که در انتها به ریشه نام زنجیر اصلی پسوند "ین" اضافه می شود. نخستین عضو خانواده آلکین ها نام معمولی استیلن را دارد. فرمول مولکولی استیلن C_2H_2 است. استیلن از نظر ترمودینامیکی پایدار نیست و با افزودن هیدروژن ابتدا به اتن و پس از آن به اتان تبدیل می شود.

فرمول خلاصه شده چند آلکین ها سبک عبارتند از:



موقعیت پیوند سه گانه در زنجیر اصلی بر گروه های استخلافی تقدم دارد. به همین دلیل در نام گذاری شماره کوچکتری می گیرد.

هیدروکربن های آروماتیک

در حالت کلی کلمه آروماتیک برای مواد معطر به کار می رود. این کلمه امروزه بنزن، مشتقات بنزن، و برخی ترکیب های دیگر که خواص شیمیایی مشابه آن دارند را توصیف می کند. برخی از هیدروکربن های آروماتیک بوی نامطبوع دارند زیرا روی حلقه بنزنی گروه های استخلافی وجود دارد.

امروزه تولید فولاد به مقداری زیادی کُک نیاز دارد. تهیه فولاد با دادن گرمای زیاد به بیتومینه (نوعی زغال سنگ) در غیاب هوا همراه است. این فرایند همچنین منجر به تولید گاز زغال سنگ و قطران زغال سنگ می شود. در این فرایند مقدار زیادی از زغال سنگ به کُک تبدیل خواهد شد، در این مرحله قطران زغال سنگ نیز به مقدار زیاد تولید می شود. منشاء تولید ترکیب های آروماتیک همین فرایند است. از هر تَن زغال سنگ که به کُک تبدیل می شود، حدود ۵ کیلوگرم ترکیب های آروماتیک به دست می آید. امروزه تصفیه نفت خام منبع مهم هیدروکربن های آروماتیک است.

❖ اجزای اصلی گاز زغال سنگ هیدروژن ($\approx 50\%$) و متان ($\approx 30\%$) می باشند.

اولین تحقیقات روی واکنش های هیدروکربن های آروماتیک به روش های بسیار متنوع در آن زمان برمی گردد. داروها، چاشنی های غذایی، مواد معطر، مواد منفجره، و به تازگی تعداد زیادی مواد پلیمری، همچون پلاستیک ها و الیاف، از این ترکیب ها تهیه شده اند.

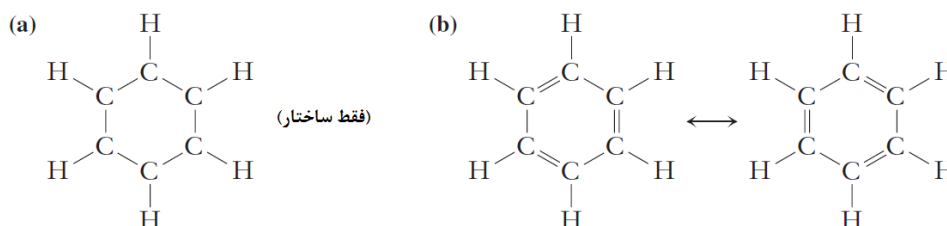
❖ از تقطیر قطران زغال سنگ ترکیب های آروماتیک گوناگونی تولید می شود.

بنزن

بنزن ساده ترین هیدروکربن آروماتیک است. با بررسی واکنش های آن، می توانیم مقدار زیادی در باره هیدروکربن های آروماتیک بیاموزیم. بنزن در سال ۱۸۲۵ میلادی به وسیله میشل فارادی هنگامی که روغن نهنگ را برای تهیه گاز روشنائی تقطیر جز به جز می کرد کشف شد.

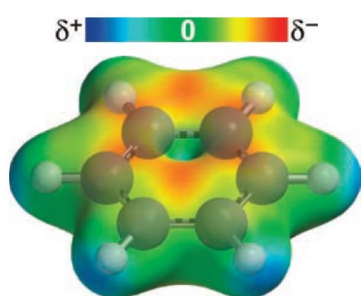
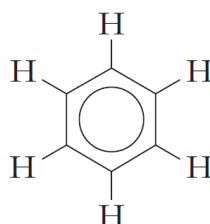
تجزیه عنصری و تعیین وزن مولکولی نشان داد فرمول مولکولی بنزن C_6H_6 است. این فرمول نشان می دهد بنزن یک ترکیب با سیر نشدگی زیاد است. اما خواص آن کاملاً با آلکن ها و آلکین ها متفاوت است.

در واقع در بیشتر واکنش های بنزن فقط یک فراورده تک استخلافی به دست می آید و نمی تواند در واکنش افزایشی فراورده ای تولید کند که نشان می دهد بنزن قطعاً یک ساختار حلقوی متقارن دارد. با وجود تفاوت در موقعیت، هر اتم H با دیگر اتم های H ، معادل است و این فقط در یک ساختار حلقوی متقارن امکان پذیر است. (a)



گفتگو در مورد ساختار و پیوندها در بنزن برای مدت ۳۰ سال در جریان بود. در سال ۱۸۶۵ میلادی، فردریک ککوله

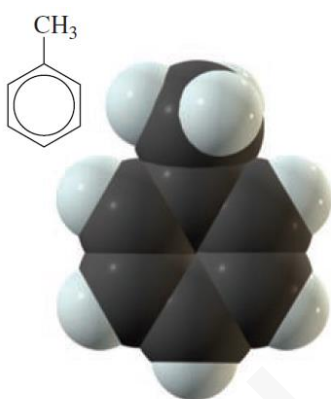
پیشنهاد داد بنزن ساختاری میانه بین دو ساختار را دارد. [قسمت (b) ساختارهای نشان داده شده در بالا] امروزه آن ها را ساختارهای رزونانسی می نامیم. اغلب بنزن را به صورت زیر نشان می دهیم.

مدل تهیه شده کامپیوتری مولکول بنزن C_6H_6 

یا به صورت ساده تر



همه ۱۲ اتم در مولکول بنزن در یک صفحه قرار دارند.



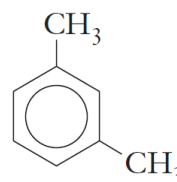
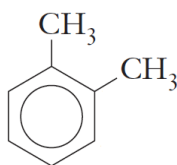
مدل مولکول تولوئن $C_6H_5CH_3$
 یک مشتق بنزن که در آن یک اتم H با یک گروه متیل جایگزین شده است



مدل مولکول
 بنزن C_6H_6

سایر هیدروکربن های آروماتیک

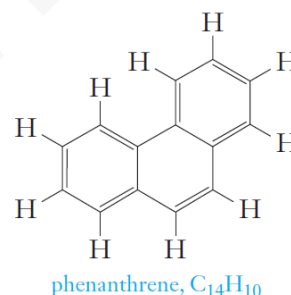
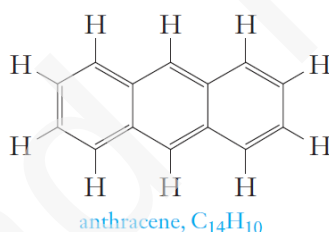
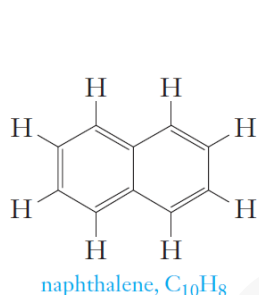
مولکول های بنزن که دارای آلکیل استخلافی هستند، آلکیل بنزن نامیده می شوند. ساده ترین آن ها متیل بنزن (نام رایج آن تولوئن است) در زیر نشان داده شده است. دی متیل بنزن زایلن نامیده می شود. سه ترکیب مختلف با فرمول $C_6H_4(CH_3)_2$ وجود دارد. این ها سه نوع ایزومر ساختاری زایلن هستند.



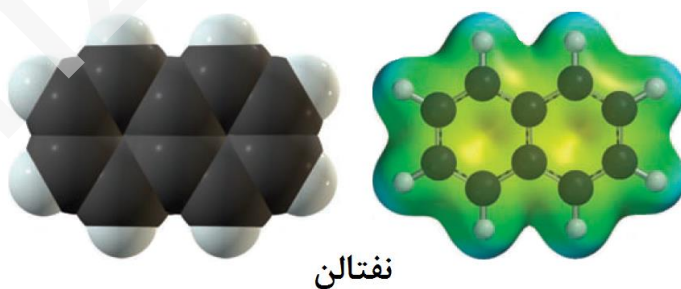
هیدروکربن های آروماتیک موجود در قطران زغال سنگ

نام	فرمول	نقطه جوش (°C)	نقطه ذوب (°C)	انحلال پذیری
بنزن	C_6H_6	۸۰	+۶	همگی در آب نامحلول هستند
تولوئن	$C_6H_5CH_3$	۱۱۱	-۹۵	
اورتو-زایلن	$C_6H_4(CH_3)_2$	۱۴۴	-۲۷	
متا-زایلن	$C_6H_4(CH_3)_2$	۱۳۹	-۴۸	
پارا-زایلن	$C_6H_4(CH_3)_2$	۱۳۸	+۱۳	
نفتالین	$C_{10}H_8$	۲۱۸	+۸۰	
آنتراسن	$C_{14}H_{10}$	۳۴۲	+۲۱۸	
فنانترین	$C_{10}H_{14}$	۳۴۰	+۱۰۱	

از دیگر هیدروکربن های آروماتیک، سیستم های آروماتیک فشرده یا حلقه های جوش خورده هستند. ساده ترین این نوع ترکیب ها نفتالین، آنتراسن، و فنانترین می باشند.



هیچ اتم هیدروژنی به اتم های کربن در جایی که حلقه های آروماتیک جوش خورده اند، متصل نیست. در آن جا اتم های کربن که قسمتی از دو حلقه آروماتیک یا بیشتر را تشکیل داده اند وجود دارد.

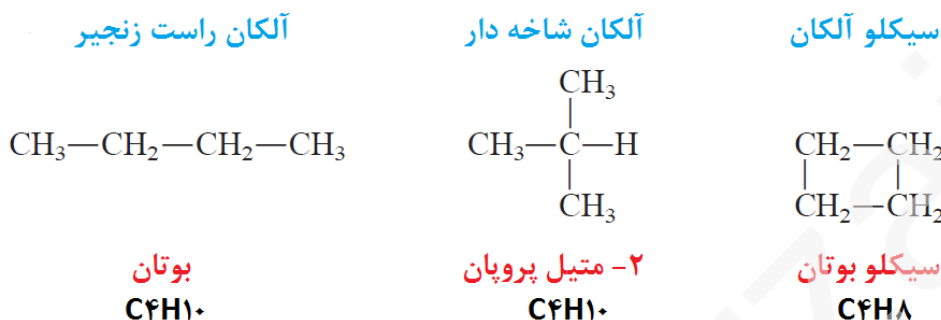


تمرین های پایانی درس

۱. با توجه به این که هیدروکربن ها فقط از دو نوع عنصر کربن و هیدروژن ساخته شده اند، به چه دلیل تعداد ترکیب های هیدروکربن بسیار زیاد است؟
۲. چرا بیشتر هیدروکربن ها نقطه ذوب و جوش پایین دارند؟
۳. تعیین کنید هر یک از هیدروکربن های زیر، در کدام دسته: آلکان، آلکن و یا آلکین ها قرار دارند.
(آ) $C_{12}H_{24}$ (ب) C_7H_{12} (پ) $C_{13}H_{28}$
۴. هیدروکربن ها را تعریف کنید. سیکلوآلکان ها را تعریف کنید. فرمول عمومی آلکان ها را بنویسید.
۵. (آ) هیدروکربن های زنجیری چه نوع هیدروکربن هایی هستند؟ (ب) هیدروکربن های شاخه دار چه نوع هیدروکربن هایی هستند؟ برای هر کدام سه مثال با رسم ساختار بیاورید.
۶. (آ) گروه های آلکیل چه هستند؟ (ب) ساختار پنج گروه آلکیل زنجیری که از متان تا پنتان مشتق می شوند را رسم کنید و نام آن ها را بنویسید.
۷. آیا ترکیبی با فرمول مولکولی C_3H_8 می تواند یک سیکلوآلکان باشد؟ آیا ترکیبی با فرمول مولکولی C_3H_8 می تواند یک هیدروکربن شاخه دار که در آن یک گروه متیل به زنجیر اصلی متصل شده است، باشد؟
۸. نام هیدروکربنی با فرمول مولکولی C_7H_{16} که فقط از یک زنجیر اصلی بدون شاخه تشکیل شده است را بنویسید.
۹. (آ) سیکلوآلکان ها چه نوع ترکیب هایی هستند؟ (ب) فرمول عمومی سیکلوآلکان ها چیست؟ (پ) سه مثال از سیکلوآلکان ها را رسم کنید و نام آن ها را بنویسید.
۱۰. کدام یک از ترکیب های زیر آلکن است؟ کدام یک می تواند سیکلوآلکان نیز باشد؟
(آ) C_2H_4 (ب) C_5H_{10} (پ) $C_{14}H_{30}$ (ت) C_7H_8
۱۱. (آ) آلکین ها چه نوع ترکیب هایی هستند؟ (ب) فرمول عمومی آلکین ها را بنویسید.
۱۲. (آ) تفاوت بین یک هیدروکربن آروماتیک با هیدروکربن های حلقوی دیگر چیست؟
(ب) منبع اصلی تهیه هیدروکربن های آروماتیک چیست؟
۱۳. دو گروه متیل ($-CH_3$) می توانند جانشین دو اتم هیدروژن در حلقه بنزن شوند، و سه ایزومر با فرمول مولکولی C_8H_{10} ، تولید کنند. فرمول ساختاری فشرده این سه ایزومر را رسم کنید.

