

مقدمه‌ی مؤلف

استاد می‌گوید: بنویس! چه یک نامه، چه حاضرات روزانه و یا حتی یادداشتی موقع صحبت با تلفن - اما بنویس!

با نوشتن، به خدا و به دیگران نزدیک‌تر می‌شوی.

اگر می‌خواهی نقش خودت را در دنیا بهتر بفهمی، بنویس.

سعی کن روحت را در نوشته‌ات بگذاری، حتی اگر هیچ کس کارت را نخواهد - یا بدتر، حتی اگر کسی چیزی را بخواند که نمی‌خواهی خوانده شود.

همین نوشتن به ما کمک می‌کند افکارمان را تنظیم کنیم و پیرامون مان را واضح‌تر ببینیم. یک کاغذ و قلم معجزه می‌کند؛ درد را تسکین می‌دهد، رؤایها را تحقق می‌بخشد و امیدهای از دست‌رفته را باز می‌گرداند.

با سلام، در این دو جلد (کتاب همایش شیمی پایه و کتاب همایش شیمی پیش) سعی من بر این بود که تمامی مطالب شیمی سال دوم، سوم و چهارم جمع‌بندی شود که امیدوارم مورد توجه خوانندگان عزیز قرار گیرد. بعد از آن که مطالب را به‌طور تشریحی و علمی مطالعه کردید، این کتاب به‌شما کمک خواهد کرد که مطالبی که در طی چندین ماه مطالعه شده در طی چند روز به‌طور کامل دوره شود و در ذهن شما طبقه‌بندی گردد. در کتاب همایش شیمی پیش کار فوق العاده‌ای انجام شده و تمام تست‌های سنگین و جملات درست و نادرست بررسی شده‌است.

با تشکر از دوست و همکار عزیزم آقای دکتر هامون سبطی که بسیار در تألیف این کتاب مرا راهنمایی کردند و همچنین زحمات دوست ارجمندم آقای مهندس مجید اسماعیلی زارع که بسیار ایشان را اذیت نمودم! و سپاس از همسر مهربانم، که همراهی‌اش، راه زندگی را بر من هموار می‌کند! سپاس ویژه از پسرم، امید مصلایی، که در ویراستاری کتاب کمک شایانی به بنده نمودند. سپاس از خانم‌ها روزینا یونسی و شیوا علیزاده، از دانش‌آموزان عزیز فرزانگان ۱ تهران، که با بازخوانی این کتاب، ایرادهای آن را برطرف کردند.

فهرست

سال دوم

- فصل اول: ساختار اتم ۱
- فصل دوم: خواص تناوبی عنصرها ۲۴
- فصل سوم: پیوند یونی و ترکیب‌های یونی ۳۹
- فصل چهارم: پیوند کووالانسی و ترکیب‌های مولکولی ۵۱
- فصل پنجم: کربن و ترکیب‌های آلی ۷۵

سال سوم

- فصل اول: واکنش‌های شیمیایی و استوکیومتری ۹۶
- فصل دوم: ترمودینامیک شیمیایی ۱۲۳
- فصل سوم: محلول‌ها ۱۴۴
- خلاصه‌ی مطالب مهم ۱۷۰

سال دوم

فصل اول

ساختار ماده

ساختار ماده

۱- تالس آب را عنصر اصلی سازندهی جهان معرفی کرد و ارسطو هوا، خاک و آتش را به آن افزود که ۴ عنصر اصلی سازندهی کائنات نامیده شد.

- در کتاب شیمی دان شکاک، مفهوم عنصر را معرفی کرد.

- وی گفت عنصر ماده‌ای است که نمی‌توان آن را به مواد ساده‌تر تبدیل کرد.

- شیمی علمی تجربی است و از دانشمندان خواست علاوه بر مشاهده کردن، اندیشیدن و نتیجه‌گیری، پژوهش‌های عملی را اضافه کنند.

۲- رابرت بویل:

۳- دموکریت: نخستین بار دموکریت واژه‌ی یونانی اتم به معنای تجزیه‌ناپذیر را معرفی کرد.

۴- دالتون:

الف) با آزمایش‌های بسیار، نظریه‌ی اتمی خود را در ۷ بند بیان کرد:

۱- مواد از ذرات تجزیه‌ناپذیری بهنام اتم ساخته شده‌اند.

