

واحد یادگیری ۶

هدف‌های آموزشی

- انتظار می‌رود دانش‌آموز در پایان این واحد یادگیری:
- ۱- با شکل هندسی مولکول‌ها و ذره‌های شیمیایی آشنا شود.
 - ۲- با عامل اصلی مؤثر بر شکل ذره‌های شیمیایی آشنا شود (با نظریه VSEPR آشنا شود).
 - ۳- مفهوم قلمرو الکترونی را درک کند.
 - ۴- با ویژگی‌های جفت الکترون‌های پیوندی آشنا شود.
 - ۵- مهارت پیشگویی شکل هندسی ذره‌های شیمیایی را در خود تقویت کند.
 - ۶- با زوایای پیوندی در چند مولکول یا ذره شیمیایی آشنا شود.
 - ۷- مهارت تشخیص یا پیش‌بینی تقریبی زوایای پیوندی در ذره‌های شیمیایی را در خود تقویت کند.

ارزشیابی تشخیصی

- (آ) ساختار لوویس CO_2 ، CO و H_2O را رسم کنید.
- (ب) برای تشکیل یک مثلث حداقل چند نقطه لازم است؟
- (پ) آیا شکل هندسی CO_2 و H_2O یکسان است؟
- (ت) قلمرو الکترونی چیست؟
- فرق آن با پیوند چیست؟

روش تدریس پیشنهادی

توصیه می‌شود از دانش‌آموزان بخواهید که بادکنک‌ها و پارچه پشمی و مقداری نخ را که با خود آورده‌اند، روی میز بگذارند سپس هر گروه دو بادکنک را باد کند و به پارچه پشمی مالش دهد. پس از آن، گروه‌ها بادکنک‌ها را از سر به یکدیگر متصل کنند (مطابق شکل) و سپس یکی از اعضای گروه آن را با تکه‌ای نخ آویزان نگه دارد. سعی کنید بادکنک‌ها را به هم نزدیک کنید!!! حال از دانش‌آموزان بخواهید درباره شکل ایجادشده توسط بادکنک‌ها، در گروه خود گفت‌وگو کنند. سپس ساختار لوویس CO_2 را روی تابلو رسم کنید و از دانش‌آموزان بپرسید: آیا شباهتی بین اتم‌ها در مولکول CO_2 با این بادکنک‌ها وجود دارد؟ آیا شباهتی بین نحوه قرار گرفتن اتم‌های O و C در مولکول CO_2 با این بادکنک‌ها وجود دارد؟ آیا الکترون‌های پیوندی (قلمروهای پیوندی) نیز مانند بادکنک‌ها یکدیگر را دفع می‌کنند؟



پاسخ گروه‌ها را بشنوید اما درباره درستی یا نادرستی آنها قضاوت نکنید، بلکه با جمع‌بندی موضوع شکل هندسی خطی را توضیح دهید و مفهوم قلمرو الکترونی را شرح دهید. سپس پرسش‌های زیر را مطرح کنید:

(آ) آیا شکل هندسی $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$ با $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ یکسان است؟

(ب) در این دو مولکول اتم‌های مرکزی چند قلمرو الکترونی دارند؟

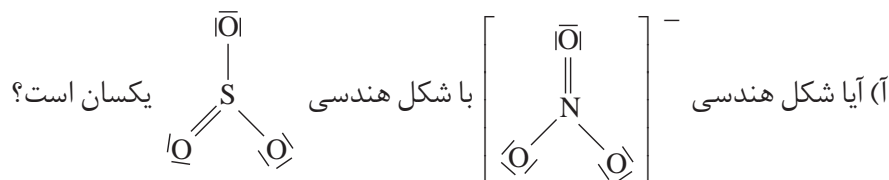
(پ) زاویه نشان داده شده در شکل را حدس بزنید.



(ت) تعمیم دهید: یافته‌های خود را درباره تعیین شکل هندسی ذره‌های شیمیایی با دو قلمرو الکترونی تعمیم دهید و آن را در کادر زیر بنویسید:

اکنون از گروه‌ها بخواهید تا مانند روش توضیح داده شده، این بار سه بادکنک را پس از باد کردن و باردار کردن به یکدیگر متصل کنند و پس از متصل کردن به نخ، آن را توسط یکی از اعضای گروه آویزان نگه دارند. از آنها بخواهید تا درباره شکل ایجاد شده توسط بادکنک‌ها در گروه خود گفت‌وگو کنند.

اکنون ساختار لوویس SO_3 را روی تابلو رسم کنید و از دانش‌آموزان بخواهید تا شباهتی بین بادکنک‌ها و ساختار مولکول رسم شده بیان کنند. پاسخ گروه‌ها را بشنوید و در صورت نیاز آنها را اصلاح کنید. سپس با جمع‌بندی موضوع، شکل هندسی سه ضلعی مسطح را معرفی و ویژگی‌های آن را بیان کنید در ادامه از آنها بپرسید:



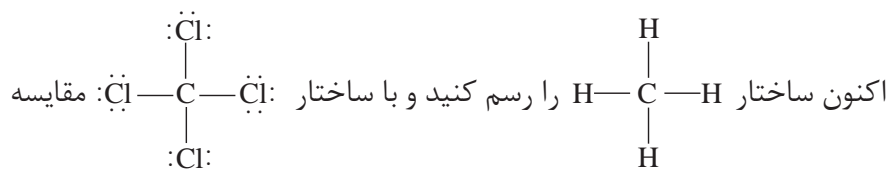
(ب) حدس می‌زنید زاویه پیوندی در هریک چند درجه باشد؟

(پ) در هریک، اتم مرکزی چند قلمرو الکترونی دارد؟

(ت) تعمیم دهید: یافته‌های خود را درباره تعیین شکل هندسی ذره‌های شیمیایی با

سه قلمرو الکترونی تعمیم دهید و در کادر زیر بنویسید.

اکنون از گروه‌ها بخواهید تا مانند روش توضیح داده شده، این بار چهار بادکنک را پس از باد کردن و باردار کردن به یکدیگر متصل کنند، پس از آن توسط نخ به وسیله یکی از اعضای گروه آویزان نگاه دارند و درباره شکل ایجاد شده توسط بادکنک‌ها در گروه خود گفت‌وگو کنند.



کنید و مانند دو مرحله قبل پس از بررسی، شکل چهاروجهی را توضیح دهید و از

دانش‌آموزان بخواهید با بررسی شکل هندسی دو مولکول رسم شده و شکل بادکنک‌ها، به سؤالات زیر پاسخ دهند:

(آ) در هریک چند قلمرو الکترونی در اطراف اتم مرکزی است؟

ب) تعمیم دهید: یافته‌های خود را دربارهٔ تعیین شکل هندسی ذره‌های شیمیایی با چهار قلمرو الکترونی تعمیم دهید و در کادر زیر بنویسید:

ارزشیابی پایانی

برای هریک از ذره‌های شیمیایی: CH_2O - CS_2 - NO_3^-

ا) ساختار لوویس را رسم کنید.

ب) تعداد قلمروهای الکترونی پیرامون اتم مرکزی را مشخص کنید.

پ) شکل هندسی و زاویه پیوندی را تعیین کنید.