آلکان های راست زنجیر و شاخه دار – منبع کتاب شیمی آلی ولهارد

گروه های عاملی در مولکول های آلی عموماً به یک زنجیر هیدروکربنی ساخته شده از پیوندهای یگانه متصل می باشند. مولکول های دارای فقط پیوندهای یگانه کربن و هیدروژن و فاقد گروه های عاملی آلکان ها نامیده می شوند. این ترکیبات به چند نوع، بر اساس ساختمان آن ها، دسته بندی می شوند: آلکان های زنجیر مستقیم خطی؛ آلکان های شاخه دار، که در آن ها زنجیر کربنی حاوی یک یا چند نقطه انشعاب است و آلکان های حلقوی، یا سیکلو آلکان ها.

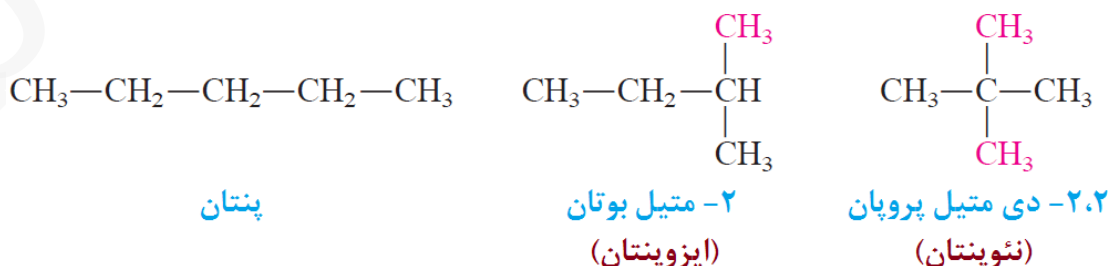
**آلکان ها یک سری هومولوگ (ترکیب های مشابه) را تشکیل می دهند**

در آلکان های زنجیر مستقیم هر کربن به دو کربن مجاور و دو هیدروژن متصل است. دو کربن ابتدایی و انتهایی استثنا هستند، چون فقط به یک کربن و سه اتم هیدروژن متصل هستند. فرمول های کلی متعددی برای این سری می توان نوشت: $\text{H}-(\text{CH}_2)_n-\text{H}$. هر عضو این سری از عضو قبلی با افزایش یک گروه متیلن $-\text{CH}_2-$ تفاوت دارد. مولکول هایی که به این ترتیب به هم مربوط می شوند، هومولوگ یک دیگر (*homos*، یونانی، همانند) و این سری، یک سری هومولوگ است. متان CH_4 ($n=1$) اولین عضو سری هومولوگ آلکان ها است. اتان C_2H_6 ($n=2$) دومین و به همین ترتیب.

آلکان های شاخه دار، ایزومرهای ساختمانی آلکان های راست زنجیر می باشند

آلکان های شاخه دار از سیستم زنجیر مستقیم با حذف یک اتم هیدروژن از یک گروه متیلن و جایگزینی آن با یک گروه آلکیل حاصل می شوند. آلکان های شاخه دار و زنجیر مستقیم دارای فرمول تجربی یکسان $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ می باشند. کوچکترین آلکان شاخه دار ۲- متیل پروپان است که با بوتان C_4H_{10} دارای یک فرمول مولکولی می باشد. (به همین دلیل با هم ایزومرند).

برای هومولوگ آلکان بزرگ تر ($n > 4$)، بیش از دو ایزومر ممکن است. سه ایزومر برای پنتان C_5H_{12} وجود دارد که در زیر نشان داده شده است. برای هگزان C_6H_{14} ، پنج ایزومر، برای هپتان C_7H_{16} نه ایزومر و برای اوکتان C_8H_{18} هیجده ایزومر وجود دارد.

ایزومرهای پنتان

تعداد احتمال ها در متصل کردن n کربن به یک دیگر و به $2n+2$ اتم هیدروژن اطراف، با افزایش n به میزان قابل ملاحظه

ای افزایش می یابد.

در جدول زیر تعداد احتمال های آلکان های ایزومر برای چند آلکان آورده شده است.

جدول تعداد احتمال های آلکان های ایزومر C_nH_{2n+2}												
N	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
هومولوگ	۱	۱	۱	۲	۳	۵	۹	۱۸	۳۵	۷۵	۴۳۴۷	۳۶۶۳۱۹

تمرین

آ) ساختار پنج ایزومر هگزان را رسم کنید.

ب) تمام ایزومرهای ممکن را برای آلکانی با فرمول مولکولی C_7H_{16} (ایزومرهای هپتان)، رسم کنید و نام هر یک را بنویسید.

خواص ساختاری و فیزیکی آلکان ها

ساختار آلکان ها در یک فضای سه بعدی چگونه است؟ ظاهر فیزیکی آن ها چگونه است و خواص فیزیکی آن ها چیست؟

آلکان ها ساختارهای مولکولی و خواص منظمی از خود نشان می دهند

چهره ساختاری آلکان ها به طور قابل ملاحظه ای منظم است. اتم های کربن چهار وجهی هستند با زوایای پیوندی $109^\circ C$ و با طول پیوندهای منظم $C-H (\approx 1/10 \text{ \AA})$ و $C-C (\approx 1/54 \text{ \AA})$. نظم و ترتیب در ساختار آلکان ها پیشنهاد می کند که ثابت های فیزیکی یک روند قابل پیش بینی را آشکار می سازند. مسلماً بررسی ارقام و داده های فیزیکی، افزایش های تدریجی منظمی را در طول سری های هومولوگ نشان می دهد. مثلاً در دمای اتاق ($25^\circ C$) هومولوگ های پایین تر آلکان ها گازی یا مایعات بی رنگ می باشند، هومولوگ های بالاتر، جامدهای مومی شکل هستند. از پنتا دکان به ازای هر افزایش CH_2 ، نقطه جوش $30^\circ C - 20^\circ C$ افزایش می یابد.



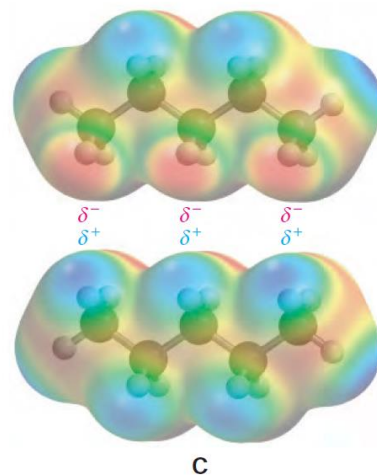
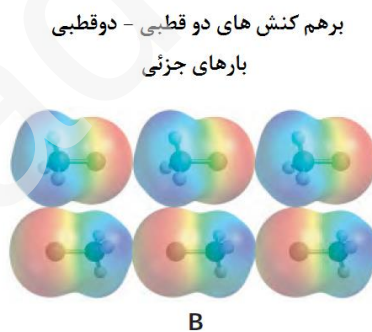
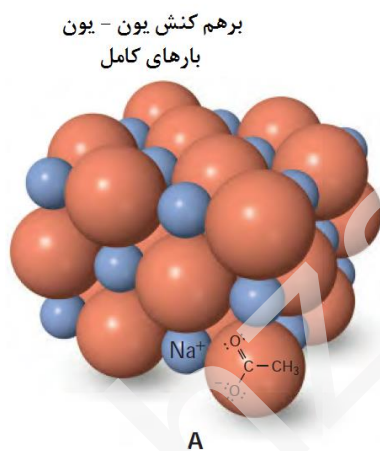
نیروهای جاذبه بین مولکول ها خواص فیزیکی آلکان ها را کنترل می کنند

چرا یک چنین روندی وجود دارد؟ به علت نیروهای بین مولکولی یا نیروهای واندرالس این اثرات وجود دارند. مولکول ها انواع نیروهای جاذبه را بر روی یک دیگر اعمال می کنند و این عمل باعث می شود که به حالتی نظم یافته به شکل مایع و یا جامد، تجمع حاصل کنند. اکثر اجسام جامد به صورت بلورهای بسیار منظم و مرتب می باشند. ترکیب های یونی، مثل نمک ها، عمدتاً از طریق نیروهای کولمبی، به سختی در شبکه بلوری نگه داشته شده اند. مولکول های غیر یونی ولی قطبی، مثل کلرومتان (CH_3Cl)، از طریق اثرات متقابل ضعیف تر دو قطبی - دو قطبی، که منشا کولمبی دارند، به هم جذب می شوند. نهایتاً آلکان های ناقطبی از طریق نیروهای لوندون (دو قطبی های لحظه ای)، که ناشی از ارتباط الکترونی هستند، به یک دیگر جذب می شوند. در توضیح ساده این اثر، آلکان ها به صورت ابرهای الکترونی در نظر گرفته می شوند. وقتی یک مولکول آلکان به دیگری نزدیک می شود، الکترون های دو مولکول روی یک دیگر اثر گذاشته و شروع به مرتبط کردن حرکت های خود می کنند. این ارتباط به جاذبه منجر می شود. شکل زیر تصویر ساده ای از جاذبه های یونی، دو قطبی و لوندون (دو قطبی لحظه ای) ارائه کرده است، آن ها را با هم مقایسه کنید.

نیروهای لوندون بسیار ضعیف اند، بر خلاف نیروهای کولمبی که با مجذور فاصله بین دو بار تغییر می کنند، نیروهای لوندون به میزان فاصله بین یون ها به توان شش کم می شوند. برای نزدیک شدن مولکول ها به یک دیگر نیز یک حدی وجود دارد. در فاصله کم، دافعه های هسته - هسته و الکترون - الکترون بر نیروهای جاذبه غلبه می کنند.

نیروهای لوندون:

توزیع غیر یکنواخت بارهای الکتریکی



(A) جاذبه های کولمبی در ترکیب های یونی: سدیم استات بلوری (NaCH_3COO). (B) اثرات متقابی دو قطبی در کلرومتان جامد (CH_3Cl). مولکول های قطبی طوری قرار می گیرند که جاذبه های کولمبی برقرار شوند. (C) نیروهای لوندون در پنتان بلوری. در این تصویر ساده شده، ابرهای الکترونی کلاً به صورت مجازی طوری بر هم اثر می گذارند که بارهای جزئی با علامت مخالف ایجاد می کنند. توزیع بار در دو مولکول، همان گونه که الکترون ها به ارتباط دادن حرکت هایشان ادامه می دهند، به طور مداوم تغییر می کند.

چگونه ثابت های فیزیکی عناصرها و ترکیب ها را می توان به حساب این نیروها گذاشت؟ جواب این است که برای ذوب کردن جامد و یا جوشاندن مایع انرژی، به صورت گرما لازم است. مثلاً برای این که بتوان ترکیبی را ذوب کرد، باید بر نیروهای جاذبه مسئول حالت بلورین غلبه کرد. در یک ترکیب یونی نظیر سدیم استات، نیروهای بین یونی قوی گرمای بالایی (324°C) لازم دارند تا ترکیب ذوب شود. در آلکان ها نقطه ذوب با افزایش اندازه مولکول افزایش می یابد: مولکول

های با سطح نسبتاً زیاد، جاذبه های لوندونی بیشتری را اعمال می کنند. اما، این نیروها نسبتاً ضعیف می باشند. و حتی آلکان های با وزن مولکولی بالا دارای نقطه ذوب پایین هستند. مثلاً آلکان های زنجیر مستقیم $C_{29}H_{60}$ و $C_{31}H_{64}$ ، جامدهای مومی شکل هستند که در پوشش های حفاظتی برگ های گیاهان وجود دارند و دارای نقطه ذوب کمتر از $70^{\circ}C$ می باشند.

برای این که مولکولی از این نیروهای جاذبه در حالت مایع فرار کند و وارد فاز گازی شود، گرمای بیشتری باید به کار برده شود. مثل نقطه ذوب، نقطه جوش هم با افزایش وزن مولکولی بالا می رود: ترکیب های سنگین برای رها شدن از حالت مایع به انرژی جنبشی بیشتری نیاز دارند. نقطه جوش ترکیب ها در مواردی که نیروهای بین مولکولی نسبتاً زیاد هستند نیز، نسبتاً بالاست. این اثرات به افزایش یکنواخت نقطه جوش منجر می شود.

آلکان های شاخه دار دارای سطح کمتری نسبت به ایزومرهای زنجیر مستقیم خود می باشند. در نتیجه، نیروهای لوندون کمتری را اعمال می کنند و در حالت بلورین به خوبی نمی توانند متراکم شوند. این جاذبه کمتر به نقطه ذوب و نقطه جوش پایین تر منجر می شود.