۲- همه‌ی اتم‌های یک عنصر مشابه هم هستند.

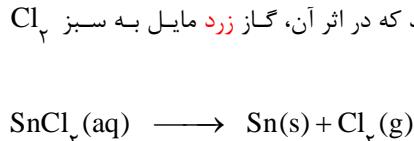
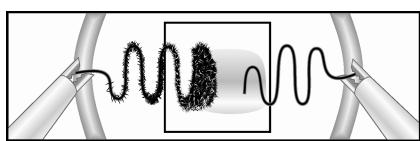
۳- اتم نه به وجود ممی‌آید و نه از بین می‌رود.



- ۴- اتم‌های عناصر مختلف جرم و خواص شیمیایی متفاوتی دارند.
- ۵- اتم‌های عناصر مختلف بهم متصل شده و مولکول را به وجود می‌آورند.
- ۶- در هر مولکول از یک ترکیب معین، همواره نوع و تعداد نسبی اتم‌ها یکسان است.
- ۷- واکنش شیمیایی شامل جابه‌جایی اتم‌ها یا تغییر در شیوه‌ی اتصال آن‌ها در مولکول‌ها است و خود اتم‌ها تغییر نمی‌کنند.
- ب) ۱ اشتباه است، زیرا اتم تجزیه‌می‌شود.
- پ) ۲ اشتباه است، زیرا ایزوتوپی آن را رد می‌کند.
- ت) ۳ قانون بقای جرم است، ولی در واکنش‌های هسته‌ای نقض می‌شود، زیرا ماده‌ی پرتوza پس از آن که ذره‌ی α ازدست می‌دهد، دچار کاهش جرم می‌شود.
- ث) نظریه‌ی دالتون نقطه‌ی آغاز مطالعه‌ی ساختار و رفتار **ماده** است.
- ج) اتم کوچک‌ترین ذره‌ی عنصر است که خواص فیزیکی و شیمیایی عنصر به ویژگی‌های آن وابسته است.
- چ) با نظریه‌ی دالتون قانون بقای جرم و تغییر حالت فیزیکی مانند ذوب، تصفید و ... قابل توجیه است، ولی ایزوتوپی و پرتوزاگی و ظرفیت عناصر که به ذرات زیراتومی بستگی دارد، با این نظریه قابل بررسی و توجیه نیست.

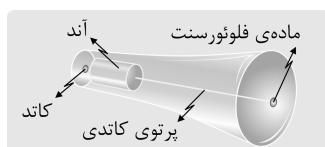
الکترون

- ۱- الکترون نخستین ذره‌ی زیراتومی شناخته شده‌است.
- ۲- اجرای آزمایش‌های زیاد با الکتریسیته، مقدمه‌ی شناخت **ساختار درونی اتم** شد.
- ۳- پس از کشف الکتریسیته‌ی مالشی یا ساکن، دانشمندان متوجه شدند بارهای الکتریکی + یا - از جایی نمی‌آیند و پیدایش آن‌ها به خود ماده یا شاید به اتم‌های سازنده مربوط می‌شود.
- ۴- نخستین بار **فارادی** با عمل برق‌کافت، **مقدمات** کشف الکترون را بنا نهاد. در برق‌کافت، جریان برق از درون محلول یک ترکیب شیمیایی فلزدار می‌گذرد و محلول را تجزیه‌می‌کند.
- فیزیکدان‌ها برای الکتریسیته ذره‌ی بنیادی پیشنهاد کردند که **استون** نام آن را الکترون نهاده‌بود، اما در آن زمان به ارتباط میان اتم و الکترون پی برده‌نشدند.
- ۵- عکس رو به رو برق‌کافت محلول SnCl_4 را نشان می‌دهد که در اثر آن، گاز **زرد** مایل به سبز Cl_2 حاصل می‌شود.