واحد یادگیری ۷

روش تدریس پیشنهادی

توصیه می شود از دانش آموزان بخواهید دو بادکنک بیضی شکل، یک بادکنک گرد، نخ و پارچه پشمی را روی میز قرار دهند. بادکنک ها را باد کرده و پس از مالش با پارچه پشمی از قسمت سر به هم متصل کنند (بادکنک گرد را بیشتر باد کنید). سپس به وسیله نخ آنها را بسته و یکی از دانش آموزان آن را آویزان نگه دارد، حال از دانش آموزان بپرسید:

(آ) بادکنک ها چند قلمرو تشکیل داده اند؟

(ب) آیا همه بادکنک ها به یک اندازه به هم نیرو وارد می کنند؟

(پ) بادکنک گرد چه تأثیری بر زاویه بین پیوندها دارد؟

(ت) اگر بادکنک گرد را در نظر بگیریم (باشد ولی آن را نادیده بگیریم) شکل فضایی

بادکنک ها را حدس بزنید.

اکنون ساختار لوویس مولکول SO_2 را رسم کنید و از دانش آموزان بخواهید تا طرز

قرار گرفتن بادکنک ها را با ساختار SO_2 مطابقت داده و به سؤالات پاسخ دهند.

(آ) درباره شباهت این ساختار با شکل بادکنک ها گفت و گو کنید.

(ب) الکترون های ناپیوندی چه تأثیری بر زاویه پیوندی دارند؟

(پ) چند قلمرو الکترونی در ساختار این مولکول دیده می شود؟

(ت) آیا قلمروهای الکترونی یکسان اند؟

(ث) زاویه پیوندی را حدس بزنید.

در ادامه، پس از شنیدن نظرات دانش آموزان مطالب را جمع بندی کنید و شکل

هندسی خمیده و زاویه پیوندی آن را معرفی نمایید و از دانش آموزان بخواهید درباره شکل

هندسی ذره های مشابه، یک قاعده کلی را بیان کنند.

هدف های آموزشی

انتظار می رود دانش آموز در

پایان این واحد یادگیری:

۱- با ویژگی جفت الکترون های

پیوندی و ناپیوندی آشنا شود.

۲- مهارت پیش گویی شکل

هندسی ذره های شیمیایی را در

خود تقویت کند.

۳- اثر الکترون های ناپیوندی

بر شکل هندسی مولکول ها و زاویه

پیوندی را درک کند.

۴- با قلمروهای پیوندی و

ناپیوندی آشنا شود.

۵- مهارت استفاده از مدل

را در خود تقویت کند.

۶- مهارت تعمیم مطالب

علمی را در خود تقویت کند.

ارزشیابی تشخیصی

(آ) ساختار لوویس C_2H_2 و

SO_2 را رسم کنید.

(ب) زاویه پیوندی را در

هریک تعیین کنید.

(پ) قلمروهای الکترونی را

در هر یک مشخص کنید.

(ت) آیا تعداد قلمروهای

الکترونی در آنها یکسان است؟

اکنون از دانش آموزان بخواهید سه بادکنک بیضی و یک بادکنک گرد را باد کنند و

پس از باردار کردن به هم متصل کنند و طبق روش های قبل یکی از دانش آموزان با نخ آن

را آویزان نگه دارد و از دانش آموزان بخواهید تعداد قلمرو را مشخص کنند. سپس از آنها

بخواهید درباره چگونگی تأثیر قلمروها برهم در گروه بحث کنند.

حال ساختار NH_3 را روی تابلو رسم کنید و از آنها بخواهید تا این ساختار را با شکل

بادکنک ها تطبیق دهند. سپس شکل هرم با قاعده مثلثی و زاویه پیوندی تقریبی را در آن

توضیح دهید و به سؤالات احتمالی دانش آموزان پاسخ دهید. در ادامه از آنها بخواهید همین کار را برای مولکول $\text{H}-\overset{\cdot\cdot}{\text{O}}-\text{H}$ تکرار کنند و نتیجه کلی را در دو جمله بیان کنند.

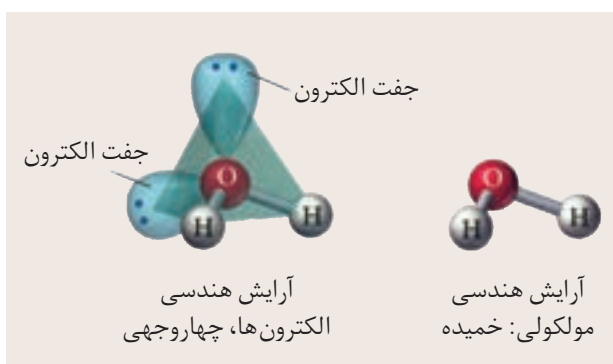
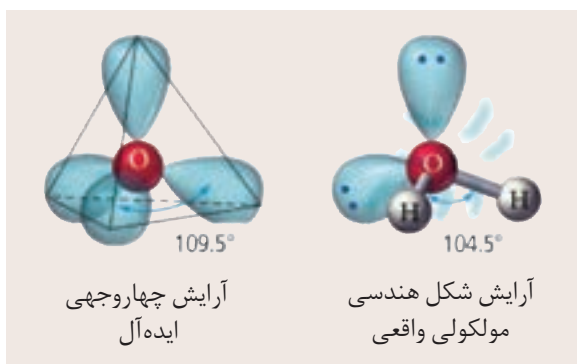
ارزشیابی

- ۱- با استفاده از مدل های مولکولی، شکل هندسی H_2S ، PCl_3 ، BF_3 و CH_4 را پیش بینی کنید و زوایای پیوندی را (به طور تقریبی) حدس بزنید.
- ۲- از گروه ها بخواهید تا برای جلسه بعد یک پوستر درباره شکل هندسی و زوایای پیوندی و ... طراحی کنند و به کلاس ارائه دهند.

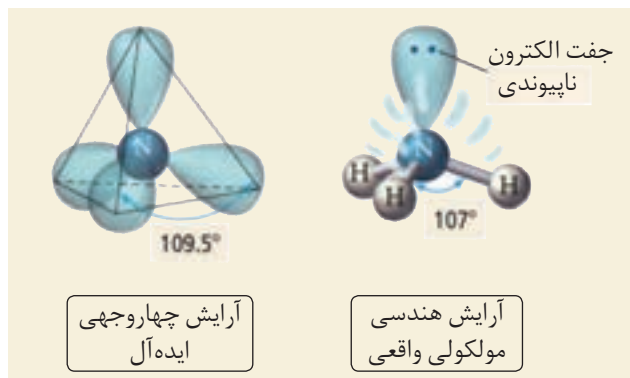
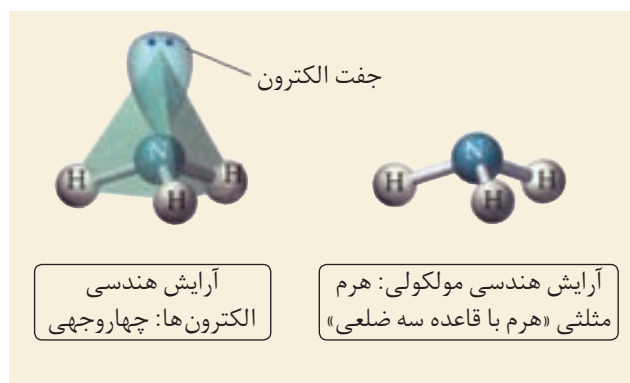
بر دانش خود بیفزایید

«شکل هندسی ذره های شیمیایی که از قاعده هشت تایی پیروی می کنند.»

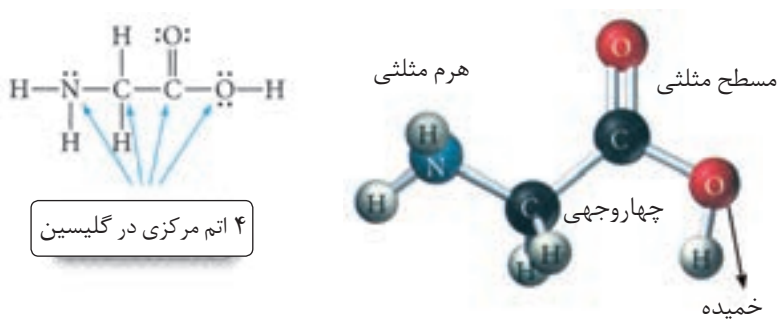
بر اساس نظریه VSEPR (Valence Shell Electron Pair Repulsion) جفت الکترون های پیرامون اتم مرکزی به گونه ای در فضا جهت گیری می کنند که دافعه بین آنها به کمترین مقدار ممکن برسد. در نتیجه فاصله بین آنها باید به بیشترین مقدار ممکن برسد و از هم دور شوند. شکل های ۱۳ و ۱۴ شکل هندسی، زاویه پیوندی، تعداد قلمروهای الکترونی و ... را برای گونه هایی که از قاعده هشت تایی تبعیت می کنند، نشان می دهند. توجه کنید که آرایش هندسی الکترون ها نشان می دهد که آرایش فضایی تمام جفت الکترون ها پیرامون اتم مرکزی چگونه است! در حالی که شکل هندسی مولکول فقط آرایش فضایی جفت الکترون های پیوندی را در اطراف اتم مرکزی نشان می دهد. برای نمونه شکل هندسی مولکول CO_2 خطی است، در حالی که آرایش هندسی الکترونی اتم های اکسیژن، مسطح مثلثی است. شکل های زیر مثال هایی از این موارد را نشان می دهند.



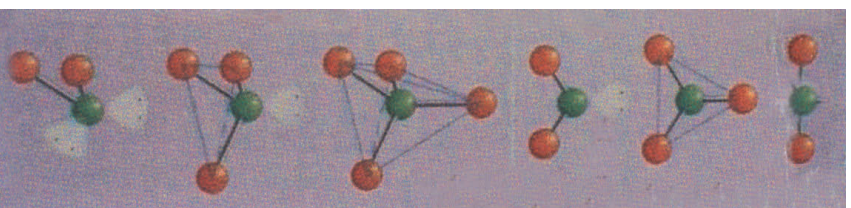
شکل ۱۳. آرایش هندسی مولکول آب در مقایسه با آرایش هندسی الکترون ها



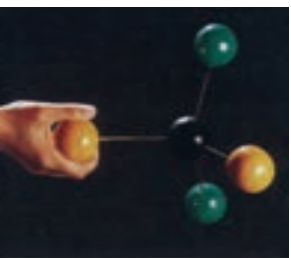
شکل ۱۴. آرایش هندسی مولکول آمونیاک در مقایسه با آرایش هندسی الکترون ها



شکل ۱۵. آرایش هندسی مولکول گلیسین


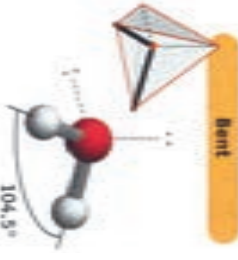


فرمول همگانی	قلمروهای الکترونی		شکل فضایی	زاویه پیوند	آرایش هندسی مولکول	آرایش هندسی الکترون‌های پیرامون اتم مرکزی	خطی		مسطح مثلثی	مسطح مثلثی	در هر مولکول زوایای پیوندی مقدارهای متفاوت دارند.
	پیوندی	ناپیوندی					۲	۰			
AB ₂		۲	خطی	۱۸۰	خطی	خطی			مسطح مثلثی	مسطح مثلثی	۱۲۰
		کل قلمروها = ۲									
AB ₃		۳	مسطح مثلثی	۱۲۰	مسطح مثلثی	مسطح مثلثی			مسطح مثلثی	مسطح مثلثی	در هر مولکول زوایای پیوندی مقدارهای متفاوت دارند.
		۳									
ABC ₂ یا AB ₂ C		۳	خطی	۱۸۰	خطی	خطی			مسطح مثلثی	مسطح مثلثی	در هر مولکول زوایای پیوندی مقدارهای متفاوت دارند.
		۳									
مولکول یا یون		کل قلمروهای الکترونی = ۳									
CO ₂ , BeF ₂ , HCN BeCl ₂ , NO ₂ ⁺ , CN ²⁺ , N ₂ ²⁺											
BF ₃ , SO ₃ , CO ₃ ²⁻ NO ₃ ⁻ , BCl ₃											
ABC ₂ , CH ₂ O NO ₂ , Cl											

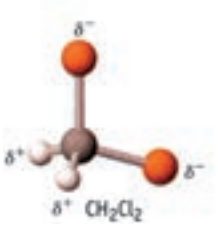
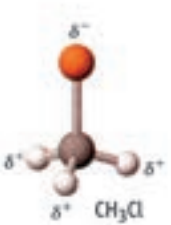
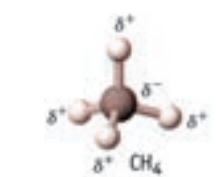


	109.5°	چهاروجهی منتظم	چهاروجهی منتظم	0	4	AB_4	$CH_4, CCl_4, (X'_4 = \text{هالوژن})$ SiF_4, NH_4^+, PO_4^{3-} SO_4^{2-}, ClO_4^-
$-$	$-$	چهاروجهی	چهاروجهی	0	4	AB_3C AB_2C_2 ABC_4	$CH_3Cl, CHCl_3$ CH_3OH, SO_2Cl_2
	کوچکتر از 120° (اما در هر مولکول مقدار متفاوتی دارد)	خمیده (زاویه دارد)	مسطح مثلثی	1	2	AB_2E	$O_3, SO_2, NO_2^-, SnCl_2$ $SnBr_2$
				کل قلمروهای الکترونی	$3 = \text{کل قلمروهای الکترونی}$		

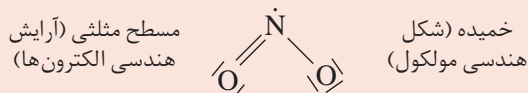


 <p>Ammonia, NH_3 3 bond pairs 1 lone pair 107.5°</p>	کوچکتر از $109/5^\circ$ (فقط در آمونیاک زاویه 107°)		هرمی		چهاروجهی		AB ₃ E		$\text{NH}_3, \text{H}_2\text{O}, \text{NX}_3$ (X = هالوژن) PX_3 (X = هالوژن) و ClO_3^- SnCl_3^-
 <p>Water, H_2O 2 bond pairs 2 lone pairs 104.5°</p>	کوچکتر از $109/5^\circ$ (فقط در آب زاویه 105°)		خمیده (زاویه دار)		چهاروجهی		AB ₃ E ₂		$\text{SF}_4, \text{H}_2\text{S}, \text{H}_2\text{O}, \text{OCl}_4, \text{OF}_4, \text{NO}_2^-$

* زاویه پیوندی در این نوع ذره‌ها از ذره‌های با شکل هندسی هرمی کوچکتر است.
 * در فرمول همگانی A نماینده اتم مرکزی، B و C: اتم کناری و E نماینده جفت الکترون آزاد است.



توجه کنید: مولکول NO_2 یک رادیکال است؛ زیرا تعداد الکترون هایش فرد است. آرایش لوویس و شکل هندسی آن به صورت زیر است.



در این مولکول زاویه پیوندی از NO_2^- و SO_3 و O_3 بزرگ تر است.

هرگاه اتم مرکزی یک پیوند دوگانه داشته باشد، آرایش هندسی آن مسطح مثلثی خواهد بود و اگر اتم مرکزی دارای یک پیوند سه گانه یا دو پیوند دوگانه باشد، آرایش اتمی آن به صورت خطی درمی آید، برای نمونه

$\text{H}_2\text{C}=\text{C}=\text{CH}_2$ آلن - خطی

$\text{O}=\text{C}=\text{C}=\text{C}=\text{O}$ سو بواکسید - خطی

شکل هندسی مولکول ها یا یون هایی که بیش از ۸e ظرفیت در اطراف اتم مرکزی خود دارند.

برای تعیین شکل هندسی از قواعد زیر کمک بگیرید.

(آ) آرایش لوویس ذره را رسم و تعداد کل قلمروها را مشخص کنید.

(ب) آرایش های هندسی الکترون ها و حالت های ممکن آنها را با توجه به تعداد کل قلمروها به صورت زیر پیش گویی و رسم کنید.

آرایش هندسی الکترون ها	دوهرمی با قاعده مثلث	دوهرمی با قاعده مربع	دوهرمی با قاعده پنج ضلعی
تعداد کل قلمروها	۵	۶	۷

(پ) برای هریک از آرایش ها تعداد دافعه های زیر را حساب کنید.

lp - bp: دافعه جفت الکترون های ناپیوندی با پیوندی (lone Pair - bond Pair)

lp-lp: دافعه جفت الکترون های ناپیوندی با ناپیوندی (lone Pair - lone Pair)

bp-bp: دافعه جفت الکترون های پیوندی با پیوندی (bond Pair - bond Pair)

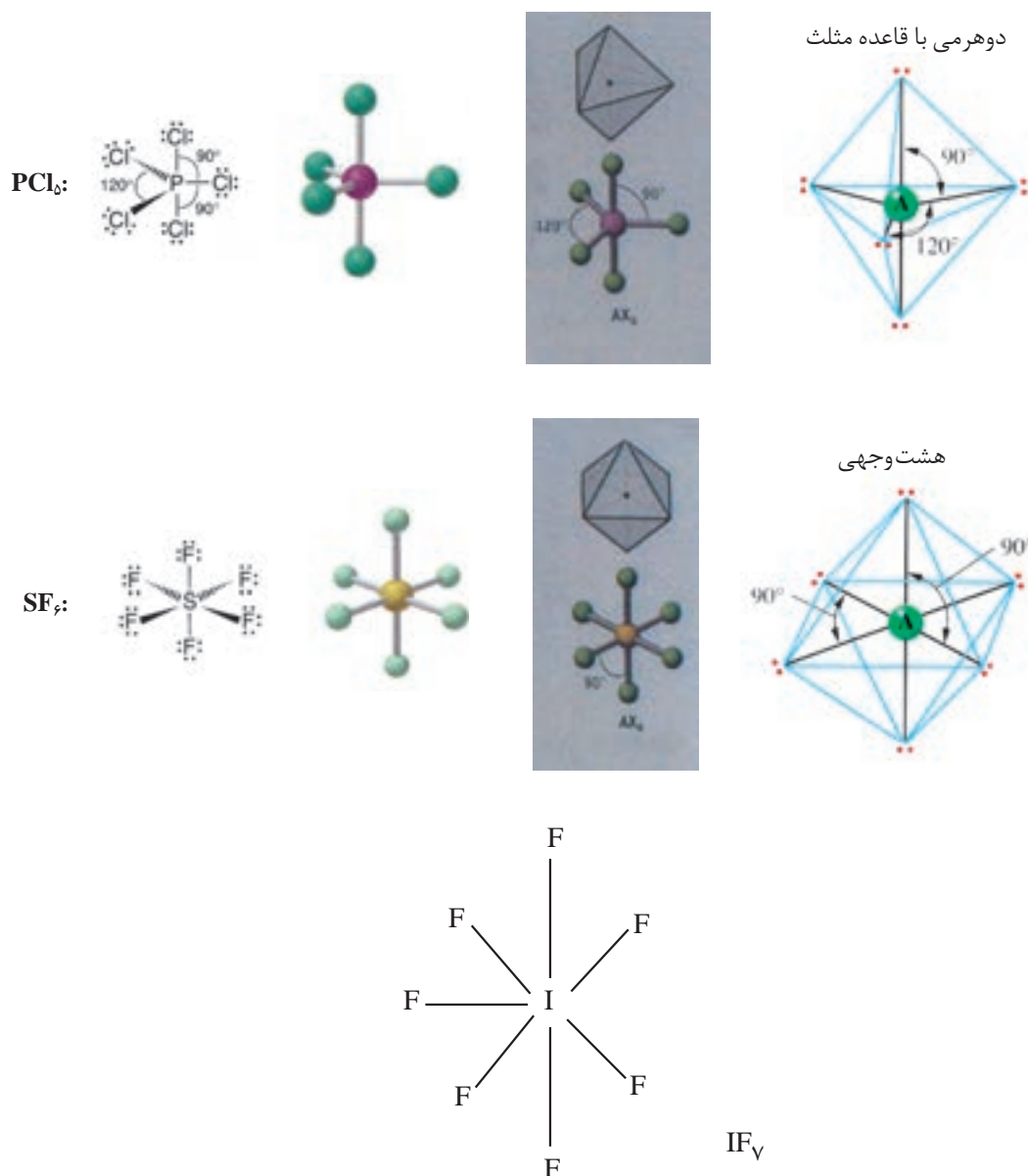
توجه: فقط دافعه هایی قابل شمارش اند که زاویه بین آنها 90° باشد.

(ت) با توجه به اینکه: $\text{lp-lp} >> \text{lp-bp} > \text{bp-bp}$

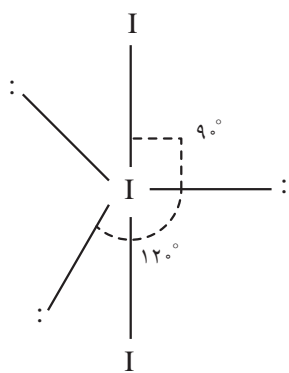
آرایی که کمترین دافعه را دارد، مشخص کنید. سپس از روی آن شکل هندسی ذره

شیمیایی را پیش گویی کنید.

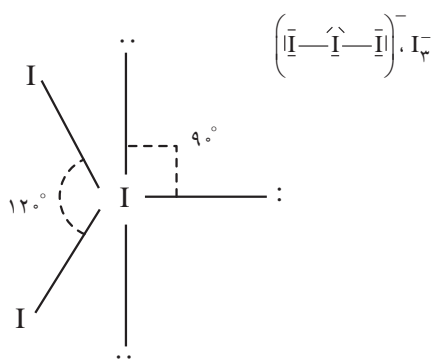
توجه کنید که اگر تمام قلمروهای الکترونی، پیوندی باشند، شکل هندسی مولکول با آرایش هندسی الکترون ها در اطراف اتم مرکزی یکسان خواهد بود. برای نمونه؛ برای یون تری یدید دو حالت برای آرایش هندسی الکترون ها در اطراف اتم مرکزی می توان رسم کرد که عبارت اند از:



شکل ۱۶. آرایش لوویس و شکل هندسی برخی از ترکیبها



شکل آ



شکل ب

شکل ۱۷

با محاسبه تعداد دافعه‌ها، آرایشی که کمترین دافعه را دارد، مشخص می‌کنند.

$$lp-lp = 0$$

$$lp-bp = 6$$

$$bp-bp = 0$$

$$2(lp-bp) < 1(lp-lp) + (bp-bp)$$

دافعه کمتر

پایدارتر

$$lp-lp = 1$$

$$lp-bp = 4$$

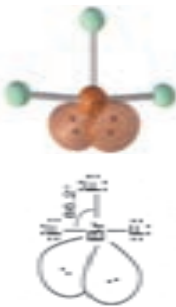

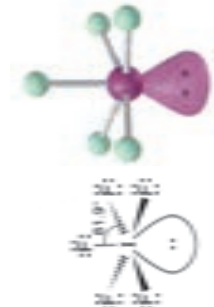
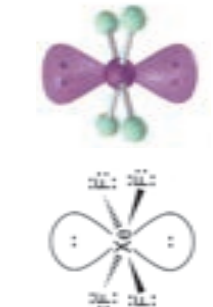
$$bp-bp = 1$$

دافعه بیشتر



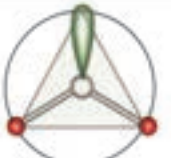










ناپایدارتر

در نتیجه I_3^- به شکل خطی است.



	۹۰°	شکل - T	دوهرمی با قاعده مثلث	۲	۳	AB ₃ E ₂	ClF ₃ , BrF ₃
	۱۸۰°	خطی	دوهرمی با قاعده مثلث	۳	۲	AB ₄ E ₂	IF ₅ ⁻ , I ₃ ⁻ , XeF ₄
	۹۰°	هرم مربعی	دوهرمی با قاعده مربع (هشت وجهی)	۱	۵	AB ₆ E	BrF ₅ , TeF ₆ XeO ₄
	۹۰°	مسطح مربعی	هشت وجهی	۲	۴	AB ₆ E ₂	XeF ₆ , ICl ₄ ⁻

جدول زیر نحوه دیگری از نمایش شکل هندسی مولکول‌ها را نشان می‌دهد.

تعداد قلمروهای الکترونی	شکل‌های مولکولی			
2	 AX_2 Linear			
3	 AX_3 Trigonal planar	 AX_2 Bent		
4	 AX_4 Tetrahedral	 AX_3E Trigonal pyramidal	 AX_2E_2 Bent	
5	 AX_5 Trigonal bipyramidal	 AX_4E Seesaw-shaped	 AX_3E_2 T-shaped	 AX_2E_3 Linear
6	 AX_6 Octahedral	 AX_5E Square pyramidal	 AX_4E_2 Square planar	

شکل ۱۸

زاویه پیوند

زاویه پیوند به چندین عامل بستگی دارد که برخی از آنها عبارت‌اند از:

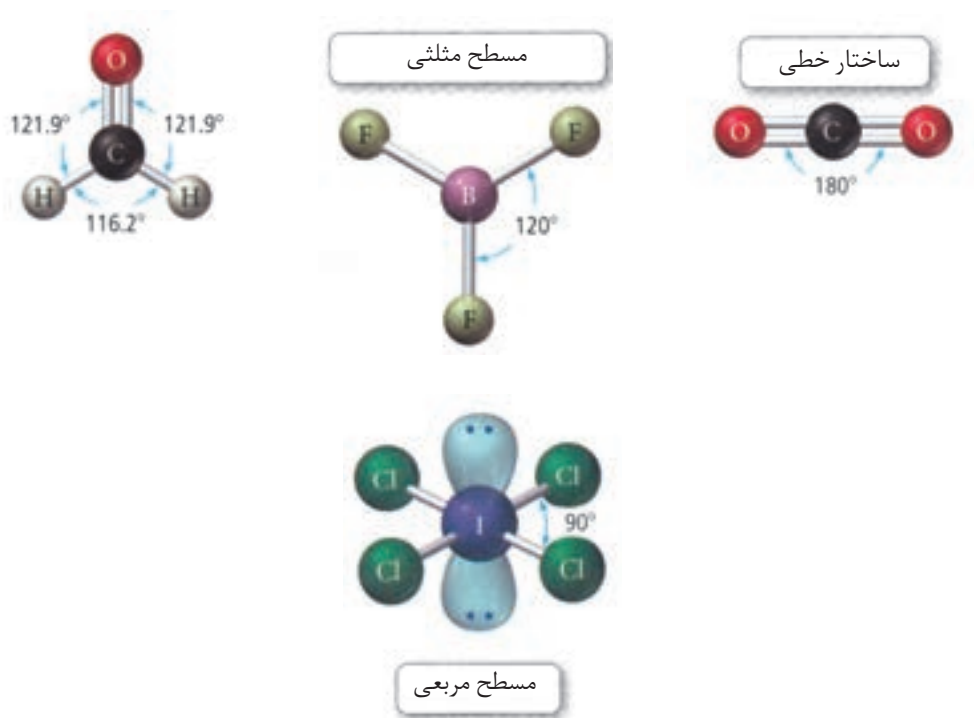
(آ) آرایش هندسی الکترون‌ها پیرامون اتم مرکزی

(ب) تعداد جفت الکترون‌های آزاد

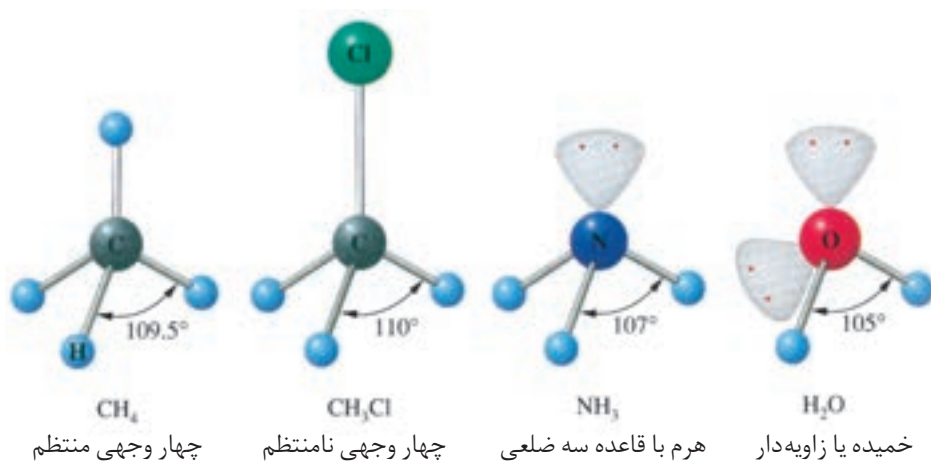


پ) وجود پیوندهای دوگانه - سه گانه
 ت) هیبریداسیون اتم مرکزی
 ث) اختلاف الکترونگاتیوی اتم‌های پیوندی
 ج) طول پیوند

در شکل زیر، شکل هندسی تعدادی از مولکول‌ها به همراه زوایای پیوندی آنها نشان داده شده است.



شکل ۱۹



شکل ۲۰. شکل هندسی و زوایای پیوند در چند مولکول

در جدول ۴ برخی ویژگی‌های ترکیب هیدروژن دار عنصرهای گروه ۱۵ را مشاهده می‌کنید.

جدول ۴. برخی ویژگی‌های هیدروژن دار عنصرهای گروه ۱۵

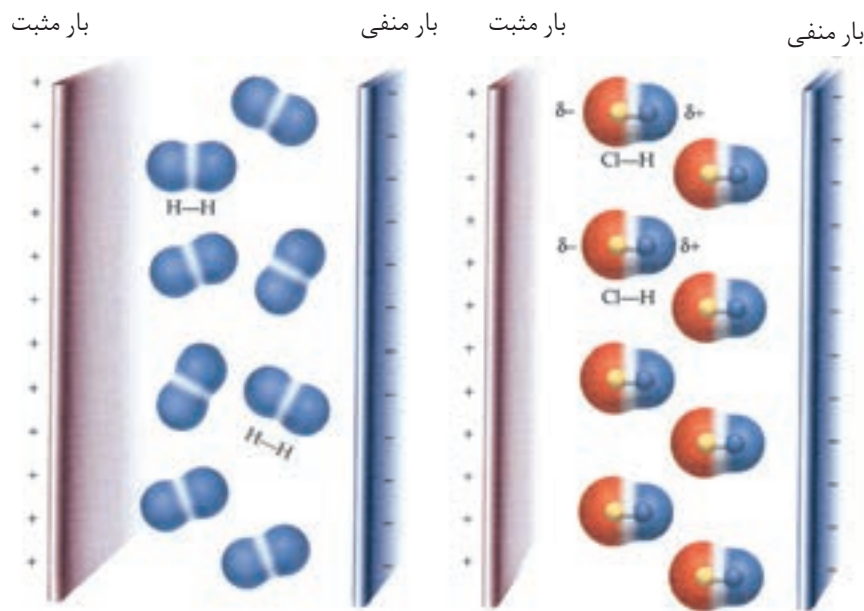
نام ترکیب	فرمول ترکیب	طول پیوند (pm)	ممان دوقطبی (D)	زاویه پیوند
آمونیاک	NH_3	۱۰۱	۱/۴۲	107°
فسفین	PH_3	۱۴۲	۰/۵۸	$93/5^\circ$
آرسین	AsH_3	۱۵۲	۰/۲	$92/8^\circ$
نیتروژن تری فلوئورید	NF_3	۱۳۷	۰/۲۳	102°
فسفرتری فلوئورید	PF_3	۱۵۶	۰/۳	$96/3^\circ$



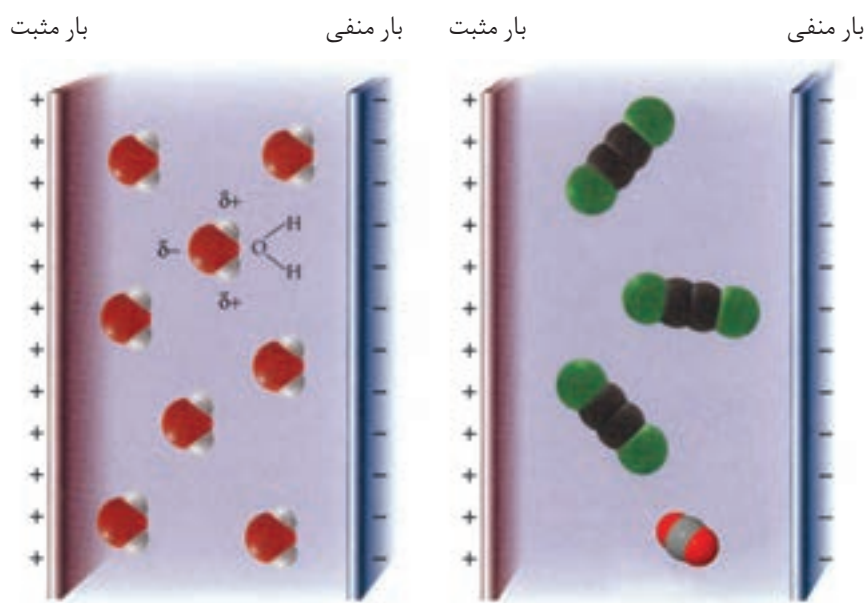
واحد یادگیری ۸

روش تدریس پیشنهادی

توصیه می‌شود تصویرهای زیر را (یا انیمیشن مربوطه را از سایت گروه شیمی دفتر تألیف، بخش راهنمای معلم، دانلود کنید) به دانش‌آموزان نشان دهید و از آنها بخواهید به پرسش‌ها پاسخ دهند.



شکل ۲۱. رفتار مولکول‌های H_2 و HCl در میدان الکتریکی



شکل ۲۲. رفتار مولکول‌های H_2O و CO_2 در میدان الکتریکی

هدف‌های آموزشی

- انتظار می‌رود دانش‌آموز در پایان این واحد یادگیری:
 - ۱- با مولکول‌های قطبی و ناقطبی آشنا شود.
 - ۲- مهارت تشخیص مولکول‌های قطبی را از ناقطبی در خود تقویت کند.
 - ۳- با عکس‌العمل مولکول‌های قطبی و ناقطبی در میدان الکتریکی آشنا شود.
 - ۴- علت قطبی بودن مولکول‌ها را درک کند.
 - ۵- با اثر قطبیت بر روی خواص فیزیکی ماده آشنا شود.
 - ۶- نیروی وان‌دروالسی را بشناسد.
 - ۷- مهارت مقایسه نقطه ذوب و جوش مولکول‌های قطبی را در خود تقویت کند.

ارزشیابی تشخیصی

- ۱- حالت فیزیکی CO_2 در دمای اتاق چگونه است؟
- ۲- آیا مولکول N_2 در میدان الکتریکی جهت‌گیری می‌کند؟ چرا؟
- ۳- نظر شما دربارهٔ جمله «هر مولکولی که در آن اتم مرکزی به اتم‌های مختلف متصل باشد، قطبی است» چیست؟ توضیح دهید.

- ۱- در غیاب میدان الکتریکی چه شباهتی بین تصاویر وجود دارد؟
 - ۲- پس از برقراری میدان الکتریکی چه اتفاقی افتاده است؟
 - ۳- اگر هر پیوند قطبی دارای یک بردار باشد که جهت آن به سمت اتم الکترونگاتیوتر است، بردار پیوندهای سه مولکول بالا را رسم کنید.
 - ۴- هرگاه بدانید که «در مولکول غیرقطبی برآیند این بردارها برابر صفر و در مولکول قطبی مخالف صفر است» با توجه به برآیند بردارهای قطبیت، مشخص کنید کدام مولکول قطبی و کدام ناقطبی است؟
 - ۵- آیا این نتیجه گیری با رفتار مولکول ها در میدان الکتریکی همخوانی دارد؟
 - ۶- با توجه به آرایش لوویس و شکل هندسی این مولکول ها چه عاملی را موجب جهت گیری مولکول های آب و آمونیاک در میدان الکتریکی می دانید؟
- به دانش آموزان فرصت کافی دهید تا در گروه خود بحث و گفت و گو کنند؛ سپس از آنها بخواهید تا جمع بندی پاسخ های خود را به صورت یک جمله بنویسند و به کلاس ارائه دهند.
- توجه کنید این پاسخ قابل قبول است که «وجود جفت الکترون ناپیوندی بر روی اتم مرکزی اغلب سبب قطبی شدن مولکول می شود».
- در ادامه از دانش آموزان بخواهید تا با توجه به داده های هر یک از مولکول های زیر درباره علت قطبی یا ناقطبی بودن آنها در گروه بحث کنند و نتیجه را به صورت یک جمله به کلاس ارائه دهند.

$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{Cl} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{Cl} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{Cl} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{Cl} \\ \\ \text{Cl} \end{array}$	شکل هندسی
متان (ناقطبی)	کلروفرم (قطبی)	دی کلرومتان (قطبی)	تری کلرومتان (قطبی)	فرمالدهید (قطبی)	کربن تتراکلرید (ناقطبی)	قطبی / ناقطبی

اکنون از دانش آموزان بخواهید تا به پرسش زیر پاسخ دهند (ارزشیابی مستمر).

مشخص کنید از مولکول های زیر، کدام قطبی و کدام ناقطبی اند؟



در ادامه کاربرگ صفحه بعد را که قبلاً چاپ و تکثیر کرده اید، در اختیار گروه ها قرار دهید و از آنها بخواهید با بررسی داده های آن به پرسش های مطرح شده پاسخ دهند.

جدول برخی از خواص فیزیکی چند مولکول قطبی و ناقطبی

قطبیت	نقطه جوش (°C)	حالت فیزیکی در دمای اتاق	جرم مولی (g)	نام	فرمول ماده
قطبی	۱۰۰	مایع	۱۸	آب	H ₂ O
ناقطبی	-۷۸	گاز	۴۴	کربن دی اکسید	CO ₂
ناقطبی	-۱۹۶	گاز	۲۸	نیتروژن	N ₂
ناقطبی	-۱۸۳	گاز	۳۲	اکسیژن	O ₂
قطبی	۶۵	مایع	۳۲	متانول	CH ₃ OH
ناقطبی	۷۶	مایع	۱۵۴	کربن تتراکلرید	CCl ₄
قطبی	۵۶	مایع	۵۸	استون	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \end{array}$
ناقطبی	۱۸۴	جامد	۲۵۴	ید	I ₂
ناقطبی	-۱۶۰	گاز	۱۶	متان	CH ₄
ناقطبی	-۸۰	گاز	۳۰	اتان	C ₂ H ₆

پرسش‌ها

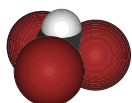
- ۱- حالت فیزیکی اغلب مولکول‌های ناقطبی در دمای اتاق چگونه است؟
- ۲- کدام مولکول‌ها با نیروهای قوی‌تری همدیگر را می‌ربایند؟
- ۳- آیا قطبی بودن تنها عامل بالا بردن نقطه جوش است؟
- ۴- نیروی بین مولکول‌های ناقطبی چه ارتباطی با جرم مولی آنها دارد؟

به دانش‌آموزان فرصت کافی بدهید، سپس از یکی از گروه‌ها بخواهید تا پاسخ گروه خود را برای سایر گروه‌ها بخواند و گروه‌ها درباره درستی آنها اظهار نظر کنند. پس از اظهار نظر دانش‌آموزان، موضوع را جمع‌بندی و پاسخ‌های درست را تأیید و پاسخ‌های نادرست را اصلاح کنید.

در ادامه از دانش‌آموزان بخواهید درباره تصویر صفحه بعد هرچه می‌دانند، بیان

کنند.

$$\frac{253 \text{ g}}{\text{mol}} = \text{جرم مولی}$$



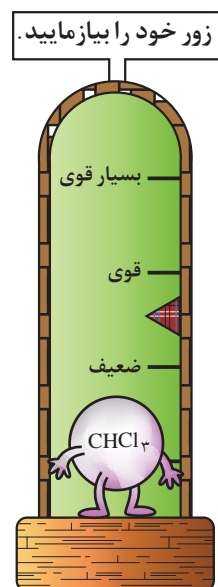
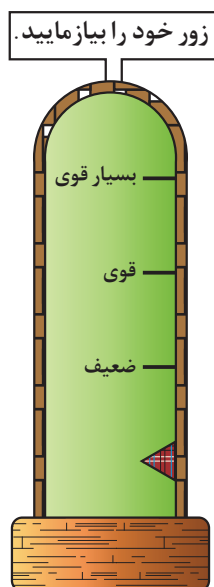
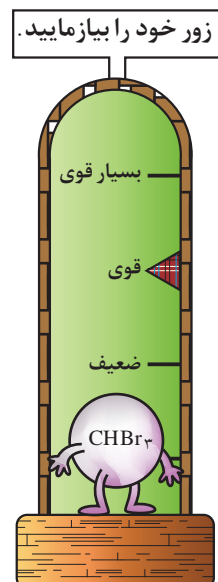
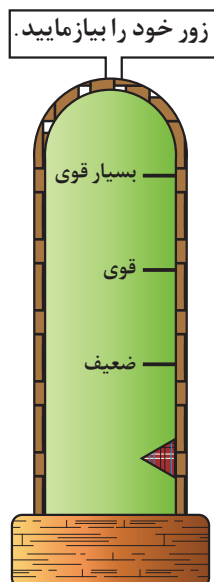
نقطهٔ جوش = 147°C



$$\frac{119.5 \text{ g}}{\text{mol}} = \text{جرم مولی}$$



نقطهٔ جوش = 67°C



نظر دانش آموزان را بدون نقد کردن، روی تابلو بنویسید. در پایان بررسی آنها موضوع را جمع بندی کنید و دربارهٔ نیروی مولکولی در مولکول های قطبی (نیروی وان دروالسی) به صورت کلی توضیح دهید.



ارزشیابی

۱- با توجه به جدول، مشخص کنید که نیروی وان دروالسی با جرم مولکول ها چه ارتباطی دارد؟

ماده	H-I	H-Br	H-Cl
جرم مولی (g.mol^{-1})	۱۲۸	۸۱	۳۶/۵
نقطه ذوب ($^{\circ}\text{C}$)	-۵۰	-۸۷	-۱۱۴
نقطه جوش ($^{\circ}\text{C}$)	-۳۵	-۶۷	-۸۵

۲- نقطه جوش کدام ماده بالاتر است؟ چرا؟

CO_۲ (آ) CS_۲ (ب)

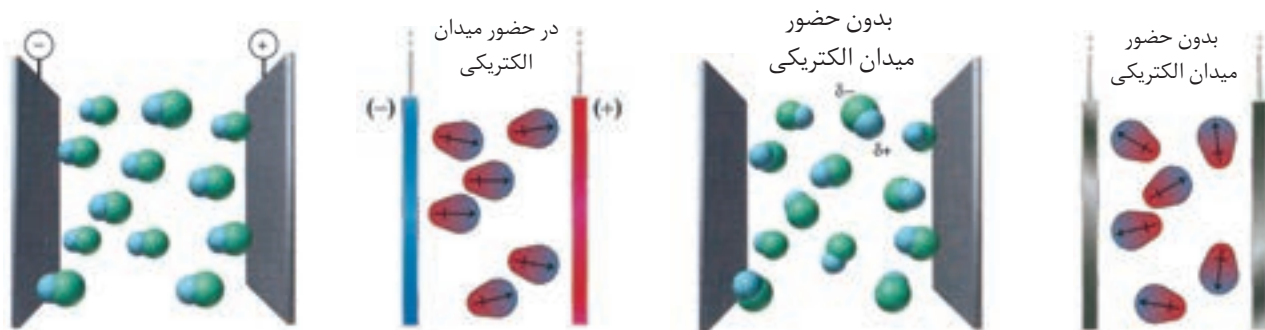
بر دانش خود بیفزایید

قطبیت مولکول ها

در مولکول های دو اتمی، وجود اختلاف معنادار الکترونگاتیوی بین دو اتم سبب می شود که هم پیوند و هم مولکول قطبی باشد؛ به طوری که در میدان الکتریکی جهت گیری می کنند.



نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی؛ رنگ قرمز نشان دهنده چگالی زیاد الکترون است.



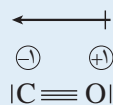
شکل ۲۳. رفتار مولکول های HF در میدان الکتریکی و در غیاب میدان الکتریکی

برای هر پیوند قطبی می توان یک بردار ممان (گشتاور) دو قطبی رسم کرد. به طوری که جهت ممان دو قطبی از اتم با الکترونگاتیوی کمتر به سمت اتم با الکترونگاتیوی بیشتر است. به عنوان مثال:



شکل ۲۴. توزیع ابر الکترونی در مولکول H-Cl

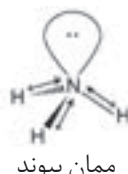
در مولکول CO، علی‌رغم این که الکترونگاتیوی کربن کمتر است، جهت ممان دو قطبی به سمت کربن است، زیرا کربن بار منفی دارد و اکسیژن بار مثبت پیدا کرده است.



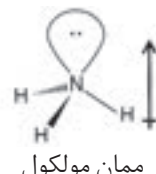
در مولکول‌های چنداتمی، ممکن است پیوند قطبی، اما مولکول ناقطبی باشد. درواقع شرط قطبی بودن هر مولکول این است که برآیند ممان‌های دو قطبی آن مخالف صفر باشد. در شکل ۲۵ تعدادی از مولکول‌های قطبی و ناقطبی را مشاهده می‌کنید.



ب) مولکول آب



ممان پیوند



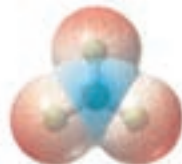
ممان مولکول



آ) مولکول آمونیاک



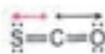
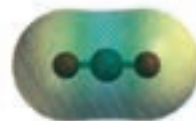
ت) مولکول BF_3



بدون گشتاور دو قطبی خالص

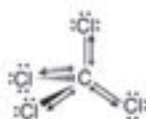


پ) مولکول CO_2

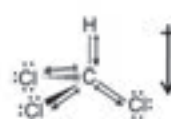


ممان دو قطبی مولکول

ث) مولکول CSO



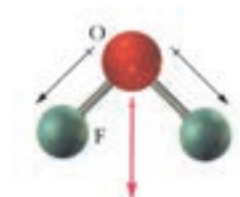
ج) (چ)



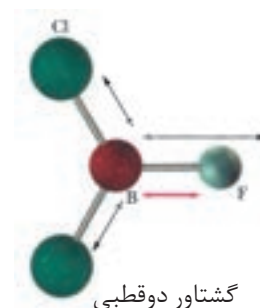
ج) (ج)

شکل ۲۵. نقشه پتانسیل الکترواستاتیکی، بردارهای ممان دو قطبی و برآیند ممان دو قطبی برای چند مولکول

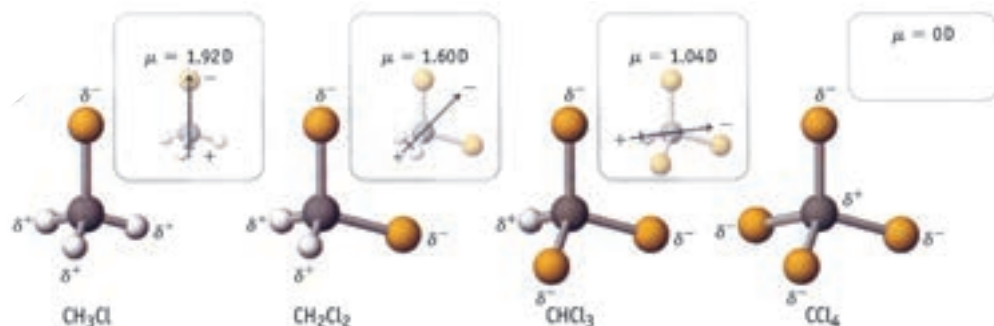
جهت ممان دوقطبی مولکول، به شکل مولکول، الکترونگاتیوی اتم‌های متصل به اتم مرکزی و ... بستگی دارد. در شکل ۲۶ جهت ممان دوقطبی برخی از مولکول‌ها نشان داده شده است.



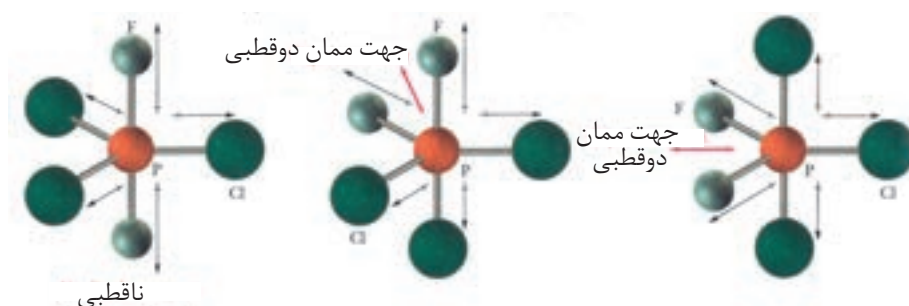
مولکول اکسیژن
دی‌فلوئورید



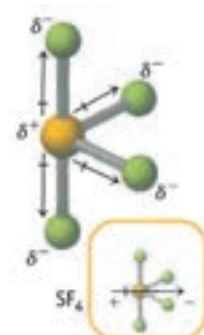
گشتاور دوقطبی



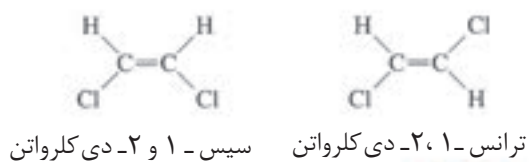
آ) ممان دوقطبی برای مشتقات کلردار متان



ب) ممان دوقطبی برای ایزومرهای PF_5Cl_3



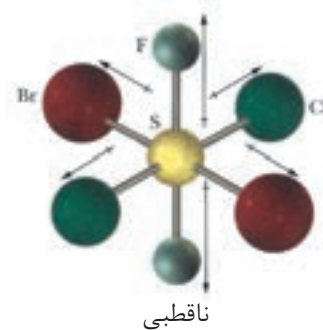
دوقطبی خالص



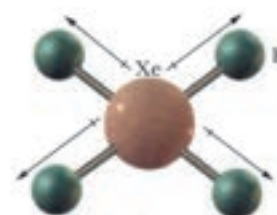
سیس - ۱ و ۲ - دی‌کلرواتن ترانس - ۱، ۲ - دی‌کلرواتن



پ) ایزومرهای ۱ و ۲ - دی‌کلرواتن



ناقطبی



ناقطبی

شکل ۲۶.

ممان دو قطبی (μ) کمیتی برداری بوده و برابر است با:

$$\vec{\mu} = \vec{r} \cdot e$$

در این رابطه r فاصله بین دو اتم (برحسب متر m) و e بار الکتریکی جزئی بر روی هر اتم (برحسب کولن C) می دهد. μ یکای دبای دارد، به طوری که داریم:

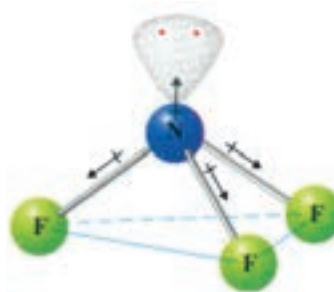
$$1 D = 3.34 \times 10^{-30} C.m$$

جدول ۵، مقدار عددی ممان دو قطبی برخی مولکول ها را نشان می دهد.

جدول ۵. ممان دو قطبی برخی از مولکول ها

مولکول (AB)	μ (D)	مولکول (AB_2)	μ
HF	۱/۷۸	H ₂ O	۱/۸۵
HCl	۱/۰۷	H ₂ S	۰/۹۵
HBr	۰/۷۹	SO ₂	۱/۶۲
HI	۰/۳۸	CO ₂	۰
مولکول (AB_3)		مولکول (AB_4)	
NH ₃	۱/۴۷	CH ₄	۰
NF ₃	۰/۲۳	CH ₃ Cl	۱/۹۲
BF ₃	۰	CH ₂ Cl ₂	۱/۶۰
		CHCl ₃	۱/۰۴

همان طور که در جدول مشاهده می کنید، ممان دو قطبی NF₃ از NH₃ کمتر است؛ زیرا در NF₃ جهت ممان دو قطبی ناشی از جفت ناپیوندی در خلاف جهت ممان دو قطبی ناشی از پیوندهای N-F است؛ در حالی که در NH₃ این دو ممان هم جهت اند.



شکل ۲۷. بردار ممان های دو قطبی در NF₃