نام گذاری آلکان ها - منبع کتاب شیمی آلی ولهارد

روش های متعدد به هم پیوستن اتم های کربن به یک دیگر و متصل کردن انواع استخلاف های گوناگون به آن ها، امکان به وجود آمدن تعداد بسیار زیاد مولکول های آلی را فراهم می سازد. این تنوع یک مشکل را به وجود می آورد: ما چگونه می توانیم به طور سیستماتیک از طریق نام گذاری، بین این ترکیب ها فرق بگذاریم؟ آیا ممکن است مثلاً تمام ایزومرهای C_6H_{14} را طوری نام گذاری کرد تا اطلاعاتی (نظیر نقطه جوش، نقطه ذوب، واکنش های شیمیایی) مربوط به هر کدام از آن ها را به آسانی بتوان از فهرست های یک کتاب راهنمای مناسب به دست آورد؟ و آیا راهی وجود دارد که ترکیبی را که هرگز ندیده ایم، طوری نام گذاری کنیم که بتوان ساختار آن را رسم کرد؟

این مسئله نام گذاری مولکول های آلی از آغاز به همراه شیمی آلی وجود داشته است. ولی روش ابتدایی از روش سیستماتیک بسیار دور است. ترکیب ها بر اساس کاشف آن ها، محل تشکیل آن ها، شکل آن ها (کوبان، مکعبی، بسکتان، سبدی)، منبع طبیعی آن ها (وانیلین) نام گذاری شده اند. بسیاری از این نام های مصطلح و یا پیش پا افتاده هنوز هم به طور وسیعی به کار گرفته می شوند. نام گذاری سیستماتیک که بر اساس آن می توان ساختمان ترکیب را توصیف کرد، اولین بار توسط کنگره شیمی در ژنو، سوئیس، در سال ۱۸۹۲ معرفی شد. این نام گذاری از آن زمان تاکنون به طور مداوم، بیشتر توسط انجمن بین المللی شیمی محض و کاربردی (IUPAC) مورد تجدید نظر و اصلاح قرار گرفته است. جدول زیر نام های سیستماتیک بیست آلکان اول راست زنجیر را ارائه می دهد. ریشه آن ها اغلب از لاتین یا یونانی سرچشمه گرفته است، که تعداد اتم کربن را در زنجیر آشکار می سازد. مثلاً نام هپتادکان مرکب از لغت یونانی هپتا *hepta*، هفت و *decan*، ده می باشد. چهار آلکان اول نام های اختصاصی دارند که به عنوان بخشی از نام گذاری سیستماتیک پذیرفته شده اند. ولی آن ها نیز دارای پسوند ان، *-ane* می باشند. بایستی این نام ها را بدانیم، زیرا اساس نام گذاری بخش عمده ای از مولکول های آلی را تشکیل می دهند.

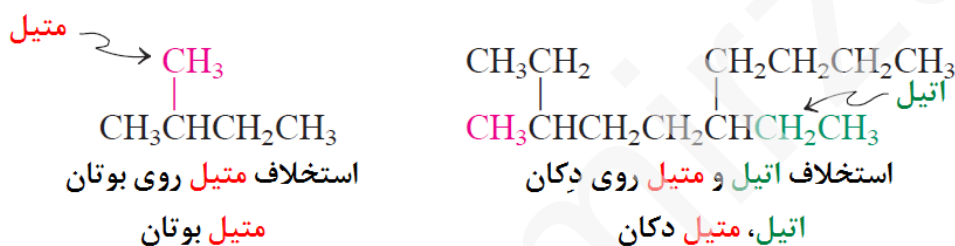
نام و خواص فیزیکی آلکان های راست زنجیر C_nH_{2n+2}					
<i>n</i>	Name	Formula	Boiling point (°C)	Melting point (°C)	Density at 20°C (g mL ⁻¹)
1	Methane	CH ₄	-161.7	-182.5	0.466 (at -164°C)
2	Ethane	CH ₃ CH ₃	-88.6	-183.3	0.572 (at -100°C)
3	Propane	CH ₃ CH ₂ CH ₃	-42.1	-187.7	0.5853 (at -45°C)
4	Butane	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	-0.5	-138.3	0.5787
5	Pentane	CH ₃ (CH ₂) ₃ CH ₃	36.1	-129.8	0.6262
6	Hexane	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH ₃	68.7	-95.3	0.6603
7	Heptane	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH ₃	98.4	-90.6	0.6837
8	Octane	CH ₃ (CH ₂) ₆ CH ₃	125.7	-56.8	0.7026
9	Nonane	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH ₃	150.8	-53.5	0.7177
10	Decane	CH ₃ (CH ₂) ₈ CH ₃	174.0	-29.7	0.7299
11	Undecane	CH ₃ (CH ₂) ₉ CH ₃	195.8	-25.6	0.7402
12	Dodecane	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ CH ₃	216.3	-9.6	0.7487
13	Tridecane	CH ₃ (CH ₂) ₁₁ CH ₃	235.4	-5.5	0.7564
14	Tetradecane	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ CH ₃	253.7	5.9	0.7628
15	Pentadecane	CH ₃ (CH ₂) ₁₃ CH ₃	270.6	10	0.7685
16	Hexadecane	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ CH ₃	287	18.2	0.7733
17	Heptadecane	CH ₃ (CH ₂) ₁₅ CH ₃	301.8	22	0.7780
18	Octadecane	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ CH ₃	316.1	28.2	0.7768
19	Nonadecane	CH ₃ (CH ₂) ₁₇ CH ₃	329.7	32.1	0.7855
20	Icosane	CH ₃ (CH ₂) ₁₈ CH ₃	343	36.8	0.7886

گروه های آلکیل از حذف یک اتم هیدروژن از یک آلکان حاصل می شوند. این گروه ها با جایگزینی پسوند **-ane** آلکان مربوطه با **-yl** نام گذاری می شوند. مثلاً در متیل، اتیل و پروپیل.



استفاده از جدول بالا این امکان را فراهم می سازد تا بتوانیم بیست آلکان راست زنجیر اول را نام گذاری کنیم. چگونه سیستم های شاخه دار را نام گذاری کنیم؟ مجموعه ای از قواعد IUPAC این کار را نسبتاً آسان می سازند. مشروط بر آن که به دقت و مرتب دنبال شوند.

قاعده ۱ آیوپاک طولانی ترین زنجیر را در مولکول پیدا کرده و آن را نام گذاری کنید. این کار آنقدرها ساده نیست. مشکل این است که در فرمول فشرده آلکان های پیچیده، طوری نوشته می شوند که هویت طولانی ترین زنجیر را مخفی می سازند. در مثال های زیر، طولانی ترین زنجیر، یا زنجیر اصلی، به روشنی نشان داده شده اند؛ زنجیر اصلی (تنه) نام مولکول را به دست می دهد. گروه های، به غیر از هیدروژن، متصل به زنجیر اصلی، استخلاف نامیده می شوند.

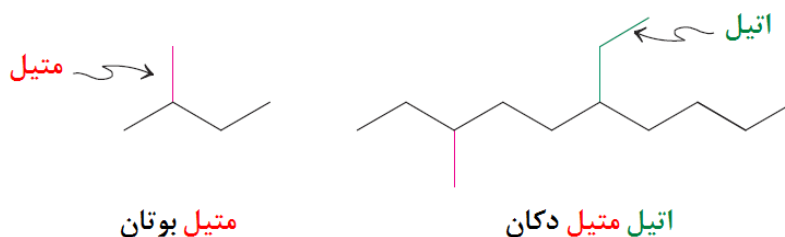


زنجیر اصلی با رنگ سیاه مشخص شده است

اگر یک مولکول دارای دو یا چند زنجیر با طول یکسان باشد، زنجیر با تعداد استخلاف بیشتر اساس زنجیر اصلی را تشکیل می دهد.



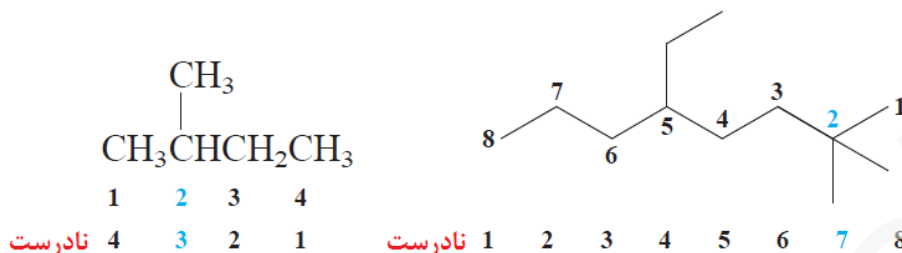
دو مثال دیگر که با استفاده از علامت پیوند - خط رسم شده اند، در زیر آمده است.



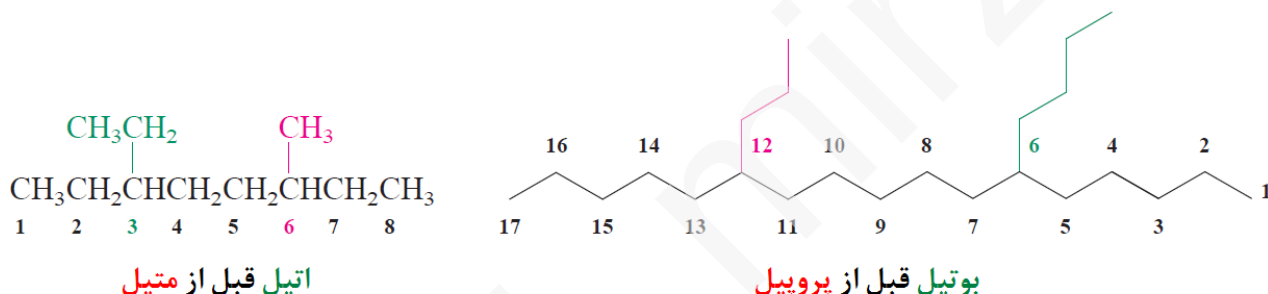
قاعده ۲ آیوپاک تمام گروه های متصل به طولانی ترین زنجیر را به صورت استخلاف آلکیل نام گذاری کنید. برای

استخلاف های با زنجیر مستقیم، از نام آلکیل استفاده می کنیم. (شرح استخلاف های پیچیده در کتاب شیمی دبیرستان نیست و در این درسنامه آورده نشده است.)

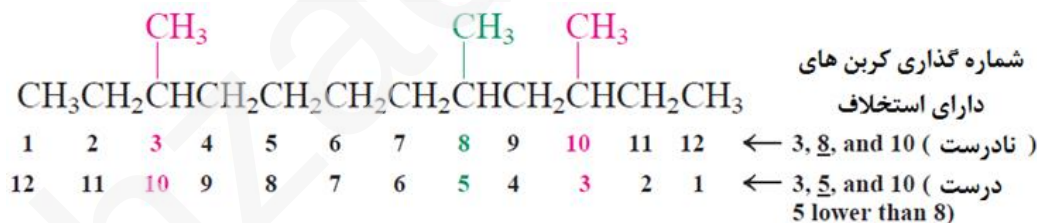
قاعده ۳ آیوپاک کربن های طولانی ترین زنجیر را از انتهایی که به استخلاف نزدیک تر است شماره گذاری کنید.



اگر دو استخلاف در فاصله یکسان از دو سر زنجیر قرار گرفته باشند، از ترتیب حروف الفبا برای شماره گذاری زنجیر اصلی استفاده کنید.



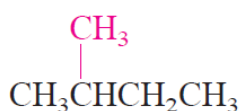
اگر سه یا چند استخلاف وجود داشته باشد، چه باید کرد؟ زنجیر را طوری شماره گذاری کنید که شماره کمتر به اولین اختلاف بین دو جهت شماره گذاری ممکن تعلق گیرد. این دستورالعمل از اصل اولین محل اختلاف پیروی می کند.



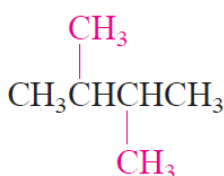
۳، ۵، ۸ - تری متیل دودکان

گروه های استخلافی را از زنجیر اصلی به طرف خارج شماره گذاری کنید. Cl را به کربنی اطلاق کنید که به زنجیر اصلی متصل است.

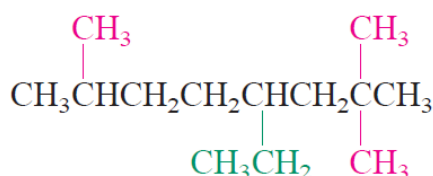
قاعده ۴ آیوپاک نام استخلاف ها را به ترتیب حروف الفبا نوشته (جلوی نام هر استخلاف، شماره کربنی که آن استخلاف به آن متصل است را نوشته و آن را با خط - به نام استخلاف متصل کنید) و سپس نام زنجیر اصلی را ذکر کنید. اگر مولکولی بیش از یک استخلاف مشخص داشته باشد، از پیشوندهای دی، تری، تترا، پنتا و غیره در جلوی نام استخلاف استفاده کنید. محل های اتصال به زنجیر اصلی را در کنار هم قبل از نام استخلاف نوشته و با کاما (،) آن ها را از هم جدا کنید. این پیشوندها در ترتیب حروف الفبا قرار نمی گیرند، مگر وقتی بخشی از نام یک استخلاف پیچیده باشند.



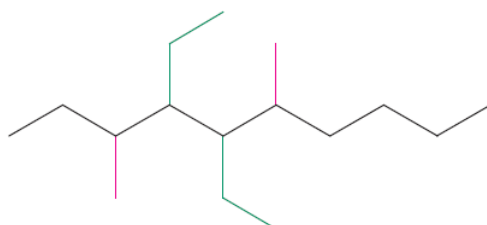
۲- متیل بوتان



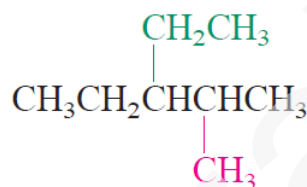
۳،۲- دی متیل بوتان



۴- اتیل ۲،۲،۷- تری متیل اوکتان



۴،۵،۶- دی اتیل - ۳- دی متیل دکان



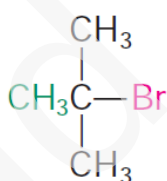
۳- اتیل - ۲- متیل پنتان

اگرچه استفاده از نام های متداول توسط IUPAC اجازه داده شده است، بهتر است از نام های سیستماتیک استفاده شود. چنین نام هایی معمولاً در پرانتز نوشته می شوند، تا از احتمال ابهام جلوگیری شود.