پرتوی کاتدی

- ۱- لوله‌ی پرتوی کاتدی، لوله‌ای شیشه‌ای است که تقریباً همه‌ی هوای درون آن به کمک پمپ خلاً خارج شده‌است و در دو انتهای لوله یک قطعه فلز وصل شده‌است. وقتی که تخلیه‌ی الکتریکی برقرار شود، یعنی بدون اتصال مستقیم بین ۲ جسم، الکترون‌ها از یکی به دیگری منتقل شود (شرط آن ولتاژ زیاد است). پرتوهایی از کاتد (الکترود منفی) به آند (الکترود مثبت) جریان می‌یابد که بر اثر برخورد با ماده‌ی فلورورست ZnS ، نور **سبز** می‌دهد.
- ۲- آزمایش پرتوی کاتدی توسط **تامسون** که یکی از پیشگامان مطالعه‌ی ساختار اتم بود، صورت گرفت و او نسبت **بار به جرم** الکترون را به دست آورد که در حدود $\frac{C}{g} = 1.76 \times 10^{-10}$ است و پس از او **میلیکان** توانست **بار الکترون** را به دست آورد و جرم خود به خود به دست می‌آید.



$$m_e = 9.109 \times 10^{-28} \text{ g}$$

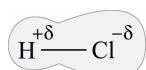
$$1.602 \times 10^{-19} \text{ C} = \text{بار الکترون}$$



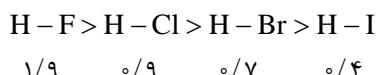
پیوند کوالانسی قطبی

پیوندی است که بین ۲ اتم ناجور هسته با اختلاف الکترونگاتیوی بین $4/0$ تا $1/7$ به وجودمی‌آید که پیوند $\text{Si}-\text{O}$ با اختلاف $1/7$ در آستانه‌ی یونی‌شدن است.

در این پیوند ابرالکترونی به صورت نامتقارن پخش شده است.



توجه کنید هرچه اختلاف الکترونگاتیوی بیشتر باشد پیوند قطبی‌تر است یا خصلت یونی آن بیشتر است.



با توجه به مطالب گفته شده می‌توان گفت:

$4/0$ در آستانه‌ی قطبی‌شدن، مانند $\text{C}-\text{H}$

$1/7$ در آستانه‌ی یونی‌شدن، مانند $\text{Si}-\text{O}$

بیش از $1/7$ اغلب پیوند یونی است، مانند NaF

یونی‌ترین پیوند CsF با اختلاف الکترونگاتیوی $3/3$ است.

الکترونگاتیوی توسعه پاولینگ معرفی شد.

هرچه اختلاف الکترونگاتیوی بیشتر باشد، خصلت قطبی و یونی بیشتر است.

- خصلت قطبی و یونی:

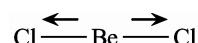
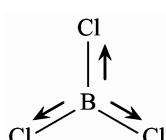


- خصلت کوالانسی:



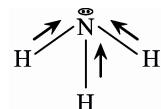
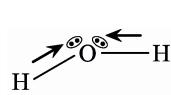
مولکول قطبی و ناقطبی

مولکولی که در آن مراکز اثر بارهای مثبت و منفی بر هم منطبق باشد، یعنی مولکول مرکز تقارن داشته باشد ناقطبی است.



بردار قطبیت از سمت اتم الکترونگاتیویتر به سمت الکترونگاتیویتر است و چون در ۲ مثال بالا برایند بردارها صفر می‌شود، مولکول ناقطبی است.

مولکول قطبی مولکولی است که مرکز تقارن ندارد و مراکز اثر بارهای مثبت و منفی بر هم منطبق نیست. مانند:





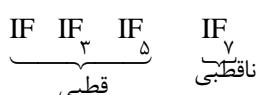
- طریقه‌ی تشخیص:

۱- مولکول‌هایی به فرمول زوج A ناقطبی هستند.

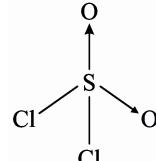
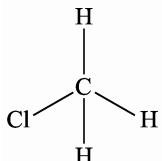
۲- مولکول‌هایی به فرم AB قطبی هستند.

۳- اغلب مولکول‌هایی که در آن‌ها اتم مرکزی زوج الکترون ناپیوندی دارند قطبی است، مانند: NH_3 و $\text{H}_2\ddot{\text{O}}$

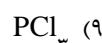
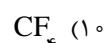
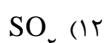
۴- مولکول که اتم مرکزی آن با Max ظرفیت با اتم دیگر پیوند دهد ناقطبی است.



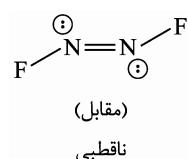
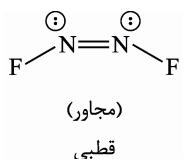
۵- اگر به اتم مرکزی اتم‌های مختلفی وصل شود، مولکول فاقد تقارن و قطبی است.



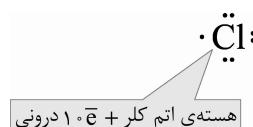
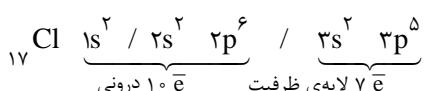
مثال: هریک از مولکول‌های زیر قطبی است یا ناقطبی؟



پاسخ: به ترتیب: قطبی- قطبی- ناقطبی- ناقطبی- قطبی- قطبی- ناقطبی- قطبی- قطبی

برای N_2F_2 دو فرم Trans و CiS داریم.

رسم گونه‌ها

آرایش الکترونی Cl_{17} به صورت زیر است.

همیشه نماد یک عنصر نشانه هسته‌ی + الکترون‌های درونی است.



برگزیده تست ها

۱- کدام گزینه در مورد PBr_3 درست است؟

(۱) مانند BF_3 ساختار مسطح دارد و ناقطبی است.

(۲) اتم مرکزی در لایه‌ی ظرفیت خود یک جفت الکترون ناپیوندی دارد و قطبی است.

(۳) مانند NH_3 شکل آن هرم با قاعده‌ی ۳ ضلعی است و اتم مرکزی آن ۳ قلمرو الکترونی دارد.

(۴) در لایه‌ی ظرفیت اتم‌های آن ۹ جفت الکترون ناپیوندی وجود دارد و اتم‌ها در آن از قاعده‌ی هشت‌لایی پیروی می‌کنند.

۲- کدام ۲ مولکول ساختار هندسی مشابه دارند اما شمار الکترون‌های ناپیوندی در لایه‌ی ظرفیت اتم‌های آن‌ها نابرابر است؟



۳- کدام مولکول مسطح و قطبی است و شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی لایه‌ی ظرفیت اتم‌ها ۲ برابر جفت الکترون‌های پیوندی است؟



۴- کدام مقایسه درباره‌ی زوایای پیوندی درست است؟



۵- مولکول قطبی و مولکول ناقطبی و شکل هندسی آن‌ها به ترتیب و است.



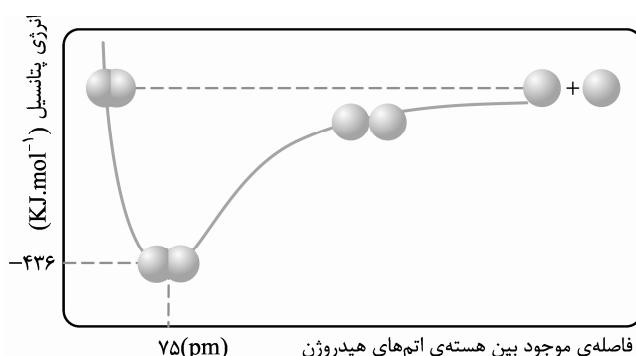
۶- شمار پیوندهای داتیو در ساختار مولکول کدام ترکیب کمتر است؟



۷- کدام مطلب در مورد اوزون درست است؟

(۱) خطی بوده و ناقطبی است.

(۲) مولکولی خمیده و از اکسیژن پایدارتر است.



۸- در توجیه روند تغییر انرژی پتانسیل نسبت به فاصله بین هسته‌ای خسمن تشکیل H_2 کدام نیرو نقش ندارد؟

(۱) دافعه بین هسته‌های دو اتم

(۲) دافعه بین الکترون‌های دو اتم

(۳) جاذبه‌ی هسته و الکترون در هر اتم

(۴) جاذبه‌ی بین هسته‌ی یک اتم و الکترون اتم دیگر

۹- کدام گزینه درست است؟

(۱) فاصله‌ی بین دو اتم در هر پیوند کووالانسی را طول پیوند گویند که همواره ثابت است.