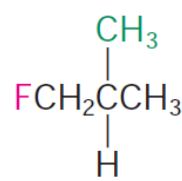
برای نام گذاری هالوآلکان ها، هالوژن را به عنوان یک استخلاف در اسکلت آلکان در نظر می گیریم. طبق معمول طولانی ترین زنجیر (تنه) به طوری شماره گذاری می شود که اولین استخلاف از انتها و یا ابتدای زنجیر کمترین شماره را دریافت کند. استخلاف ها به ترتیب حروف الفبا مرتب می شوند.



یدو متان



۲- برومو - ۲- متیل پروپان



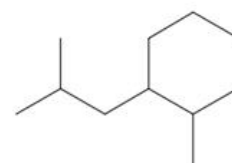
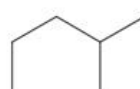
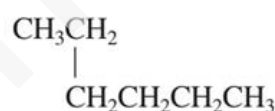
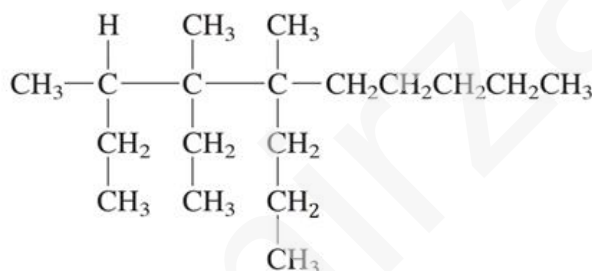
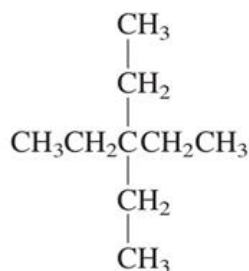
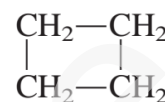
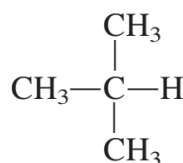
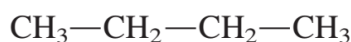
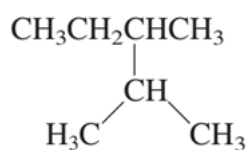
۱- فلوئورو - ۲- متیل پروپان

نام های متداول بر اساس اصطلاح قدیمی، آلکیل هالید می باشند. مثل متیل یدید (برای یدو متان). بعضی حلال های کلردار نیز نام های متداول دارند: مثلاً کربن تتراکلرید CCl_4 ، کلروفرم CHCl_3 و متیلن کلرید CH_2Cl_2 .

به طور خلاصه چهار قاعده در نام گذاری یک آلکان شاخه دار به ترتیب به کار گرفته می شود. (۱) طولانی ترین زنجیر را پیدا کنید. (۲) نام تمام گروه های آلکیل متصل به زنجیر اصلی را پیدا کنید. (۳) زنجیر اصلی را شماره گذاری کنید. (۴) سرانجام، نام استخلاف ها را به ترتیب حروف الفبا ذکر کرده، در جلوی هر استخلاف، با شماره، موقعیت آن را روی زنجیر اصلی مشخص کرده، آلکان را نام گذاری کنید.

تمرین های پایانی درس

۱ نام آیوپاک هر یک از آلکان های زیر را بنویسید.



۲ فرمول ساختاری هر یک از آلکان هایی که نام آن ها در زیر آورده شده است را رسم کنید. پس از رسم ساختار هر مولکول، بررسی کنید آیا نام آن بر اساس قواعد آیوپاک درست است؟ اگر اینطور نیست، نام درست هر مولکول را بنویسید.

(ب) ۱،۱ - دی متیل نونان

(آ) ۲ - متیل - ۳ - پروپیل پنتان

(ت) ۵ - ایزوپروپیل هگزان

(پ) ۲،۳،۴ - تری متیل - ۴ - بوتیل هپتان

(ج) ۲،۲،۴ - تری متیل پنتان

(ث) ۲ - اتیل دکان

(ح) ایزوهپتان

(چ) ۴ - بوتیل هپتان

۳ فرمول ساختاری معادل برای هر یک از نام های زیر را رسم کنید. بررسی کنید نام هر مولکول درست است یا نادرست؟

(ب) ۳ - متیل - ۳ - پروپیل پنتان

(آ) ۴ - کلرو - ۵ - متیل هگزان

(ت) ۴ - برومو - ۳ - بوتیل نونان

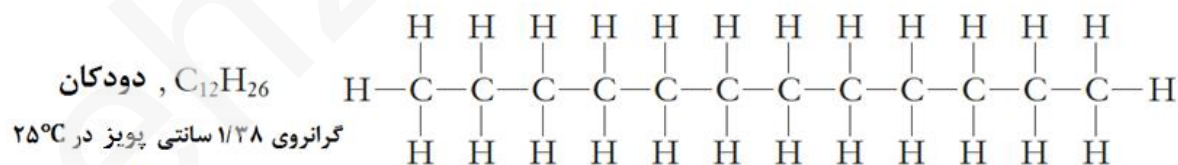
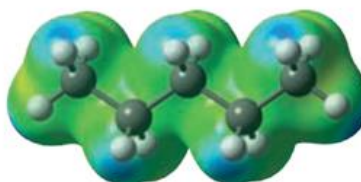
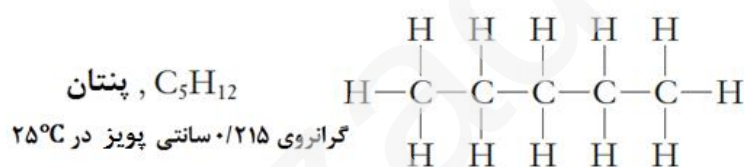
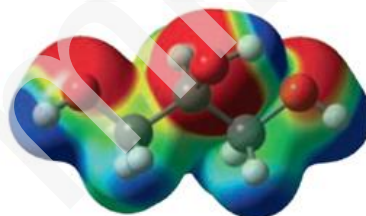
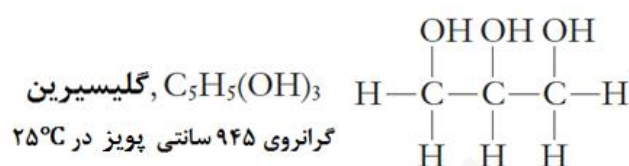
(پ) ۱،۱،۱ - تری فلوئورو - ۲ - متیل پروپان

۴ تمام ایزومرهای ممکن را برای آلکانی با فرمول مولکولی C_7H_{16} (ایزومرهای هپتان)، رسم کنید و نام هر یک را بنویسید.

گرانروی (ویسکوزیته) - منبع کتاب شیمی عمومی وایتن

گرانروی مقاومت یک مایع در مقابل جاری شدن است. عسل، که در دمای اتاق خیلی آهسته جاری می شود، گرانروی زیادی دارد در صورتی که بنزین گرانروی کمی دارد. گرانروی یک مایع می تواند به وسیله ویسکومتر اندازه گیری شود. برای جاری شدن یک مایع، مولکول ها باید توانایی لیز خوردن کنار هم را داشته باشند. به طور کلی، قوی بودن نیروهای جاذبه بین مولکولی، گرانروی مایع را افزایش می دهد. موادی که توانایی زیادی برای تشکیل پیوند هیدروژنی دارند، به خصوص چندین موقعیت تشکیل پیوند هیدروژنی در مولکول، همچون گلیسرین (ساختار آن در زیر آورده شده است)، معمولاً گرانروی زیادی دارند. بزرگ شدن اندازه و سطح تماس مولکول ها، به دلیل بیشتر شدن نیروهای پراکندگی، معمولاً منجر به افزایش گرانروی می شود. برای مثال، زنجیر کوتاه هیدروکربن پنتان (یک مایع روان در دمای اتاق) گرانروی کمتری نسبت به دودکان (مایع روغنی در دمای اتاق) دارد. مولکول هایی که اندازه بلندتری دارند، نیروهای جاذبه پراکندگی قویتری دارند، و سخت تر جاری می شوند. (دودکان، آلکان دوازده کربنه است)

❖ واحدی که برای بیان میزان گرانروی استفاده می شود poise است. گرانروی آب در دمای 25°C برابر با 0.89 سانتی پویز می باشد.



به همین ترتیب افزایش دما و بیشتر شدن سرعت حرکت مولکولی، موجب بیشتر شدن انرژی جنبشی مولکول ها و غلبه بر جاذبه های بین مولکولی می شود. بنابر این، با افزایش دما گرانروی کاهش می یابد، به شرطی که در ساختار آن ماده تغییری ایجاد نکند.

(گرانروی بیشتر) $\leftrightarrow$ (قویتر بودن نیروهای جاذبه)

(گرانروی کمتر) $\leftrightarrow$ (افزایش دما)

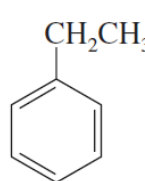
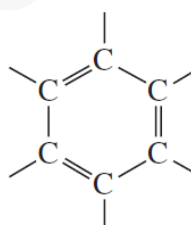
درسنامه تکمیلی ساختار و خواص آلکان ها - منبع کتاب شیمی آلی واید

یک آلکان، هیدروکربنی است که فقط پیوندهای یگانه دارد. آلکان ها ساده ترین و واکنش ناپذیرترین گروه ترکیب های آلی هستند، زیرا فقط دارای هیدروژن ها و کربن هایی می باشند که هر کدام با چهار هیدروژن یا کربن دیگر پیوند دارند، و دارای گروه عاملی نیستند. در آلکان ها پیوندهای دوگانه و سه گانه وجود ندارد و همچنین به جز اتم های کربن و هیدروژن، اتم های دیگری در مولکول آن ها وجود ندارد. آلکان ها اسید یا باز نیستند. هر چند آلکان ها در واکنش های کراکینگ (شکستن مولکول های بزرگ به مولکول های کوچک) و سوختن در دمای بالا شرکت می کنند، نسبت به سایر ترکیب های آلی واکنش پذیری بسیار کمی دارند.

هیدروکربن ها را بر اساس نوع پیوندها دسته بندی می کنیم، که در جدول زیر نشان داده شده است. آلکان ها فقط پیوند یگانه دارند. یک هیدروکربن با یک پیوند دوگانه کربن - کربن (مانند اتن)، یک آلکن است. اگر هیدروکربن پیوند سه گانه کربن - کربن داشته باشد (مانند اتین)، آلکین است. هیدروکربن های دارای حلقه آروماتیک (مانند بنزن)، هیدروکربن های آروماتیک نامیده می شوند.

یک هیدروکربن که پیوند دوگانه یا سه گانه نداشته باشد، سیر شده نامیده می شود زیرا، بیشترین پیوند با اتم های هیدروژن را دارد. بنابر این، روش دیگری برای توصیف آلکان ها، این است که، گروه هیدروکربن های سیر شده می باشند.

دسته بندی هیدروکربن ها

مثال	گروه عاملی	نوع ترکیب
پروپان $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	ندارند (پیوند دوگانه یا سه گانه ندارند)	آلکان ها
پروپن $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_3$	پیوند دوگانه >C=C<	آلکن ها
پروپین $\text{H} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{CH}_3$	پیوند سه گانه $-\text{C} \equiv \text{C}-$	آلکین ها
اتیل بنزن 	حلقه بنزنی 	آروماتیک ها

جدول صفحه بعد، ساختار و فرمول ۲۰ آلکان بدون شاخه را نشان می دهد. هر کدام از ایزومرهای این ترکیب ها فرمول مولکولی مشابه دارند، هر چند، فرمول ساختاری آن ها متفاوت است. توجه کنید که در فرمول مولکولی این ترکیب ها، با اضافه شدن یک اتم کربن، دو اتم هیدروژن اضافه می شود.

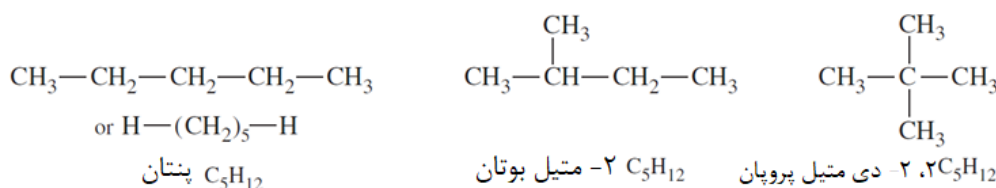
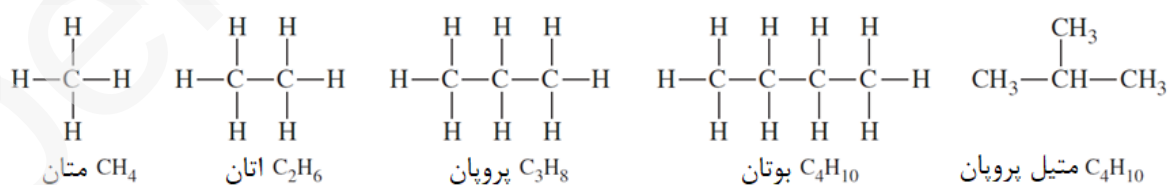
در جدول، ساختار زنجیری آلکان ها به صورت $-\text{CH}_2-$ (گروه متیلن) نوشته شده است، که انتهای هر زنجیر با یک اتم هیدروژن پایان می یابد. آلکان ها فقط در تعداد گروه های $-\text{CH}_2-$ در زنجیر با هم تفاوت دارند. اگر مولکول آلکان دارای n اتم کربن باشد، باید $(2n+2)$ اتم هیدروژن داشته باشد.

اگرچه فرمول $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ را برای آلکان های بدون شاخه به دست آوردیم، این فرمول برای آلکان های شاخه دار نیز درست است. ایزومرهایی که با فرمول مولکولی یک آلکان مشابه باشند، از این فرمول پیروی می کنند.

فرمول و خواص فیزیکی آلکان های بدون شاخه

آلکان	تعداد کربن	ساختار	فرمول	نقطه جوش (°C)	نقطه ذوب (°C)	چگالی
methane	1	H—CH ₂ —H	CH ₄	-164	-183	0.55
ethane	2	H—(CH ₂) ₂ —H	C ₂ H ₆	-89	-183	0.51
propane	3	H—(CH ₂) ₃ —H	C ₃ H ₈	-42	-189	0.50
butane	4	H—(CH ₂) ₄ —H	C ₄ H ₁₀	0	-138	0.58
pentane	5	H—(CH ₂) ₅ —H	C ₅ H ₁₂	36	-130	0.63
hexane	6	H—(CH ₂) ₆ —H	C ₆ H ₁₄	69	-95	0.66
heptane	7	H—(CH ₂) ₇ —H	C ₇ H ₁₆	98	-91	0.68
octane	8	H—(CH ₂) ₈ —H	C ₈ H ₁₈	126	-57	0.70
nonane	9	H—(CH ₂) ₉ —H	C ₉ H ₂₀	151	-51	0.72
decane	10	H—(CH ₂) ₁₀ —H	C ₁₀ H ₂₂	174	-30	0.73
undecane	11	H—(CH ₂) ₁₁ —H	C ₁₁ H ₂₄	196	-26	0.74
dodecane	12	H—(CH ₂) ₁₂ —H	C ₁₂ H ₂₆	216	-10	0.75
tridecane	13	H—(CH ₂) ₁₃ —H	C ₁₃ H ₂₈	235	-5	0.76
tetradecane	14	H—(CH ₂) ₁₄ —H	C ₁₄ H ₃₀	254	6	0.76
pentadecane	15	H—(CH ₂) ₁₅ —H	C ₁₅ H ₃₂	271	10	0.77
hexadecane	16	H—(CH ₂) ₁₆ —H	C ₁₆ H ₃₄	287	18	0.77
heptadecane	17	H—(CH ₂) ₁₇ —H	C ₁₇ H ₃₆	303	23	0.76
octadecane	18	H—(CH ₂) ₁₈ —H	C ₁₈ H ₃₈	317	28	0.76
nonadecane	19	H—(CH ₂) ₁₉ —H	C ₁₉ H ₄₀	330	32	0.78
eicosane	20	H—(CH ₂) ₂₀ —H	C ₂₀ H ₄₂	343	37	0.79
triacontane	30	H—(CH ₂) ₃₀ —H	C ₃₀ H ₆₂	>450	66	0.81

چگالی بر حسب g/mL در دمای ۲۰°C است، به جز متان و اتان که چگالی آن ها در نقطه جوش آن ها اندازه گیری شده است



مولکول های نشان داده شده در بالا این الگو را نشان می دهد و می توان به فرمول $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ برای آلکان های شاخه دار

رسید. همانطور که بوتان و پنتان دارای فرمول عمومی C_nH_{2n+2} هستند، متیل پروپان و ۲،۲-دی متیل پروپان نیز از همین فرمول پیروی می کنند.

تمرین با استفاده از فرمول عمومی مولکولی آلکان ها به سوال های زیر پاسخ دهید.

(آ) فرمول مولکولی یک آلکان با زنجیر مستقیم که ۲۸ کربن دارد را پیش بینی کنید.

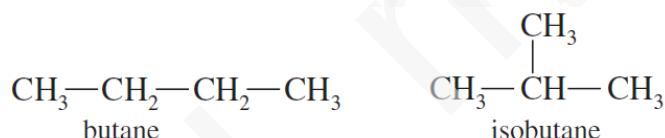
(ب) فرمول مولکولی ۳، ۵، ۷-تری اتیل، ۴، ۴، ۶، ۶-تترا متیل، نونان که دارای ۱۹ اتم کربن است را پیش بینی کنید.

نام گذاری آلکان ها

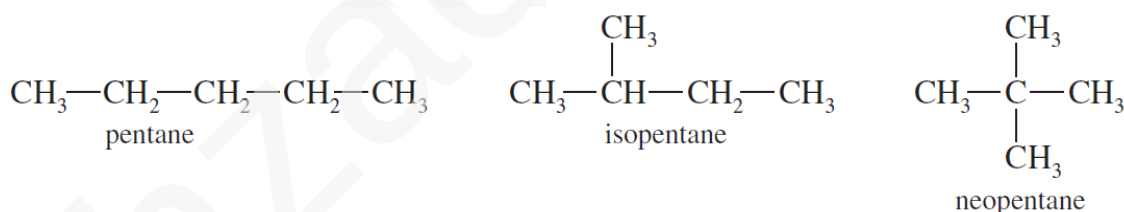
نام های متان، اتان، پروپان و بوتان، ریشه تاریخی دارد. نام پنتان و آلکان های بالاتر، از حروف یونانی که تعداد اتم کربن را در آن ها نشان می دهد، با پسوند -ان - برای شناخت مولکول آلکان استفاده می شود.

نام های متداول (معمولی)

اگر ساختار تمام آلکان ها بدون شاخه باشند (با زنجیر مستقیم)، نام گذاری آن ها ساده است. اما بیشتر آلکان ها ساختارهای ایزومری دارند، و نیاز به روشی برای نام گذاری ایزومرهای مختلف داریم. برای مثال، برای فرمول C_4H_{10} دو ایزومر وجود دارد. ایزومر بدون شاخه نام ساده بوتان دارد، و ایزومر شاخه دار، ایزو بوتان نامیده می شود، که نشان می دهد ایزومری از بوتان است.



سه ایزومر C_5H_{12} ، پنتان، ایزوپنتان و نئوپنتان نامیده می شوند.



ایزوبوتان، ایزوپنتان و نئوپنتان نام های متداول هستند، یعنی نام های قدیمی که به صورت عمومی استفاده می شدند. به هر حال، از نام های متداول به سادگی نمی توان برای نام گذاری مولکول های بزرگ و پیچیده که چند ایزومر دارند استفاده کرد. برای برخی فرمول های مولکولی، تعداد ایزومرها به سرعت با زیاد شدن تعداد کربن ها، افزایش می یابد. برای مثال، هگزان دارای ۵ ایزومر ساختاری، اوکتان ۱۸ ایزومر و دکان ۷۵ ایزومر ساختاری دارد. ما به یک روش نام گذاری نیاز داریم که بتوانیم مولکول های پیچیده را بدون حفظ کردن صدها نام متداول، نام گذاری کنیم.

نام گذاری سیستماتیک یا نام گذاری آیوپاک

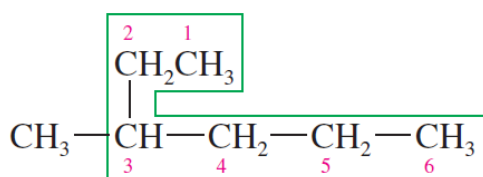
گروهی از شیمی دان ها از کشورهای جهان در سال ۱۸۹۲ میلادی تشکیل جلسه دادند تا یک روش سیستماتیک برای نام گذاری ترکیب ها ابداع کنند که به سادگی بتوان از آن استفاده کرد، و نیاز به حفظ کردن در آن به حداقل برسد، و در نام گذاری به اندازه ای انعطاف پذیر باشد که، حتی بتوان با استفاده از آن ترکیب های آلی بسیار پیچیده را نیز نام گذاری کرد. این، نخستین نشست گروهی بود که به نام انجمن بین المللی شیمی محض و کاربردی، یا به طور اختصاری آیوپاک مشهور

شد. این گروه بین المللی جزئیات سیستم نام گذاری را توسعه داد که قواعد آیوپاک نامیده می شوند. قواعد آیوپاک در سرتاسر جهان به عنوان روش استاندارد برای نام گذاری ترکیب های آلی پذیرفته شده است.

قواعد آیوپاک برای نام گذاری گروه های مختلف از ترکیب ها مناسب است. در ادامه، قواعد آیوپاک را برای نام گذاری آلکان ها بررسی می کنیم. طبق قواعد آیوپاک، بلندترین زنجیر شامل اتم های کربن به هم پیوسته به عنوان زنجیر اصلی شناخته می شود که تعدادی استخلاف (شاخه) به آن متصل اند. در فرایند نام گذاری آلکان ها از چهار قاعده پیروی می شود.

قاعده ۱: زنجیر اصلی قاعده نخست نام گذاری، نام پایه ترکیب را می دهد.

بلندترین زنجیر اتم های کربن به هم پیوسته را پیدا کنید، و ترکیب را بر اساس تعداد کربن های آن نام گذاری کنید.

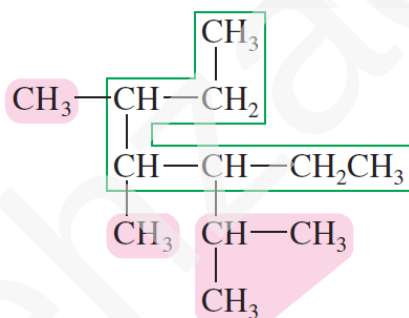


۳- متیل هگزان

برای مثال، بلندترین زنجیر اتم های کربن در ترکیب مقابل شامل شش کربن است، بنابراین این ترکیب به عنوان مشتقی از هگزان نام گذاری می شود. بلندترین زنجیر با خطوط کم رنگ نشان داده شده است؛ با دقت به ترکیب نگاه کنید تا زنجیر اصلی را پیدا کنید.

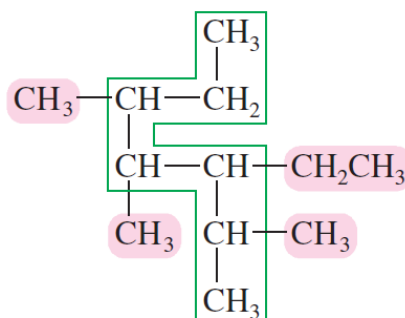
گروه های متصل به زنجیر اصلی، استخلاف (شاخه) نامیده می شوند

زیرا، آن ها روی زنجیر اصلی جانشین شده اند (در موقعیت یک اتم هیدروژن روی زنجیر اصلی قرار گرفته اند). هر گاه دو زنجیر بلند با طول یکسان پیدا کنید، زنجیر دارای تعداد بیشتر استخلاف ها را، زنجیر اصلی در نظر بگیرید. ترکیب زیر دارای دو زنجیر متفاوت هفت کربنی است و هپتان نامیده می شود. ما زنجیری را به عنوان زنجیر اصلی انتخاب می کنیم که استخلاف (شاخه) بیشتری به آن متصل است.



اشتباه

زنجیر اصلی هفت کربن دارد، اما فقط سه استخلاف به آن متصل است



درست

زنجیر اصلی هفت کربن دارد، چهار استخلاف به آن متصل است

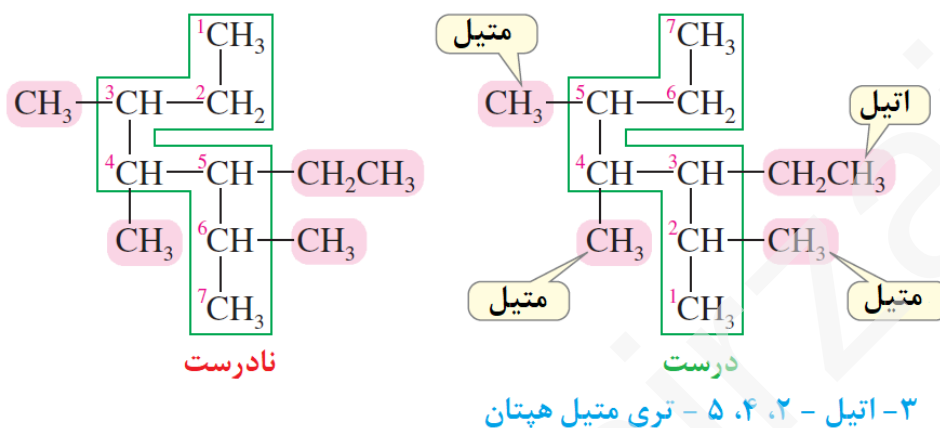
قاعده ۲ شماره گذاری زنجیر اصلی

موقعیت استخلاف ها را با تعیین شماره برای هر اتم کربن در زنجیر اصلی مشخص کنید.

زنجیر اصلی را از ابتدا تا انتها شماره گذاری کنید، به طوری که شماره های کوچکتر به استخلاف ها (شاخه ها) برسد.