(۲) اگر AB ترکیبی یونی و الکترونگاتیوی $\text{A}/2$ باشد الکترونگاتیوی B باید $1/7$ یا بیش‌تر باشد.

(۳) به گونه‌ی معمول سطح انرژی ۲ اتم مجزا در مقایسه با سطح انرژی پس از تشکیل پیوند بالاتر است.

(۴) هنگام تشکیل پیوند شیمیابی هرچه ۲ اتم نزدیک‌تر شود پیوند محکم‌تر می‌شود.

۱۰- دو مولکول NO_2 و O_2 در کدام مورد شباهت دارند؟

(۱) شکل هندسی

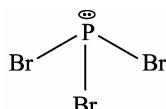
(۲) شمار پیوندها

(۳) شمار الکترون‌های ناپیوندی روی اتم مرکزی

(۴) داشتن یک پیوند داتیو

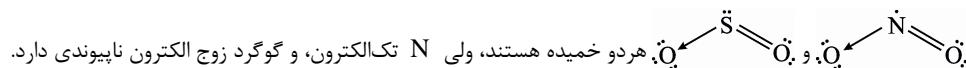


پاسخ‌نامه‌ی تشریحی تست‌ها



فسفر یک جفت الکترون ناپیوندی دارد و مولکول قطبی است و دارای ۴ قلمرو الکترونی است.

۱- پاسخ: گزینه‌ی ۲

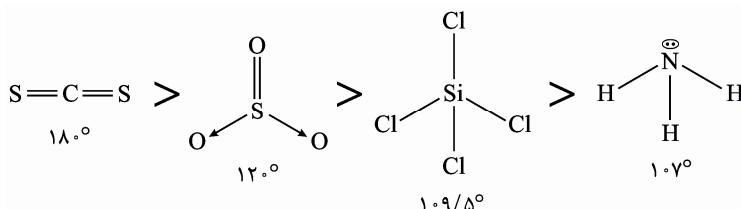
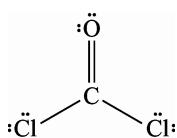


هندو خمیده هستند، ولی N نک‌الکترون، و گوگرد زوج الکترون ناپیوندی دارد.

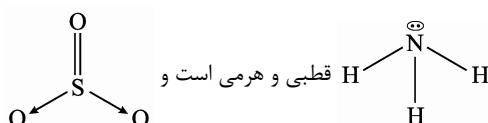
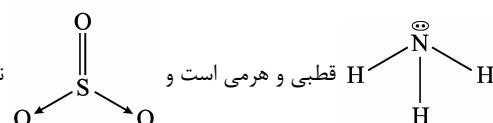
۲- پاسخ: گزینه‌ی ۱

کربن ۳ قلمرو دارد، مسطح است و ۸ زوج الکترون ناپیوندی دارد که ۲ برابر جفت الکترون‌های پیوندی است.

۳- پاسخ: گزینه‌ی ۴

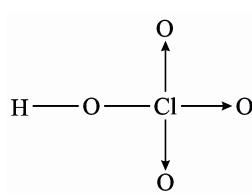


ناقطبی و مسطح مثلثی است.

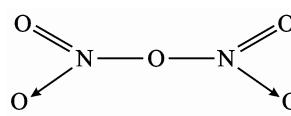


۴- پاسخ: گزینه‌ی ۲

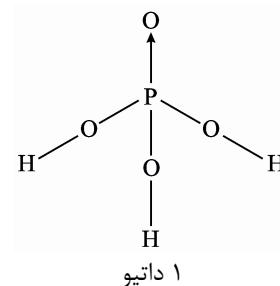
۵- پاسخ: گزینه‌ی ۴



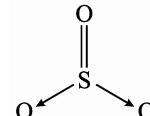
۳ داتیو



۲ داتیو



۱ داتیو



۲ داتیو

۶- پاسخ: گزینه‌ی ۲

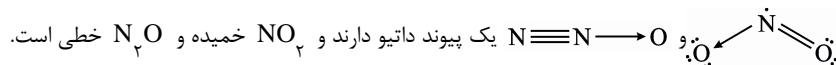


به علت پدیده‌ی رزونانس طول هردو پیوند اکسیژن-اکسیژن برابر و حد واسط یگانه و دوگانه است.

۷- پاسخ: گزینه‌ی ۲

جاذبه‌ی هسته و الکترون‌های خود اتم نقشی در تشکیل پیوند ندارد.

سطح ارزشی مولکول هیدروژن پایین‌تر از اتم H است و مولکول از اتم مجزا پایدارتر است.



یک پیوند داتیو دارند و NO_۲ خمیده و O_۲ خطی است.

۸- پاسخ: گزینه‌ی ۳

۹- پاسخ: گزینه‌ی ۳

BBr_۳ و BCl_۳ هردو مولکول ناقطبی هستند ولی قطبیت پیوند Cl-B-Br بیش از B-Cl است.

۱۰- پاسخ: گزینه‌ی ۴

۱۱- پاسخ: گزینه‌ی ۱

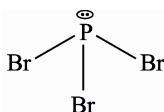
$$\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7 \Rightarrow 4+2x-14=0 \Rightarrow x=5$$

$$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7 \Rightarrow 2+2x-14=0 \Rightarrow x=6$$

۱۲- پاسخ: گزینه‌ی ۲

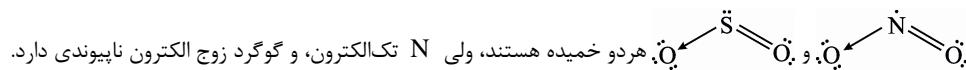


پاسخ‌نامه‌ی تشریحی تست‌ها



فسفر یک جفت الکترون ناپیوندی دارد و مولکول قطبی است و دارای ۴ قلمرو الکترونی است.

۱- پاسخ: گزینه‌ی ۲

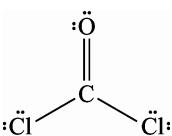


هندو خمیده هستند، ولی N نک‌الکترون، و گوگرد زوج الکترون ناپیوندی دارد.

۲- پاسخ: گزینه‌ی ۱

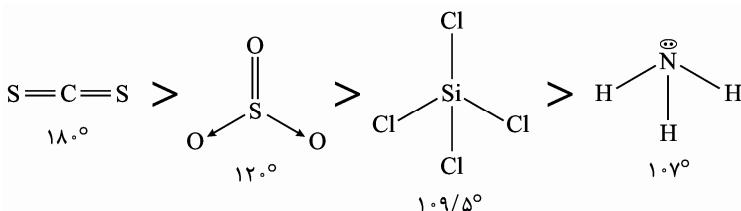
کربن ۳ قلمرو دارد، مسطح است و ۸ زوج الکترون ناپیوندی دارد که ۲ برابر جفت الکترون‌های پیوندی است.

۳- پاسخ: گزینه‌ی ۴

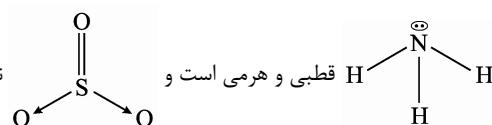


کربن ۳ قلمرو دارد، مسطح است و ۸ زوج الکترون ناپیوندی دارد که ۲ برابر جفت الکترون‌های پیوندی است.

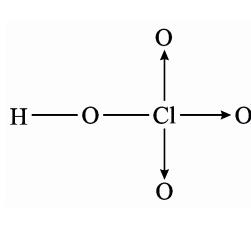
۴- پاسخ: گزینه‌ی ۲



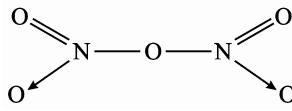
ناقطبی و مسطح مثلثی است.



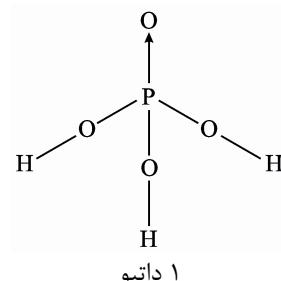
۵- پاسخ: گزینه‌ی ۴



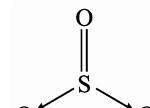
۳ داتیو



۲ داتیو



۱ داتیو



۲ داتیو

۶- پاسخ: گزینه‌ی ۲



به علت پدیده‌ی رزونانس طول هردو پیوند اکسیژن-اکسیژن برابر و حد واسط یگانه و دوگانه است.