شماره گذاری زنجیر اصلی را از سمتی شروع می کنیم که به شاخه ها نزدیک تر باشد بنابراین، شماره کربن هایی که

دارای استخلاف (شاخه) هستند، کوچکترین عددهای ممکن را می گیرند. در مولکول زیر، اگر اولویت شماره گذاری از روی زنجیر اصلی را از بالا به پایین در نظر بگیریم، نخستین کربن شاخه دار در موقعیت C۳ (اتم کربن شماره ۳)، قرار می گیرد، اما در شماره گذاری از پایین به بالا، کربن دارای شاخه در زنجیر، موقعیت C۲ (اتم کربن شماره ۲) می گیرد. شماره گذاری از پایین به بالا درست است. (اگر شماره گذاری برای یک استخلاف از هر سمت زنجیر یکسان باشد، زنجیر اصلی از سمتی شماره گذاری می شود که به موقعیت شاخه بعدی روی زنجیر، شماره کوچکتری برسد).



برای حل تمرین

هنگامی که بلندترین زنجیر پیوسته را (برای نام پایه ترکیب) جستجو می کنید، زنجیرهایی متفاوتی را از نظر طول می بینید. اغلب بلندترین زنجیر با بیشترین استخلاف به راحتی پیدا نمی شود.

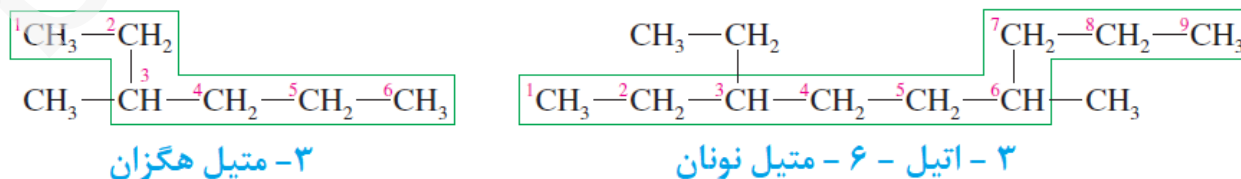
قاعده ۳: نام گذاری گروه های آلکیل

گروه های استخلافی متصل به بلندترین زنجیر، گروه های آلکیل نام دارند. موقعیت هر گروه آلکیل را به وسیله شماره اتم کربن در زنجیر اصلی که گروه آلکیل به آن متصل است، تعیین کنید.

نام گروه های آلکیل به وسیله جایگزین کردن پسوند -یل - با پسوند -ان - در آلکان، مشخص می شود. متان به متیل تبدیل می شود؛ همچنین، اتان به اتیل تغییر می کند.

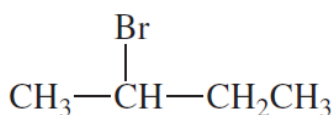
متیل	- CH ₃	متان	CH ₄
اتیل	- CH ₂ - CH ₃	اتان	CH ₃ - CH ₃
پروپیل	- CH ₂ - CH ₂ - CH ₃	پروپان	CH ₃ - CH ₂ - CH ₃

نام آلکان های زیر با استفاده از نام گروه آلکیل نشان داده شده است.

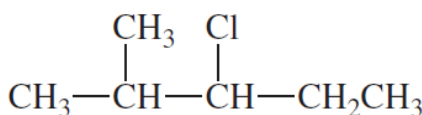


آلکان های هالوژن دار (هالو آلکان ها)، درست مثل آلکان ها نام گذاری می شوند، با اتم هالوژن مانند یک استخلاف رفتار

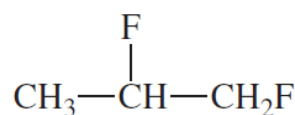
می شود. استخلاف های هالوژن، فلوئورو، کلرو، برومو و یدو نامیده می شوند.



۲- برومو بوتان

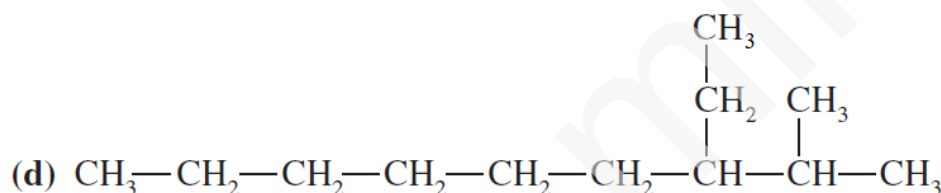
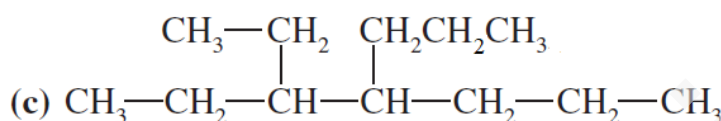
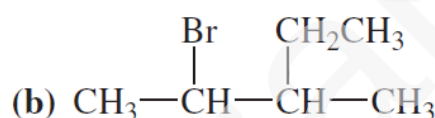
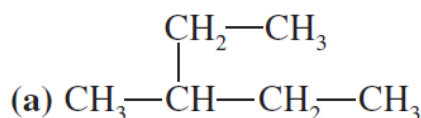


۳- کلرو - ۲ - متیل پنتان



۱ و ۲- دی فلوئورو پروپان

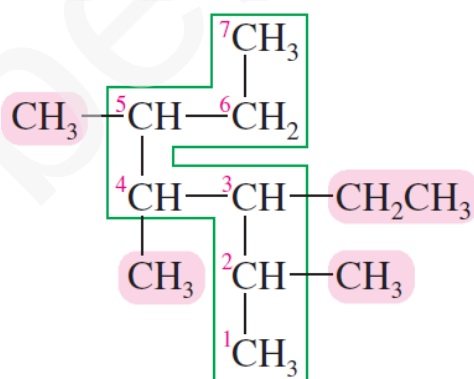
تمرین آلکان ها و هالو آلکان های زیر را نام گذاری کنید. هنگامی که دو یا بیشتر از دو نوع استخلاف وجود دارد، آن ها را بر حسب تقدم حروف الفبایی مرتب کنید.



قاعده ۴: مرتب کردن گروه های استخلاف چندتایی آخرین قاعده به ترکیب هایی با بیش از یک استخلاف مربوط است.

وقتی دو یا چند استخلاف وجود داشته باشد، ترتیب نوشتن آن ها بر حسب تقدم حروف الفبا است. هنگامی که دو یا چند آلکیل مشابه وجود داشته باشد، برای جلوگیری از نوشتن دوباره نام گروه آلکیل از پیشوندهای؛ دی، تری، تترا، و ... استفاده می کنیم. برای هر استخلاف یک بار شماره اتم کربنی که استخلاف در آن موقعیت قرار دارد، نوشته می شود، حتی اگر آن شماره بیش از یک مرتبه تکرار شود.

دی - به معنای ۲	تترا - به معنای ۴	هکزا - به معنای ۶
تری - به معنای ۳	پنتا - به معنای ۵	هپتا - به معنای ۷

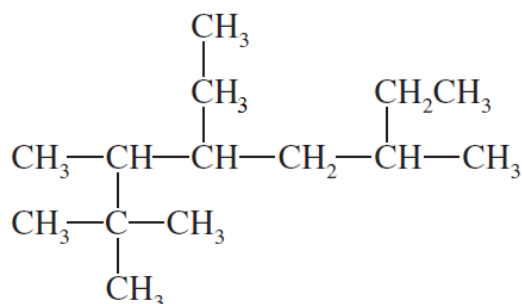


۳- اتیل - ۲، ۴، ۵- تری متیل هپتان

با استفاده از این قواعد، می توانیم ترکیب های پیچیده را نام گذاری کنیم. اجازه دهید نام هپتان را کامل کنیم. این ترکیب یک گروه اتیل روی C۳ و سه گروه متیل روی C۲، C۴ و C۵ دارد. در این استخلاف ها گروه اتیل در حروف الفبا قبل از گروه های متیل نوشته می شود و برای هر چهار استخلاف، موقعیت آن ها با شماره روی زنجیر اصلی تعیین می شود.

نمونه تمرین حل شده

نام آیوپاک ترکیب مقابل را بنویسید.



راه حل بلندترین زنجیر کربنی شامل هشت اتم کربن است. به همین دلیل، این ترکیب مشتقی از یک اوکتان نام گذاری می شود. با شماره گذاری از چپ به راست نخستین شاخه در موقعیت C۲ و با شماره گذاری از راست به چپ نخستین شاخه در موقعیت C۳ قرار می گیرد، بنابر این، زنجیر اصلی از سمت چپ شماره گذاری می شود.

در این جا چهار گروه متیل وجود دارد: دو گروه متیل روی C۲، یک گروه متیل روی C۳ و یک گروه متیل نیز روی C۶. این چهار گروه به صورت ۲،۲،۳،۶ - تترا متیل، مرتب می شوند. یک گروه اتیل نیز در موقعیت C۴ قرار دارد. گروه ها بر حسب حروف الفبا به صورت گروه اتیل و گروه های متیل مرتب می شوند، و نام ترکیب به صورت زیر است.

۴ - اتیل - ۲،۳،۶ - تترا متیل اوکتان

خلاصه قواعد نام گذاری آلکان ها

برای نام گذاری یک آلکان، چهار قاعده به شرح زیر داریم:

- ۱ بلندترین زنجیر شامل اتم های کربن به هم پیوسته را پیدا کنید، و آن را به عنوان زنجیر ریشه نام آلکان در نظر بگیرید.
- ۲ زنجیر اصلی را شماره گذاری کنید، شماره گذاری از سمتی باشد که به شاخه ها نزدیکتر باشد.
- ۳ استخلاف های روی بلندترین زنجیر را به صورت گروه های آلکیل نام گذاری کنید. موقعیت هر استخلاف را به وسیله شماره اتم کربنی که، استخلاف به آن متصل است مشخص کنید.
- ۴ وقتی دو یا چند استخلاف وجود داشته باشد، آن ها را بر حسب تقدم حروف الفبایی مرتب کنید. اگر دو یا چند استخلاف مشابه وجود داشته باشد، از پیشوندهای دی، تری، تترا و ... برای مشخص کردن تعداد آن ها استفاده کنید (در تقدم حروف الفبا، این پیشوندها در نظر گرفته نمی شود)، تا از تکرار نام گروه آلکیل جلوگیری شود.

به یاد داشته باشید همواره مجموع تعداد اتم های کربن در نام یک ترکیب، با تعداد کربن هایی که ساختار آن ترکیب را می سازند، مطابقت دارد. برای مثال، اتیل، تری متیل اوکتان دارای $8 + 3 + 2 = 13$ اتم کربن است.

تمرین فرمول ساختاری ترکیب های زیر را رسم کنید.

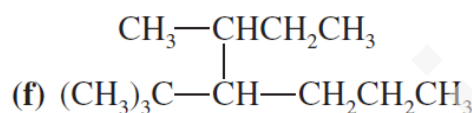
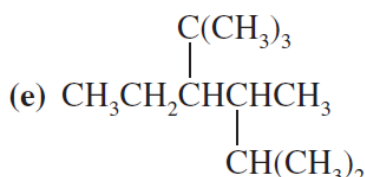
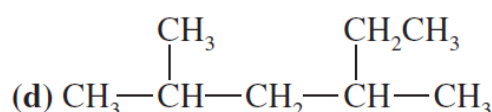
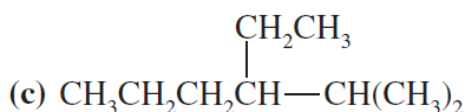
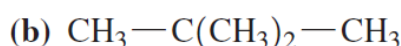
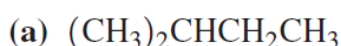
ب) ۳ - اتیل، ۳ - متیل - ۵ - پروپیل نونان

آ) ۳ - اتیل - ۴،۱ - دی متیل هگزان

ت) ۳،۳،۴ - تری متیل - ۵ پروپیل اوکتان

پ) ۴ - اتیل - ۲ - متیل هپتان

تمرین نام آیوپاک هر یک از ترکیب های زیر را مشخص کنید.



تمرین تمام نام هایی که در زیر آورده شده اند، نادرست هستند و کامل نیستند. در هر مورد، ساختار (یا ساختارهای ممکن برای آن ها) را رسم کنید و نام درست آن ها را بنویسید.

(ب) ۲-متیل -۳-اتیل پنتان

(آ) ۲-متیل اتیل پنتان

(ت) ۴-اتیل پنتان

(پ) ۳-دی متیل هگزان

(ج) ۲-دی اتیل -۳-متیل هگزان

(ث) ۲-برومو -۳-اتیل بوتان

تمرین (آ) ساختارهای ممکن و نام ترکیب هایی با فرمول C_6H_{14} را بنویسید.

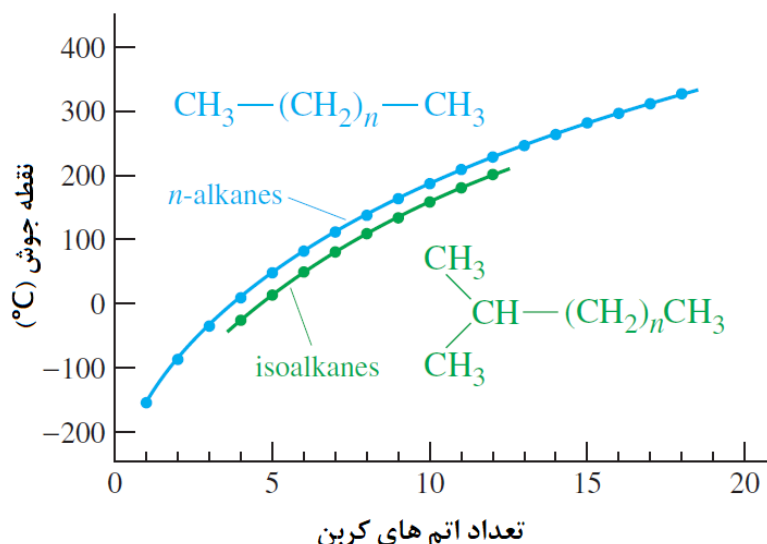
(ب) ساختار ۹ ایزومر برای ترکیبی با فرمول C_7H_{16} را رسم کنید.

به یاد داشته باشید برای رسم تمام آلکان هایی با فرمول مولکولی معین، با رسم زنجیر مستقیم شروع کنید، سپس با کوتاه کردن زنجیر، به شاخه ها اضافه کنید. برای مثال، برای رسم همه آلکان هایی با فرمول C_7H_{16} ، با رسم زنجیر هفت کربنه شروع می کنیم، سپس زنجیر شش کربنه با یک شاخه گروه متیل، که روی موقعیت های ممکن به زنجیر متصل می شود. پس از آن، رسم زنجیر پنج کربنه با یک گروه اتیل در موقعیت های مناسب، در ادامه با دو گروه متیل در تمام موقعیت های ممکن. در انتها یک زنجیر چهار کربنه رسم کنید، و تنها راه ممکن، سه اتم کربن به صورت استخلاف بدون این که طول زنجیر گسترش یابد روی زنجیر قرار گیرند. برای مراقبت از این که ساختار یک ترکیب دو باره رسم نشود، نام هر ترکیب را بنویسید، و اگر یک نام تکرار شد، شما دو ساختار یکسان دارید و یا در نام گذاری اشتباه کرده اید.

خواص فیزیکی آلکان ها

آلکان ها بیشتر به عنوان سوخت، انواع حلال ها و روان کننده ها استفاده می شوند. گاز طبیعی، بنزین، کرئوزن، روغن های گرمایشی، روغن های روان کننده و پارافین مومی شکل با خواص فیزیکی متفاوت، که به تفاوت بین جرم های مولی آن ها وابسته است، همگی عمدتاً از آلکان ها به دست می آیند.

انحلال پذیری و چگالی آلکان ها آلکان ها ناقطبی اند، به همین دلیل در حالا های آلی ناقطبی یا با قطبیت کم حل می شوند. به آلکان ها ترکیب های هیدروفوبیک (آبگریز) گفته می شود زیرا، در آب حل نمی شوند. آلکان ها روان سازهای خوبی هستند و از فلزها در برابر آب محافظت می کنند زیرا، از رسیدن آب به سطح فلزها و خوردگی آن ها جلوگیری می کنند.



نقطه جوش آلکان ها. نقطه جوش آلکان های بدون شاخه (رنگ آبی) با آلکان های برخی آلکان های شاخه دار (رنگ سبز) مقایسه شده اند. به دلیل این که سطح تماس آلکان های شاخه دار کمتر است، آلکان های شاخه دار نقطه جوش پایین تری نسبت به آلکان های بدون شاخه دارند.

چگالی آلکان های زنجیری در جدول زیر نشان داده شده است. چگالی آلکان ها در حدود 0.7 g/mL است، که در مقایسه با چگالی آب که 1 g/mL می باشد، کمتر است. چون چگالی آلکان ها کمتر از آب است، مخلوط یک آلکان (مانند بنزین یا روغن) و آب، به سرعت به دو فاز جداگانه تقسیم می شود و آلکان روی آب قرار می گیرد.

نقطه جوش آلکان ها در جدولی که فرمول آلکان ها نشان داده شده است، نقطه جوش و نقطه ذوب آلکان های بدون شاخه نیز نشان داده شده است. نقطه جوش به صورت ملایم با افزایش تعداد اتم های کربن و زیاد شدن وزن مولکولی آلکان ها، افزایش می یابد. بزرگ شدن مولکول با بزرگ شدن سطح مولکولی همراه است، در نتیجه برهم کنش های بین مولکولی از نوع واندروالس افزایش می یابد. این افزایش برهم کنش ها باید موجب شود تا فشار بخار و نقطه جوش آلکان ها زیاد شود. بنابر این، یک مولکول بزرگ، با سطح تماس زیاد و برهم کنش های بین مولکولی بزرگ، موجب می شود تا آلکان در دمای بالاتری به جوش آید.

نمودار نقطه جوش آلکان ها بر حسب تعداد اتم های کربن (نمودار با رنگ آبی در شکل)، نشان می دهد که با افزایش تعداد اتم های کربن، نقطه جوش آلکان افزایش می یابد. به ازای افزایش هر CH_2 در آلکان های تا ۱۰ کربنه، نقطه جوش حدود 30°C زیاد می شود. و در آلکان های دارای بیش از ده کربن، نقطه جوش حدود 20°C افزایش می یابد.

در شکل بالا، نمودار سبز رنگ نقطه جوش برخی آلکان های شاخه دار را نشان می دهد. به طور کلی، یک آلکان شاخه دار، نسبت به آلکان راست زنجیر با تعداد اتم های کربن برابر، در دمای پایین تری می جوشد. این تفاوت در نقطه جوش ناشی از این است که، آلکان های شاخه دار ساختار فشرده تری با سطح تماس کمتر دارند و برهم کنش های واندروالس در آن ها ضعیف تر است.

تمرین ترکیب های زیر را بر حسب افزایش نقطه جوش از کم به زیاد مرتب کنید.

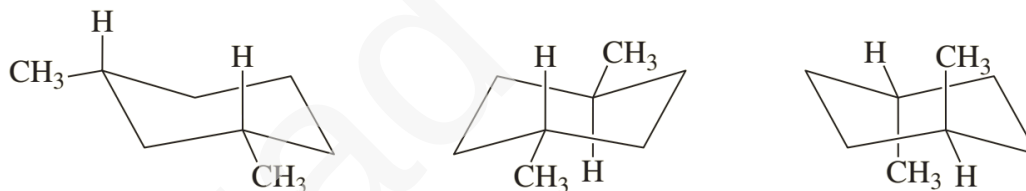
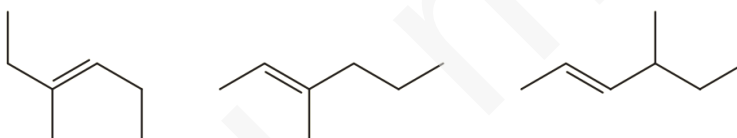
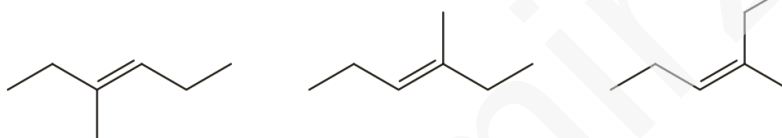
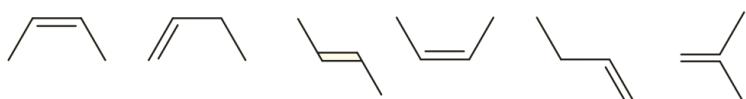
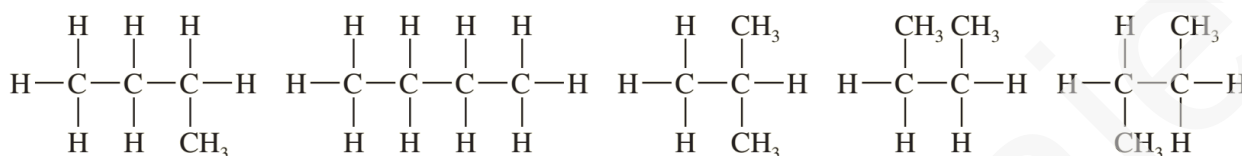
آ هگزان، اوکتان و دکان

ب) اوکتان، $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{C}(\text{CH}_3)_3$ و $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$

تمرین های پایانی درس

۱ (آ) تعداد ۱۸ ایزومر برای آلکان هایی با فرمول مولکولی $C_{18}H_{38}$ وجود دارد. فرمول ساختاری و نام ۸ ایزومر را بنویسید.
(ب) ایزومرهای حلقوی (سیکلوآلکان)، با فرمول مولکولی C_6H_{12} رسم کنید.

۲ کدام یک از ساختارهای نشان داده شده در زیر با هم مشابه اند. کدام یک با یکدیگر مشابه نیستند.



۳ فرمول ساختاری فشرده هر یک از هیدروکربن های زیر را رسم کنید.

(پ) سیکلوپنتان

(ج) اتیل سیکلوپنتان

(ب) ۴-پروپیل دکان

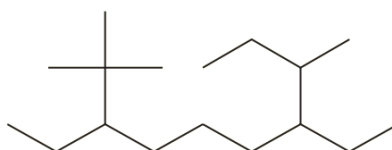
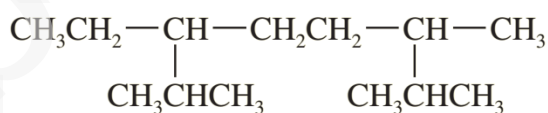
(ث) ۴،۴،۲،۲-تترامتیل هگزان

(آ) ۳-اتیل اوکتان

(ت) ۲،۳-دی متیل-۴ اتیل نونان

(چ) ۴-اتیل-۲-متیل اوکتان

۴ نام آیوپاک هر یک از آلکان های زیر را بنویسید.



۵ تمام نام های زیر اشتباه و یا ناقص هستند. ساختار مولکولی هر هیدروکربن را رسم کنید و نام درست آن را بنویسید.

پ) ۵-کلرو-۴-متیل هگزان

ب) ۳-پروپیل هگزان

آ) ۲-اتیل پنتان

ج) ۳،۲-دی اتیل پنتان

ث) ۲-اتیل بوتان

ت) ۲-دی متیل بوتان

۶ تعیین کنید در هر جفت هیدروکربن داده شده در زیر، کدام یک نقطه جوش بالاتری دارد؟

پ) هگزان یا نونان

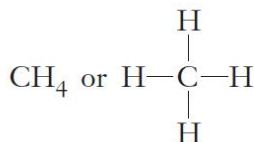
ب) نونان یا دکان

آ) اوکتان یا پنتان

درسنامه تکمیلی هیدروکربن های سیر شده (آلکان ها) – منبع کتاب شیمی عمومی وایتن

هیدروکربن های سیر شده، یا آلکان ها، ترکیب هایی هستند که هر اتم کربن در آن ها با چهار اتم دیگر پیوند داده است. سیکلوآلکان ها هیدروکربن های سیر شده ای هستند که دارای اتم های کربن متصل به یک دیگر برای تشکیل حلقه هستند.

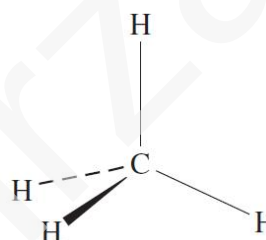
هر اتم H در یک هیدروکربن فقط با یک اتم C پیوند دارد. هیدروکربن های سیر شده فقط دارای پیوندهای یگانه هستند. نفت و گاز طبیعی بیشتر از هیدروکربن های سیر شده تشکیل شده اند. ساده ترین آلکان متان CH_4 است. مولکول های متان شکل چهار وجهی دارند. اتان C_2H_6 ، ساده ترین هیدروکربن سیر شده بعدی است. ساختار آن کاملاً مشابه متان است. دو اتم کربن یک جفت الکترون به اشتراک گذاشته اند. پروپان C_3H_8 ، سومین عضو خانواده آلکان ها است.

نمایش مدل های مولکول متان CH_4 

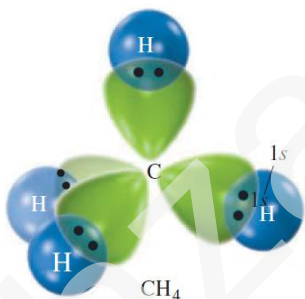
A فرمول فشرده و فرمول لوویس مولکول



C مدل گلوله و میله



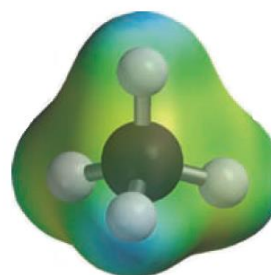
E نمایش سه بعدی که در آن خط گوه پیوند رو به جلوی صفحه و نقطه چین پیوند رو به عقب صفحه را نشان می دهد



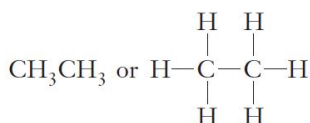
B نمایش قلمروهای الکترونی اتم کربن و الکترون های اشتراکی در پیوند کووالانسی اتم های کربن و هیدروژن



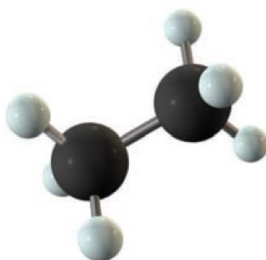
D مدل فضا پرکن



F نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی

مدل های گلوله و میله، فضا پرکن و نمایش سه بعدی پروپان C_3H_8 

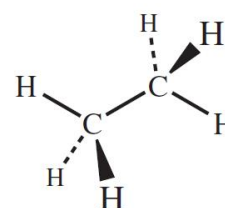
A فرمول فشرده و فرمول لوویس اتان



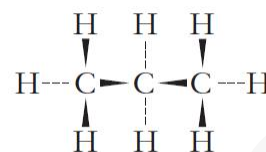
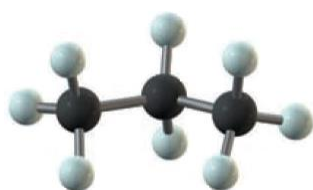
B مدل گلوله و میله



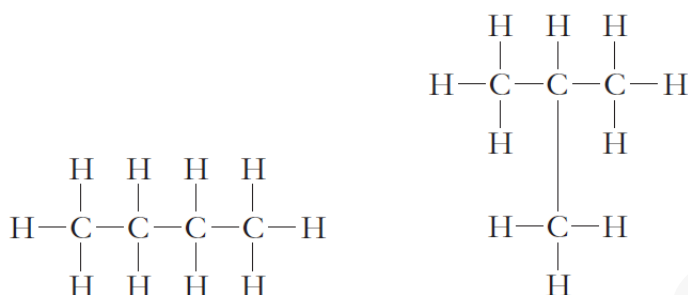
C مدل فضا پرکن



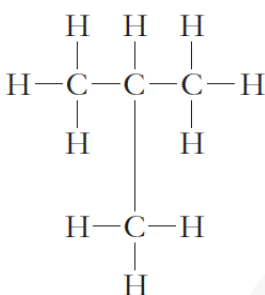
D نمایش سه بعدی

مدل های مولکول اتان C_2H_6 

این ها دو ترکیب مختلف با فرمول C_4H_{10} ، اما با ساختار متفاوت هستند. از این رو خواص آن ها متفاوت است. این دو ساختار C_4H_{10} در زیر نشان داده شده اند.

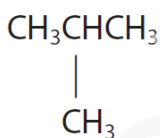


بوتان

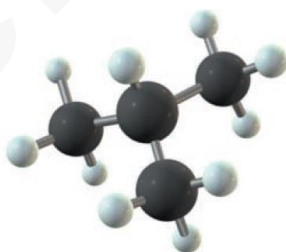


متیل پروپان (ایزوبوتان)

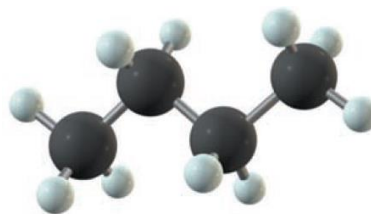
مدل گلوله و میله این دو آلکان با فرمول C_4H_{10} ، در زیر نشان داده شده اند. در این مدل در قسمت (a) بوتان نشان داده شده است، که در آن هر چهار اتم کربن در یک زنجیر منفرد بدون شاخه قرار دارند. به دلیل این که شاخه ندارد، هیدروکربن راست زنجیر نامیده می شود. هر چند واژه راست زنجیر تا حدی گمراه کننده است، ولی زیاد استفاده می شود. در فرمول ساختاری، زنجیر کربن فقط به صورت یک خط رسم می شود. همچنین در واقع زنجیرها به خاطر زاویه پیوند هر کربن در چهار وجهی کاملاً زیگزاگ هستند و بعضی وقت ها پیچ خورده یا تابیده هستند. اینچنین تصور کنید که یک زنجیر از اتم های کربن متوالی وجود دارد. می توانیم از یک کربن انتهایی زنجیر (کربن پایانی) یک خط منفرد به دیگر کربن ها رسم کنیم و آن را تا هر یک از کربن های دیگر بدون پیمایش معکوس ادامه دهیم. در مدل (b)، بلندترین زنجیر می تواند مسیری دارای فقط سه اتم C باشد؛ چهارمین اتم کربن به زنجیر سه کربنی متصل شده تا آرایشی از یک زنجیر شاخه دار با چهار کربن بسازد. این ساده ترین هیدروکربن زنجیری شاخه دار است.



مدل گلوله و میله ایزومرهای هیدروکربن C_4H_{10} ، بوتان $CH_3CH_2CH_2CH_3$ و ایزوبوتان (متیل پروپان)



B



A

فرمول آلکان ها، چه راست زنجیر یا زنجیر شاخه دار، می تواند به صورت کلی C_nH_{2n+2} نوشته شود، که n تعداد اتم های کربن را در مولکول نشان می دهد. پنج عضو نخستین سری آلکان ها عبارتند از:

C_5H_{12}	C_4H_{10}	C_3H_8	C_2H_6	CH_4	
۵	۴	۳	۲	۱	تعداد اتم های کربن = n
۱۲	۱۰	۸	۶	۴	تعداد اتم های هیدروژن = $2n + 2$

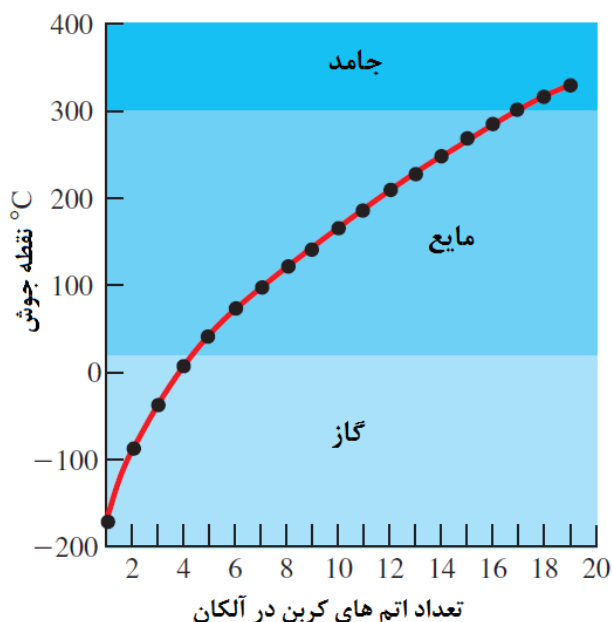
تفاوت فرمول هر آلکان با آلکان بعدی یک گروه CH_2 است.

سری ترکیب هایی که هر عضو با ترکیب بعدی در تعداد و نوع اتم های خاصی تفاوت دارد، سری هومولوگ نامیده می شود. خواص اعضای هر سری به هم وابسته است. نقطه جوش اعضای سبک تر هیدروکربن های سیر شده راست زنجیر در جدول زیر نشان داده شده است.

برخی هیدروکربن های راست زنجیر (آلکان ها)

فرمول مولکولی	نام آیوپاک	نقطه جوش (°C)	نقطه ذوب (°C)	حالت فیزیکی در دمای اتاق
CH_4	متان	-۱۶۱	-۱۸۴	گاز
C_2H_6	اتان	-۸۸	-۱۸۳	
C_3H_8	پروپان	-۴۲	-۱۸۸	
C_4H_{10}	بوتان	+۰/۶	-۱۳۸	
C_5H_{12}	پنتان	۳۶	-۱۳۰	مایع
C_6H_{14}	هگزان	۶۹	-۹۴	
C_7H_{16}	هپتان	۹۸	-۹۱	
C_8H_{18}	اوکتان	۱۲۶	-۵۷	
C_9H_{20}	نونان	۱۵۰	-۵۴	
$C_{10}H_{22}$	دکان	۱۷۴	-۳۰	
$C_{11}H_{24}$	آن دکان	۱۹۴/۵	-۲۵/۶	
$C_{12}H_{26}$	دودکان	۲۱۴/۵	-۹/۶	
$C_{13}H_{28}$	تری دکان	۲۳۴	-۶/۲	
$C_{14}H_{30}$	تترادکان	۲۵۲/۵	+۵/۵	
$C_{15}H_{32}$	پنتادکان	۲۷۰/۵	۱۰	
$C_{16}H_{34}$	هگزادکان	۲۸۷/۵	۱۸	
$C_{17}H_{36}$	هپتادکان	۳۰۳	۲۲/۵	جامد
$C_{18}H_{38}$	اوکتادکان	۳۱۷	۲۸	
$C_{19}H_{40}$	نونادکان	۳۳۰	۳۲	
$C_{20}H_{42}$	ایکوسان	۲۰۵ (در toor ۱۵)	۳۷/۷	

با افزایش وزن مولکولی هیدروکربن های راست زنجیر، نقطه جوش آن ها نیز زیاد می شود. خواصی مانند نقطه جوش به نیروهای بین مولکولی وابسته است. پیوندهای کربن - کربن و کربن هیدروژن ماهیت ناقطبی دارند و در آرایش چهار وجهی اطراف هر اتم C قرار گرفته اند. در نتیجه، هیدروکربن های سیر شده مولکول های ناقطبی دارند، و نیروهای بین مولکولی مهم در آن ها نیروهای پراکندگی هستند.



نمودار: نقطه جوش، در مقابل تعداد اتم های کربن در هیدروکربن های سیر شده راست زنجیر را نشان می دهد.

این نیروها، دو قطبی های القایی هستند، که با بزرگ تر شدن اندازه مولکول و افزایش تعداد الکترون ها در هر مولکول، افزایش می یابند. بنابر این روند این تغییر که در شکل مقابل نشان داده شده، ناشی از افزایش تاثیر نیروهای پراکندگی می باشد.

برخی روش های قاعده مند برای نام گذاری ترکیب ها وجود دارد. روشی که امروزه استفاده می شود، به وسیله اتحادیه بین المللی شیمی محض و کاربردی (IUPAC) تعیین شده است. نام ۲۰ آلکان راست زنجیر در جدول بالا آورده شده است. شما باید با ده نام نخست این لیست آشنا بشوید. نام آلکان های که پیشوند دارند، از پنتان شروع می شود (پیشوند یونانی) این نام، تعداد اتم های کربن را در مولکول می دهد. نام همه آلکان ها به پسوند -ان ختم می شود.

در شکل های A و B در بالا، دو مولکول متفاوت با فرمول C_4H_{10} می بینیم. این مولکول های متفاوت/ایزومر نامیده می شوند.

دو ترکیب متفاوت که دارای فرمول مشابه هستند،/ایزومر نامیده می شوند.

این ایزومرها، نوعی ایزومر ساختاری هستند.

ایزومرهای ساختاری دارای فرمول مولکولی مشابه هستند، اما ترتیب قرار گرفتن اتم ها در هر یک متفاوت است.

برای آلکان ۵ کربنه، اتم ها می توانند سه نوع آرایش متفاوت داشته باشند. بنابر این این سه نوع آلکان با فرمول C_5H_{12} ، نیز ایزومرند. برای C_6H_{14} پنج ایزومر ساختاری وجود دارد. جدول مقابل تعداد ایزومرهای ساختاری ممکن برای تعدادی از آلکان ها را نشان می دهد.

تعداد ایزومرهای ساختاری با افزایش تعداد اتم های کربن در هیدروکربن های سیر شده افزایش می یابد. در جدول مقابل، تعداد ایزومرهای برخی هیدروکربن های سیر شده (آلکان ها)

فرمول	تعداد ایزومر
C_7H_{16}	۹
C_8H_{18}	۱۸
C_9H_{20}	۳۵
$C_{10}H_{22}$	۷۵
$C_{11}H_{24}$	۱۵۹
$C_{12}H_{26}$	۳۵۵
$C_{13}H_{28}$	۸۰۲
$C_{14}H_{30}$	۱,۸۵۸
$C_{15}H_{32}$	۴,۳۴۷
$C_{20}H_{42}$	۳۶۶,۳۱۹
$C_{25}H_{52}$	۳۶,۷۹۷,۵۸۸
$C_{30}H_{62}$	۴,۱۱۱,۸۴۶,۷۶۳

نشان داده شده است. بیشتر این ایزومرها ساخته نشده یا جدا نشده اند. این ایزومرها ها هرگز وجود نداشته اند.

همچنین، با افزایش میزان شاخه ها برای سری مولکول های با وزن مولکولی مشابه، مولکول ها به هم فشرد می شوند. فشرد شدن مولکول می تواند نقاط تماس با مولکول های مجاور را کمتر کند. در نتیجه جاذبه ناشی از نیروی دوقطبی القایی (نیروهای پراکندگی) در مولکول های شاخه دار ضعیف تر می شوند، و نقطه جوش هیدروکربن ها کاهش می یابد. این خصوصیت را می توانید در جدول زیر ببینید.

نقطه جوش (°C)	فرمول	نام آیوپاک
۶۸/۷	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	هگزان
۶۰/۳	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHCH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	۲-متیل پنتان
۶۳/۳	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	۳-متیل پنتان
۴۹/۷	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CCH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	۲،۲-دی متیل بوتان
۵۸/۰	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{CH}-\text{CHCH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	۲،۳-دی متیل بوتان

تمرین های پایانی درس

۱. آلکان داده شده: $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$ را به روش آیوپاک نام گذاری کنید. ایزومرهای دیگر این آلکان را رسم و آن ها نام گذاری کنید.

۲. نام آیوپاک آلکان های زیر را بنویسید.

- (a) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_3$
- (b) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$
- (c) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$
- (d) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$
- (e) $\text{CH}_3\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_3$

۳. فرمول های ساختاری ایزومرهای هیدروکربنی با فرمول مولکولی C_6H_{14} را بنویسید. کدام ایزومر نقطه جوش بالاتری دارد؟

۴. نام آلکان زنجیری (بدون شاخه)، با فرمول مولکولی C_7H_{16} چیست؟

۵. فرمول ساختاری هر یک از آلکان های زیر را رسم کنید.

ب) ۲،۳-دی متیل اوکتان

آ) ۲،۳-دی متیل هگزان

ت) ۳-اتیل ۲-متیل هگزان

پ) ۳-اتیل هپتان

۶. نام آیوپاک آلکان های زیر را بنویسید.