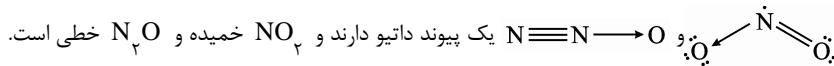
۷- پاسخ: گزینه‌ی ۲

جاذبه‌ی هسته و الکترون‌های خود اتم نقشی در تشکیل پیوند ندارد.

۸- پاسخ: گزینه‌ی ۳

سطح ارزشی مولکول هیدروژن پایین‌تر از اتم H است و مولکول از اتم مجزا پایدارتر است.

۹- پاسخ: گزینه‌ی ۳



یک پیوند داتیو دارند و NO_۲ خمیده و N_۲ خطی است.

۱۰- پاسخ: گزینه‌ی ۴

BBr_۳ و BCl_۳ هردو مولکول ناقطبی هستند ولی قطبیت پیوند Cl-B-Br بیش از است.

۱۱- پاسخ: گزینه‌ی ۱

$$\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7 \Rightarrow 4+2x-14=0 \Rightarrow x=5$$

$$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7 \Rightarrow 2+2x-14=0 \Rightarrow x=6$$

۱۲- پاسخ: گزینه‌ی ۲

سال سوم

فصل اول

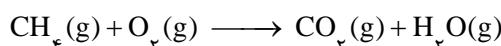
واکنش های شیمیایی و استوکیومتری

- **تغییر فیزیکی:** تغییر حالت بدون تغییر ماهیت مانند ذوب، تبخیر، میعان، تضعید، چگالش.

- **تغییر شیمیایی:** در این تغییر، ماهیت شیمیایی عوض می شود. مانند سوختن کاغذ، زنگ زدن آهن، ترش شدن شیر و هضم غذا و تنفس. واکنش شیمیایی، توصیفی برای تغییر شیمیایی است و واکنش های شیمیایی با مبادله ای انرژی همراه است.

- **معادله نوشتناری:** در این معادله فقط نام واکنش دهنده ها و فراورده ها را می نویسیم.
انرژی + آب + کربن دی اکسید \longrightarrow اکسیژن + متان

- **معادله نمادی:** حالت فیزیکی و فرمول شیمیایی مواد نوشته می شود.



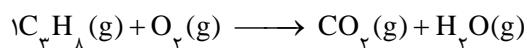
- فرمول شیمیایی و حالت فیزیکی مواد
- معادله شیمیایی چه چیزی را نشان می دهد:
 ۱- شرایط لازم برای انجام واکنش

- نکات ایمنی
- معادله شیمیایی چه چیزی را نشان نمی دهد:
 ۲- چگونگی و ترتیب مخلوط کردن واکنش دهنده ها

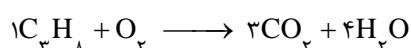


موازن کردن واکنش شیمیایی

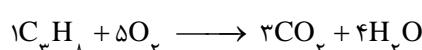
در یک واکنش شیمیایی اتم نه به وجود می‌آید و نه از بین می‌رود که **قانون پایستگی جرم** است که در همه‌ی واکنش‌های شیمیایی این قانون وجود دارد. در **روش وارسی**، به ترتیبی که بیشترین تعداد اتم را دارد، ضریب ۱ می‌دهیم و ابتدا عنصری را موازنه می‌کنیم که در هردو طرف در یک ماده وجود داشته باشد و بعد سایر عناصر را موازنه خواهیم کرد.



در سمت چپ، ۳ کربن و ۸ هیدروژن داریم، پس باید سمت راست نیز ۳ کربن و ۸ هیدروژن داشته باشیم.



چون سمت راست ۱۰ اکسیژن داریم چپ هم باید ضریب O_2 را ۵ بگذاریم. یادت نرود کلاً ضریب کسری نباید داشته باشیم.



مثال: در واکنش کلسیم هیدروکسید و فسفریک اسید:

(الف) واکنش را نوشه و موازنه کنید.

(ب) نمک حاصل یک ترکیب چندتایی است؟

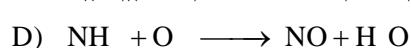
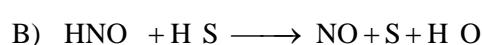
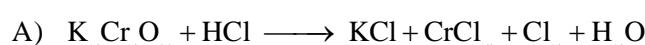
(ج) موازن را با کدام ترکیب شروع می‌کنید؟



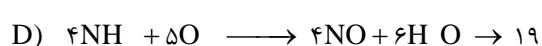
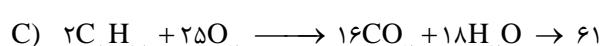
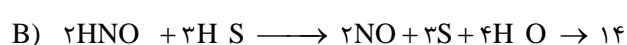
پاسخ:

موازن را با ترکیب پیچیده‌تر $Ca_3(PO_4)_2$ شروع می‌کنیم که چون ۳ عنصر دارد، یک ترکیب ۳ تایی است.

مثال: در واکنش‌های زیر پس از موازن، مجموع ضرایب کدام است؟



پاسخ:



حُلْصَه مُطَلِّب

دانشمندان

- **تالس:** آب را عنصر اصلی سازنده‌ی جهان می‌دانست.

- **ارسطو:** ۳ عنصر هوا، خاک و آتش را به آب افزود و ۴ عنصر اصلی سازنده‌ی کائنات را اعلام کرد.

- کتاب شیمی‌دان شکاک
- مفهوم عنصر
- **بوبل:** شیمی علم تجربی است.
- از دانشمندان خواست علاوه‌بر اندیشیدن، مشاهده کردن و نتیجه‌گیری به پژوهش‌های عملی نیز اقدام کنند.
- عنصر را نمی‌توان به مواد ساده‌تر تجزیه کرد.

- **دموکریت:** همه‌ی مواد از ذرات کوچک و تجزیه‌ناپذیری به‌نام اتم ساخته شده‌اند.

- نظریه‌ی اتمی
- **دالتون:** نقطه‌ی آغاز مطالعه‌ی دقیق ساختار و رفتار ماده

- **فارادی:** مقدمات کشف الکترون با آزمایش برق‌کافت

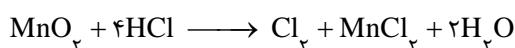
- **جورج استونی:** ذرات حمل‌کننده‌ی حریان برق را الکترون نامید.

- آزمایش پرتو کاتدی
- کاشف الکترون
- **تامسون:** نسبت بار به جرم الکترون
- مدل کیک کشمکشی یا هندوانه‌ای

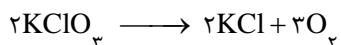


واکنش‌هایی که باید حفظ باشیم

۱- طرز تهیه‌ی گاز Cl_2 در آزمایشگاه:



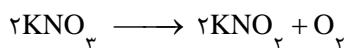
۲- تجزیه‌ی KClO_3 :



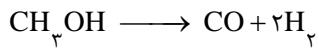
۳- تجزیه‌ی نیتروگلیسیرین:



۴- تجزیه‌ی KNO_3 :



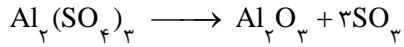
۵- تجزیه‌ی متانول:



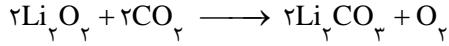
۶- تهیه‌ی متانول:



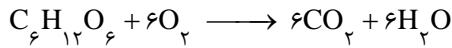
۷- تجزیه‌ی آلومینیوم سولفات:



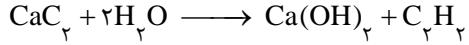
۸- تصفیه‌ی هوای سفینه‌های فضایی:



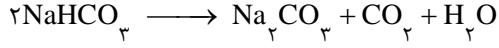
۹- اکسایش گلوکز:



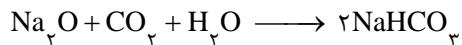
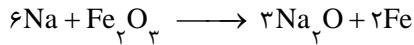
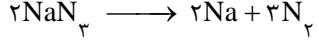
۱۰- تهیه‌ی استیلن:



۱۱- تجزیه‌ی سدیم هیدروژن کربنات:



۱۲- واکنش‌های کیسه‌ی هوای:



۱۳- تهیه‌ی پلی‌اتیلن:

