فهرست

پایه دهم:

فصل اول: کیهان زادگاه الفبای هستی ۸

پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۴۴

فصل دوم: ردپای گازها در زندگی ۴۶

پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۷۶

فصل سوم: آب، آهنگ زندگی ۷۸

پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۱۰۹

پایه یازدهم:

فصل اول: قدر هدایای زمینی را بدانیم ۱۱۲

پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۱۴۲

فصل دوم: در پی غذای سالم ۱۴۴

پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۱۷۵

فصل سوم: پوشاک، نیازی پایان‌ناپذیر ۱۷۸

پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۲۰۶

پایه دوازدهم:

فصل اول: مولکول‌ها در خدمت تندرستی ۲۰۹

پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۲۴۲

فصل دوم: آسایش و رفاه در سایه شیمی ۲۴۵

پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۲۷۵

فصل سوم: شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری ۲۷۷

پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۲۹۶

فصل چهارم: شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر ۲۹۸

پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۳۲۶

آزمون‌های چالش چندموردی ۳۳۰

پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۳۳۶

پیوست‌ها ۳۴۰

پاسخ‌نامهٔ کلیدی ۳۶۷

فصل اول
کیهان زادگاه الفبای هستی

هستی چگونه پدید آمده است؟ پاسخ آن در چارچوب اعتقادی بوده و در قلمرو علوم تجربی نیست.

جهان هستی چگونه شکل گرفته است و پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟ پاسخ آن در قلمرو علوم تجربی می‌گنجد.

مأموریت فضاپیماهای وویجر ۱ و ۲

۱. **هدف**: شناخت بیشتر سامانهٔ خورشیدی

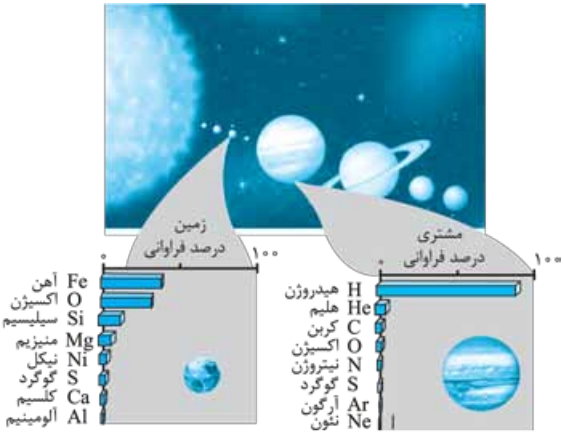
۲. گذر از کنار ۴ سیاره ← مشتری، زحل، اورانوس و نپتون (همهٔ این ۴ سیاره، گازی هستند.)

۳. تهیه و ارسال شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آن سیاره‌ها
- نوع عنصرهای سازنده
- ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها
- ترکیب درصد این مواد

عنصرها چگونه پدید آمدند؟

مطالعهٔ کیهان به ویژه سامانهٔ خورشیدی، کمک شایانی در پاسخ به پرسش چگونگی پیدایش عنصرها می‌کند. با بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازندهٔ برخی سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی و مقایسهٔ آن با عنصرهای سازندهٔ خورشید می‌توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست یافت.

مقایسهٔ مشتری و زمین



زمین	مشتری
بیشتر از جنس سنگ	بیشتر از جنس گاز
آهن (Fe) فراوان‌ترین عنصر (حدود ۴۰٪)	هیدروژن (H) فراوان‌ترین عنصر (حدود ۹۰٪)

زمین	مشتری
نسبت به مشتری به خورشید نزدیک‌تر است.	نسبت به زمین از خورشید دورتر است.
رتبهٔ پنجم از نظر بزرگی بین سیاره‌های منظومهٔ خورشیدی	بزرگ‌ترین سیارهٔ منظومهٔ خورشیدی
اکسیژن، دومین عنصر فراوان	اکسیژن، چهارمین عنصر فراوان
دارای عنصرهای فلز، نافلز و شبه‌فلزی بین ۸ عنصر فراوان	فاقد عنصر فلزی (۸ عنصر فراوان همگی نافلز هستند.)
فلز آلومینیم هشتمین عنصر فراوان سازندهٔ آن	گاز نئون (Ne) هشتمین عنصر فراوان سازندهٔ آن
درصد فراوانی همهٔ عنصرهای سازندهٔ آن، کم‌تر از ۵۰٪ است.	درصد فراوانی هیدروژن در آن، حدود ۹۰٪ است.

نکات تکمیلی:

۱ در بین ۸ عنصر سازندهٔ زمین و مشتری، دو عنصر اکسیژن (O) و گوگرد (S) **مشترک** هستند.

۲ فراوانی اکسیژن در زمین از مشتری بیشتر است.

۳ گوگرد در هر دو سیاره، در رتبهٔ ششم عنصرهای فراوان قرار دارد، ولی فراوانی آن در زمین بیشتر از مشتری است.

۴ از میان هشت عنصر فراوان سازندهٔ زمین، فقط اکسیژن در دمای اتاق ($25\ ^\circ C$) گاز است و هفت عنصر دیگر جامد هستند.

۵ از میان هشت عنصر فراوان سازندهٔ مشتری، کربن و گوگرد در دمای اتاق ($25\ ^\circ C$) جامد بوده و شش عنصر دیگر گازی هستند.

۶ در کرهٔ زمین بین هشت عنصر فراوان سازنده، در مجموع درصد فراوانی به صورت **فلز** > **نافلز** > **شبه‌فلز** است.

۷ فراوانیِ فراوان‌ترین عنصر موجود در مشتری (هیدروژن حدود ۹۰٪)، از فراوانیِ فراوان‌ترین عنصر موجود در زمین (آهن حدود ۴۰٪) بیشتر (بیش از دو برابر) است.

۸ اختلاف درصد فراوانیِ عنصرهای رتبهٔ اول و دوم در مشتری بیش از زمین است. (در مشتری، هیدروژن رتبهٔ اول با فراوانی حدود ۹۰٪ و هلیم رتبهٔ دوم با فراوانی کم‌تر از ۱۰٪، ولی در زمین، آهن رتبهٔ اول با فراوانی حدود ۴۰٪ و اکسیژن رتبهٔ دوم با حدود ۳۰٪ است.)

۹ به طور کلی هر چه سیاره‌ای به خورشید نزدیک‌تر باشد دمای آن سیاره بیشتر است، بنابراین دمای سطح سیارهٔ زمین نسبت به سطح سیارهٔ مشتری، بیشتر است.

۱۰ چگالی زمین از مشتری بیشتر است، زیرا مشتری حجم بزرگ‌تری داشته ولی زمین، بیشتر از جنس سنگ است و با حجم کم‌تر، جرم بیشتری دارد.

۱۱ ترتیب فراوانی گازهای نجیب مشتری: هلیم He (دورهٔ اول) < آرگون Ar (دورهٔ سوم) < نئون Ne (دورهٔ دوم)

۱۲ هشت عنصر فراوان مشتری همگی جزء عنصرهای دستهٔ s و p هستند که درصد فراوانی دستهٔ s بیشتر از دستهٔ p است (هیدروژن و هلیم $H: 1s^1$ و $He: 1s^2$ جزء دستهٔ s هستند و به تنهایی بیش از ۹۰٪ فراوانی دارند).

۱۳ فراوان‌ترین عنصر زمین، آهن (Fe) جزء دستهٔ d جدول تناوبی است.

۱۴ در بین هشت عنصر فراوان مشتری خبری از عنصرهای تناوب چهارم نیست. (تنها عنصرهای تناوب‌های ۱، ۲ و ۳ وجود دارد.)

۱۵ و در آخر ...

ترتیب فراوان‌ترین عنصرها در زمین:

آلومینیم Al > کلسیم Ca > گوگرد S > نیکل Ni > منیزیم Mg > سیلیسیم Si > کسیژن O > آهن Fe

ترتیب فراوان‌ترین عنصرها در مشتری:

نئون Ne > آرگون Ar > گوگرد S > نیتروژن N > اکسیژن O > کربن C > هلیم He > هیدروژن H

فراوان‌ترین‌ها:

عنصر موجود در **کرهٔ زمین** ← آهن (Fe) **نافلز** موجود در **کرهٔ زمین** ← اکسیژن (O)

عنصر موجود در **جهان** ← هیدروژن (H) **عنصر** موجود در **مشتری** ← هیدروژن (H)

گاز نجیب موجود در **مشتری** ← هلیم (He)

روند پیدایش عنصرها

مهبانگ (انفجار بزرگ)

↓

آزادشدن انرژی عظیم

↓

پیدایش ذره‌های زیراتمی (الکترون، نوترون، پروتون و ...)

↓

پس از مدت‌زمان کوتاه و انجام واکنش‌های هسته‌ای بین ذره‌های زیراتمی

↓

ابتدا پیدایش هیدروژن و سپس هلیم

↓

پس از مدتی و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم متراکم شدند.

↓

ایجاد مجموعه‌های گازی به نام سحابی مانند سحابی عقاب که یکی از مکان‌های زایش ستاره‌هاست (قابل مشاهده با تلسکوپ هابل).

↓

پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها

↓

انجام واکنش‌های هسته‌ای درون ستاره‌ها در دماهای بسیار بالا و ویژه (مانند خورشید) که موجب پدیدآمدن عنصرهای سبک مثل کربن و لیتیم می‌شود.

انجام مجدد واکنش‌های هسته‌ای درون ستاره‌ها که موجب پدیدآمدن عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن، طلا و ... از عنصرهای سبک‌تر می‌شود.

● ۲ نکته از ستاره‌ها: ۱ دما و اندازهٔ هر ستاره تعیین می‌کند که چه عنصرهایی در آن ساخته شود. به طوری که هر چه دمای ستاره بیشتر باشد شرایط تشکیل عنصرهای سنگین‌تر، فراهم‌تر است. ۲ ستاره‌ها متولد می‌شوند، رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند.

ستاره‌ها پس از چندین میلیون سال نورافشانی و گرمابخشی، پایداری خود را از دست می‌دهند و در انفجاری بزرگ متلاشی می‌شوند (می‌میرند).

پخش و پراکنده شدن عنصرهای موجود در ستاره‌ها در فضا پس از انفجار بزرگ درون آن‌ها (ستاره‌ها کارخانهٔ تولید عنصرها هستند.)

به وجود آمدن ذرات زیراتمی از انرژی آزادشده طی مهبانگ حاکی از تبدیل **انرژی به جرم** است.

واکنش‌های هسته‌ای درون ستاره‌ها نیز بیانگر تبدیل **جرم به انرژی** است.

خلاصهٔ روند تشکیل عنصرها (سنگین‌شدن عنصرها):

هیدروژن $({}^{1}_{1}H)$ ← هلیم $({}^{4}_{2}He)$ ← عنصرهای سبک (کربن $({}^{12}_{6}C)$، لیتیم $({}^{7}_{3}Li)$ و ...) ← عنصرهای سنگین‌تر (آهن $({}^{56}_{26}Fe)$، طلا $({}^{197}_{79}Au)$ و ...)

تست ۱ **با توجه به روند تشکیل عنصرها در ستارگان، از به هم پیوستن چند اتم از فراوان‌ترین ایزوتوپ هلیم، یک اتم ایزوتوپ $^{24}_{12}Mg$، می‌تواند به وجود آید؟ (از تبادل انرژی و تغییرات انداک جرم صرف‌نظر شود.)** (خارج ریاضی ۹۸)

۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۲

پاسخ گزینهٔ «۲» با توجه به روند تشکیل عنصرها $^{1}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He \rightarrow {}^{12}_{6}C \rightarrow {}^{56}_{26}Fe$ (جرم اتمی) شاهد افزایش جرم اتمی عنصر مدنظر هستیم. حال باید محاسبه کنیم چند هلیم $^{4}_{2}He$ می‌تواند یک $^{24}_{12}Mg$ بسازد.

حاصل‌ضرب x $^{4}_{2}He$ برابر $^{24}_{12}Mg$ $\quad x \times 4 = 24 \Rightarrow x = 6$

رابطهٔ بین جرم و انرژی طبق فرمول اینشتین

$E = mc^2$ ← انرژی (J)

سرعت نور (m/s) — اختلاف جرم واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها (kg)

$c = 3 \times 10^8 \ m/s$

$1\,J = 1\,kg.m^2.s^{-2}$

گاهی می‌توان رابطهٔ $E = mc^2$ را به صورت $E = \Delta mc^2$ نوشت، زمانی‌که **کل جرم** مادهٔ پرتوزا **مصرف نشده باشد** می‌توان $m = \Delta m$ در نظر گرفت.

Δm را مثبت در نظر بگیرید.

$$\Delta m = \underset{m_1}{\text{جرم اولیه}} - \underset{m_2}{\text{جرم نهایی}}$$

(مجموع جرم فراورده‌ها) (مجموع جرم واکنش‌دهنده‌ها)

تست ۲ **۱۲ گرم از مادهٔ X طی واکنش، ۱۱/۹۳۲ گرم از مادهٔ Y را تولید کرده است. تغییرات انرژی در این واکنش چند کیلوژول است؟**

۱) ۶۱۲×۱۰^{۱۲} ۲) $۶/۱۲\times۱۰^{۹}$

۳) ۳۰۶×۱۰^{۲} ۴) $۳/۰۶\times۱۰^{۴}$

پاسخ **گزینهٔ «۲»**

$$\Delta m = \underset{۱۲}{\text{جرم اولیه}} - \underset{۱۱/۹۳۲}{\text{جرم نهایی}} = ۰/۰۶۸\ g = ۶۸\times۱۰^{-۶}\ kg$$ اختلاف جرم واکنش‌دهنده و فراورده

$$E = \Delta mc^2 = ۶۸\times۱۰^{-۶}\times(۳\times۱۰^{۸})^2 = ۶۱۲\times۱۰^{۱۰}\ J = ۶/۱۲\times۱۰^{۱۲}\ J\times۱۰^{-۳} = ۶/۱۲\times۱۰^{۹}\ kJ$$

تست ۳ **اگر در تبدیل هسته‌ای: $_{۸}^{۱۶}O \rightarrow {}_{۸}^{۱}H + {}_{۰}^{۱}n$، افت جرم به اندازهٔ $۱/۴\times۱۰^{-۴}\ g$ اتفاق بیافتد، با تولید ۳۲ g گاز اکسیژن در یک ستاره، به تقریب چند کیلوژول انرژی آزاد می‌شود؟ $(O = ۱۶\ g.mol^{-۱})$** (داخل تهربی ۹۸)

۱) $۱/۲۶\times۱۰^{۷}$ ۲) $۱/۲۶\times۱۰^{۱۰}$

۳) $۲/۵۲\times۱۰^{۷}$ ۴) $۲/۵۲\times۱۰^{۱۰}$

پاسخ **گزینهٔ «۳»**

$$\text{کاهش جرم} = \text{افت جرم} = \Delta m = ۱/۴\times۱۰^{-۴}\ g\times۱۰^{-۳} = ۱/۴\times۱۰^{-۷}\ kg$$

اگر در واکنش $_{۸}^{۱۶}O \longrightarrow {}_{۸}^{۱}H + {}_{۸}^{۱}n$ به ازای تولید ۱۶ گرم اکسیژن شاهد $\Delta m = ۱/۴\times۱۰^{-۷}\ kg$

$_{۸}^{۱۶}O$	$_{۸}^{۱}n$	$_{۸}^{۱}H$
۱۶ g	۸×۱g	۸×۱g
تولید	مصرف	مصرف
اکسیژن	نوترون	هیدروژن

باشیم پس طبق گفتهٔ طراح با تولید ۳۲ g اکسیژن باید Δm واکنش ۲ برابر شود.

Δm به ازای تولید ۳۲ g اکسیژن $= ۲\times۱/۴\times۱۰^{-۷}\ kg$

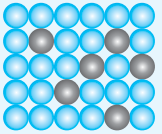
$$E = \Delta mc^2 = ۲\times۱/۴\times۱۰^{-۷}\ kg\times(۳\times۱۰^{۸})^2 = ۲۵/۲\times۱۰^{۹}\ J\times۱۰^{-۳}$$

$$\Rightarrow ۲۵/۲\times۱۰^{۶}\ kJ = ۲/۵۲\times۱۰^{۷}\ kJ$$

انرژی یک فرایند انرژی‌ده را به یک فرایند انرژی‌گیر منتقل کرد (انرژی آن‌ها برابر است) و تست را با یک تناسب ساده حل کرد.

فرایند انرژی‌ده → انرژی → فرایند انرژی‌گیر

تست ۱۷ با توجه به شکل که توزیع اتم‌های بور را در بور طبیعی نشان می‌دهد، می‌توان دریافت که ایزوتوپ ..... پایدارتر بوده و جرم اتمی میانگین بور برابر **amu** ..... است.



$^{10}_{5}B$ $^{11}_{5}B$

۱) $^{10}_{5}B$ ـ ۱۰/۸

۲) $^{10}_{5}B$ ـ ۱۰/۹

۳) $^{11}_{5}B$ ـ ۱۰/۸

۴) $^{11}_{5}B$ ـ ۱۰/۹

پاسخ گزینهٔ «۳» با توجه به شکل داده‌شده که ۳۰ اتم بور را نشان می‌دهد ۶ اتم $^{10}_{5}B$ (درصد فراوانی $\frac{6}{30}\times 100 = ٪20$) و ۲۴ اتم $^{11}_{5}B$ (درصد فراوانی $\frac{24}{30}\times 100 = ٪80$) بنابراین $^{11}_{5}B$ فراوان‌تر و پایدارتر است.

M_1: ۱۰ جرم ایزوتوپ سبک، M_2: ۱۱ جرم ایزوتوپ سنگین، $\Delta M: 11-10=1$ اختلاف جرم دو ایزوتوپ

راه‌حل کوتاه: $\bar{M}=10+0/8(1)=10/8$ یا $\bar{M}=11-0/2(1)=10/8$

تست ۱۸ یک مول از اتم‌های گازی کلر شامل ۲۰ درصد جرمی $^{35}_{17}Cl$ و ۸۰ درصد جرمی $^{37}_{17}Cl$ است؛ چگالی این گاز در شرایطی که حجم مولی گازها برابر ۳۰ لیتر باشد، چند $g.L^{-1}$ است؟ (عدد جرمی را به تقریب برابر جرم اتمی هر ایزوتوپ در نظر بگیرید.) *(تجربی داخل ۹۵)*

۱) ۱/۱۸ ۲) ۱/۲۲ ۳) ۱/۳۵ ۴) ۱/۴۸

پاسخ گزینهٔ «۲»

$$\text{جرم اتمی میانگین کلر} = M_1 + \frac{F_2}{100}(\Delta M) = 35 + 0/8(2) = 36/6$$

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم مولی}}{\text{حجم مولی}} = \frac{36/6\ g.mol^{-1}}{30\ L.mol^{-1}} = 1/22\ g.L^{-1}$$

تست ۱۹ با توجه به داده‌های جدول زیر، جرم مولکولی ترکیب A_2X_3، چند **amu** است؟ (عدد جرمی را برابر جرم اتمی با یکای **amu** در نظر بگیرید.) *(ریاضی خارج ۹۵)*

ایزوتوپ	^{45}A	^{47}A	^{35}X	^{37}X
درصد فراوانی	۱۰	۹۰	۲۰	۸۰

۱) ۲۱۳/۶ ۲) ۲۰۳/۴ ۳) ۱۹۸/۵ ۴) ۱۸۸/۷

پاسخ گزینهٔ «۲»

جرم اتمی میانگین A $= 45 + 0/9(2) = 46/8$

جرم اتمی میانگین X $= 35 + 0/8(2) = 36/6$

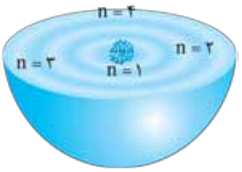
جرم مولکولی $A_2X_3 = 2\times 46/8 + 3\times 36/6 = 203/4$ amu

- انرژی نیز مانند ماده در نگاه **ماکروسکوپی** به صورت **پیوسته** و در نگاه **میکروسکوپی** به صورت **گسسته** دیده می‌شود.

مدل کوانتومی اتم

مدل کوانتومی

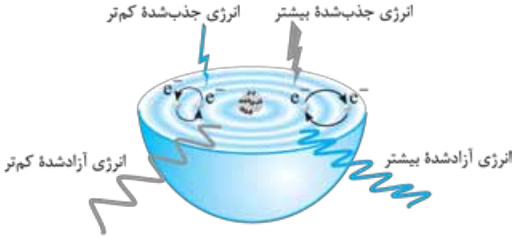
- به دنبال توجیه و علت ایجاد طیف نشری خطی دیگر عنصرها و نیز چگونگی نشر نور از اتم‌ها ارائه شد.
- اتم، کره‌ای با ساختار لایه‌ای در نظر گرفته شد.
- هسته در فضایی کوچک (مرکز کره) و الکترون‌ها در فضایی بسیار بزرگ‌تر و در لایه‌هایی پیرامون هسته توزیع می‌شوند.
- لایه‌ها از هسته به سمت بیرون شماره‌گذاری می‌شوند.
- کوانتومی‌بودن دادوستد انرژی: هنگام انتقال الکترون از یک لایه به لایهٔ دیگر (الکترون، انرژی را به صورت پیمانه‌ای یا بسته‌های معین جذب یا نشر می‌کند.)



- در شکل هر بخش پررنگ، محلی است که الکترون‌های آن لایه بیشتر، در آن فاصله از هسته هستند ← الکترون در هر لایه که باشد در همهٔ نقاط پیرامون هسته حضور می‌یابد، اما در محدودهٔ یادشده احتمال حضور بیشتری دارد.
- شمارهٔ لایه‌ها **(n) عدد کوانتومی اصلی** نام دارد.
- **انرژی الکترون‌های موجود در اتم با شمارهٔ لایه‌ها رابطهٔ مستقیم دارد؛** یعنی هر چه الکترون در سطح دورتری از هسته باشد، انرژی آن بیشتر بوده و پایداری کم‌تری خواهد داشت.

براساس مدل کوانتومی

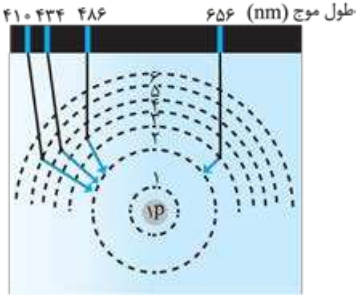
- **حالت پایه**؛ الکترون‌ها در هر لایه آرایش و انرژی معینی دارند و اتم از پایداری نسبی برخوردار است.
- **حالت برانگیخته (اتم ناپایدار)**؛ الکترون‌ها با جذب انرژی معین و کافی به لایه‌های بالاتر منتقل می‌شوند.
- **الکترون‌های برانگیخته پرانرژی و ناپایدارند** و تمایل دارند با **از دست دادن انرژی** به حالت پایدارتر و در نهایت به **حالت پایه** برگردند. **(انرژی الکترون‌ها با افزایش فاصله از هسته، افزایش می‌یابد.)**
- نشر نور (با طول موج معین) مناسب‌ترین راه برای از دست دادن انرژی الکترون هنگام بازگشت به حالت پایه است.



- از آن‌جا که انرژی لایه‌های الکترونی پیرامون هستهٔ هر اتم، ویژهٔ همان اتم و به عدد اتمی آن وابسته است، انرژی لایه‌ها و تفاوت انرژی میان آن‌ها در اتم عنصرهای گوناگون متفاوت است.
- هر عنصر طیف نشری خطی منحصربه‌فرد دارد.

هر خط از طیف نشری خطی بیانگر آزادشدن انرژی، هنگام بازگشت الکترون از یک لایهٔ بالاتر به لایهٔ پایین‌تر است.

در طیف نشری خطی هیدروژن ۴ نوار رنگی دیده می‌شود. خطوط مرئی طیف مربوط به بازگشت الکترون از لایه‌های بالاتر به لایهٔ ۲ است.



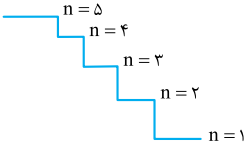
بازگشت الکترون از لایهٔ ۳ به ۲ ← نشر نور با طول موج ۶۵۶ (nm) ← قرمز

بازگشت الکترون از لایهٔ ۴ به ۲ ← نشر نور با طول موج ۴۸۶ (nm) ← سبز

بازگشت الکترون از لایهٔ ۵ به ۲ ← نشر نور با طول موج ۴۳۴ (nm) ← آبی

بازگشت الکترون از لایهٔ ۶ به ۲ ← نشر نور با طول موج ۴۱۰ (nm) ← بنفش

هر چه **تفاوت عدد کوانتومی اصلی** دو لایه **بیشتر** باشد، **انرژی مبادله‌شده** بر اثر انتقال الکترون بین آن‌ها **بیشتر** و در نتیجه **طول موج** نور نشرشده، **کوتاه‌تر** است.



تفاوت انرژی لایه‌ها با دورشدن از هسته کاهش می‌یابد. به عنوان مثال تفاوت انرژی لایهٔ ۱ و ۲ بیشتر از لایهٔ ۲ و ۳ و آن هم بیشتر از لایهٔ ۳ و ۴ است.

تست ۲۹ کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟ *(داخل تجربی ۹۸)*

آ) طول موج نور بنفش از طول نور سبز، کوتاه‌تر است.

ب) انرژی هر رنگ نور مرئی، با طول موج آن نسبت مستقیم دارد.

پ) نوارهای رنگی در طیف نشری خطی اتم هیدروژن، ناشی از انتقال الکترون‌ها از لایه‌های بالاتر به لایهٔ $n = 2$ است.

ت) هر چه فاصلهٔ میان لایه‌های انتقال الکترون در اتم برانگیختهٔ هیدروژن بیشتر باشد، طول موج نور، بلندتر است.

۱) ب، پ، ت ۲) ب، ت ۳) آ، ب، پ ۴) آ، پ

پاسخ گزینهٔ «۴» ب با کاهش طول موج، انرژی موج افزایش می‌یابد. (رابطهٔ معکوس)

ت با افزایش فاصلهٔ بین لایه‌ها، انرژی موج افزایش و طول موج کاهش می‌یابد.

توزیع الکترون‌ها در لایه‌ها و زیرلایه‌ها

عدد کوانتومی اصلی (n) (لایه)

- مشخص‌کردن شمارهٔ لایه‌های الکترونی
- هر چه n ↑ ← انرژی لایه ↑ ← پایداری لایه ↓
- بیانگر تعداد زیرلایه‌های موجود در یک لایه
-

حداکثر گنجایش الکترونی یک لایه $= 2n^2$

عدد کوانتومی فرعی (l) (زیرلایه)

- هر لایه از بخش‌های کوچک‌تری به نام زیرلایه تشکیل شده است که به آن عدد کوانتومی فرعی را نسبت می‌دهند. (زیرلایه‌ها را با حروف هم نشان می‌دهند.)

$$\text{حداکثر گنجایش الکترونی یک زیرلایه} = 4l + 2$$

- مقادیر l برای هر لایه **از صفر تا $n-1$** را شامل می‌شود.

مقدار مجاز l	۰	۱	۲	۳
نماد زیرلایه	s	p	d	f
حداکثر گنجایش الکترون در زیرلایه $(4l+2)$	۲	۶	۱۰	۱۴

- **هر لایه متشکل از یک یا چند لایهٔ فرعی (زیرلایه) است که تعداد آن‌ها در هر لایهٔ اصلی برابر شمارهٔ n لایه است.**
- **نماد زیرلایه: nl** **n**: شمارهٔ لایه **l**: نوع زیرلایه

مثال $2p$ ← زیرلایه‌ای در لایهٔ دوم با $l=1$

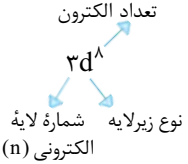
آرایش الکترونی اتم

- **آفبا**: واژهٔ آلمانی به معنای ساختن یا افزایش گام‌به‌گام
- ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها از الکترون بر طبق این قاعده است. ← الکترون‌ها ابتدا زیرلایه‌هایی را پر می‌کنند که دارای انرژی پایین‌تری هستند.
- هر چه مجموع دو عدد کوانتومی اصلی و فرعی $(n+l)$ برای زیرلایه‌ای کوچک‌تر باشد، آن زیرلایه انرژی کم‌تری دارد و زودتر الکترون می‌پذیرد. (ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها به دو عدد کوانتومی اصلی (n) و فرعی (l) در حقیقت $(n+l)$ بستگی دارد.)
- اگر $n+l$ دو زیرلایه یکسان باشد، زیرلایه‌ای که n کوچک‌تری دارد، انرژی کم‌تری دارد و زودتر الکترون می‌پذیرد.
- ترتیب پرشدن زیرلایه‌ها در عنصرهای هر دورهٔ جدول دوره‌ای را می‌توان به کمک رابطهٔ مقابل نیز بیان کرد:

$$\underset{n\geq 1}{ns},\ \underset{n\geq 6}{(n-2)f},\ \underset{n\geq 4}{(n-1)d},\ \underset{n\geq 2}{np}$$

$$\underset{\text{دورهٔ ۱}}{[1s]}-\underset{\text{دورهٔ ۲}}{[2s2p]}-\underset{\text{دورهٔ ۳}}{[3s3p]}-\underset{\text{دورهٔ ۴}}{[4s3d4p]}-\underset{\text{دورهٔ ۵}}{[5s4d5p]}-\underset{\text{دورهٔ ۶}}{[6s4f5d6p]}-\underset{\text{دورهٔ ۷}}{[7s5f6d7p]}$$

- برای نوشتن آرایش الکترونی، تعداد الکترون‌ها در هر زیرلایه به صورت توان و بعد از نماد زیرلایه در بالا قرار می‌گیرد.



آرایش الکترونی گسترده

- زیرلایه‌ها را براساس قاعدهٔ آفبا از الکترون پر می‌کنیم تا جایی که مجموع تعداد الکترون‌های زیرلایه‌ها با تعداد الکترون‌های گونهٔ شیمیایی موردنظر برابر شود.

$$_{15}P: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3 \quad , \quad _{22}Ti: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^2\ 4s^2$$

آزمون از کل فصل

۱- تفاوت جرم واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها در واکنش هسته‌ای $۴/۵\times۱۰^{-۲۰}$ گرم می‌باشد. انرژی آزادشده از این واکنش چند گرم از مادهٔ A را به B طی واکنش تبدیل می‌کند؟ (جرم مولی A، ۵۰ گرم بر مول است.)

$$۲A + ۱۵۰\ kJ \rightarrow B$$

۱) ۲۷×۱۰^{-۷} ۲) ۵۴×۱۰^{-۱۲} ۳) ۵۴×۱۰^{-۱۰} ۴) ۲۷×۱۰^{-۱۰}

۲- اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌های یون تک‌اتمی $^{۷۹}X^{۳-}$ برابر ۱۰ باشد، در بیرونی‌ترین زیرلایهٔ اتم آن، ..... الکترون جای دارد و عدد اتمی عنصر X برابر ..... است. (ریاضی خارج ۹۷)

۱) ۳، ۳۱ ۲) ۳، ۳۳ ۳) ۵، ۳۱ ۴) ۵، ۳۳

۳- در اتم عنصر $_{۲۶}Fe$، نسبت شمار الکترون‌هایی که دارای $l=۲$ هستند به الکترون‌های لایهٔ ظرفیت کدام است؟

۱) ۳ ۲) $\frac{۳}{۴}$ ۳) $\frac{۵}{۸}$ ۴) $\frac{۵}{۲}$

۴- تفاوت عدد اتمی دو عنصری که آرایش الکترونی اتم آن‌ها به $۵d^{۱۰}۶s^{۲}$ و $۴d^{۱۰}۵s^{۱}$ ختم می‌شود، کدام است؟

۱) ۳۳ ۲) ۳۹ ۳) ۳۸ ۴) ۳۴

۵- کدام سه عنصر در زیرلایهٔ p بالاترین لایهٔ اشغال‌شدهٔ اتم خود، الکترون ندارند؟ (تجربی داخل ۹۷)

۱) $_{۲۷}A$، $_{۳۰}X$ و $_{۳۹}G$ ۲) $_{۲۷}A$، $_{۳۱}Z$ و $_{۳۹}G$

۳) $_{۲۱}M$، $_{۳۰}X$ و $_{۳۶}E$ ۴) $_{۲۱}M$، $_{۳۱}Z$ و $_{۳۶}E$

۶- در کدام گزینه، مورد اول نادرست و مورد دوم، درست آمده است؟

آ) همهٔ هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیش از ۱/۵ است، ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند.

ب) در فرایند تشخیص تودهٔ سرطانی با استفاده از رادیوایزوتوپ‌ها، فقط تجمع گلوکز نشان‌دار برخلاف معمول دیده می‌شود.

پ) دفع پسماندهای پرتوزای راکتورهای اتمی از جمله چالش‌های صنایع هسته‌ای به شمار می‌رود.

ت) اغلب افرادی که به سرطان ریه دچار می‌شوند، سیگاری هستند.

۱) آ ـ ب ۲) پ ـ ب ۳) ت ـ پ ۴) ب ـ پ

۷- در چهارمین لایهٔ الکترونی اتم عنصرها، ..... مقدار برای عدد کوانتومی l و در کل ..... الکترون وجود دارد و عنصرهایی که آخرین الکترون آن‌ها در زیرلایه‌های مربوط به این لایه قرار می‌گیرند، در ..... دورهٔ مختلف جدول تناوبی جای دارند. (تجربی خارج ۹۷)

۱) ۳، ۱۶، دو ۲) ۳، ۱۶، سه ۳) ۴، ۳۲، دو ۴) ۴، ۳۲، سه

۸- تعداد اتم‌های موجود در ۲۰ گرم گوگرد تری‌اکسید ($SO_۳$)، برابر تعداد اتم‌های موجود در مقداری عنصر تک‌اتمی M با جرم مولی ۲۰ است. مقدار عنصر M چند گرم بوده است؟ $(O=۱۶, S=۳۲ : g.mol^{-۱})$

۱) ۱۰ ۲) ۴۰ ۳) ۸۰ ۴) ۲۰

۹- در اتم کدام عنصر (به ترتیب از راست به چپ) شمار الکترون‌های زیرلایه‌های ۳d و ۳p برابر و در اتم کدام عنصر، شمار الکترون‌های زیرلایهٔ ۳d با شمار الکترون‌های زیرلایهٔ ۴s برابر است؟ (ریاضی خارج ۹۵)

۱) $_{22}Ti$ ، $_{26}Fe$ ۲) $_{24}Cr$ ، $_{26}Fe$

۳) $_{24}Cr$ ، $_{25}Mn$ ۴) $_{24}Cr$ ، $_{22}Ti$

۱۰- چند مورد درست است؟

آ) ممکن است نسبت تعداد الکترون‌های لایهٔ سوم عنصری از دستهٔ d و دورهٔ چهارم به کل ظرفیت لایهٔ سوم، $\frac{۲}{۳}$ باشد.

ب) اگر عنصر M قادر به تشکیل اکسید MO باشد، فرمول نیترید و کلرید آن $M_۳N_۲$ و $MCl_۲$ خواهد بود.

پ) آرایش کاتیون در $_{۲۹}Cu^{+}$ به صورت $[Ar]\,۳d^{۹}۴s^{۱}$ می‌باشد.

ت) الکترون‌های مبادله‌شده هنگام تشکیل یک مول SrO دو برابر LiBr است.

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۱ ۴) ۲

پاسخ‌نامهٔ تشریحی

۱- گزینهٔ «۴»

$$E = mc^{۲} = \underbrace{۴/۵\times۱۰^{-۲۳}}_{kg}\times۹\times۱۰^{۱۶} = ۹\times۴/۵\times۱۰^{-۷}\,J$$

انرژی (J)	~	مول A
۱۵۰×۱۰^{۳}	~	۲
$۹\times۴/۵\times۱۰^{-۷}$	~	$x = ۵۴\times۱۰^{-۱۲}$ مول A

$$۵۴\times۱۰^{-۱۲}\ mol\ A\times\frac{۵۰\ g}{۱\ mol\ A} = ۲۷\times۱۰^{-۱۰}\ \text{گرم}$$

۲- گزینهٔ «۲»

$$Z = \frac{A-((n-e)-q)}{۲} \Rightarrow Z = \frac{۷۹-((۱۰)-(-۳))}{۲} = ۳۳$$

$$_{۳۳}X : [_{۱۸}Ar]\,۳d^{۱۰}۴s^{۲}۴p^{۳}$$

۳- گزینهٔ «۲»

$$_{۲۶}Fe : [Ar]\,۳d^{۶}\,۴s^{۲}$$

الکترون‌های زیرلایهٔ d $(l=۲)$ ۶تا است و الکترون‌های لایهٔ ظرفیت، مجموع الکترون‌های d و s است؛ بنابراین: $\frac{۶}{۸} = \frac{۳}{۴}$

۴- گزینهٔ «۱» عنصر اول در دورهٔ ششم و گروه ۱۲ (جمع الکترون‌های s و d) (۶ گروه قبل از ۸۶ و با عدد اتمی ۸۰) و عنصر دوم در دورهٔ پنجم و گروه ۱۱ (۷ عنصر قبل از ۵۴ و با عدد اتمی ۴۷) قرار دارد.

۵- گزینهٔ «۱» عناصر با عدد اتمی ۲۷، ۳۰ و ۳۹ در دستهٔ d هستند و زیرلایهٔ p در آخرین لایهٔ آن‌ها خالی از الکترون است.

آزمون چالش چندموردی شماره ۱

۱- نام چه تعداد از ترکیبات زیر درست آمده است؟

- SrO ← استرانسیم (II) اکسید
- CuO ← مس (I) اکسید
- Zn_2P_2 ← روی فسفید
- $FeBr_2$ ← آهن (II) برمید
- AlF_3 ← آلومینیم تری‌فلوئورید
- K_3N ← تری‌پتاسیم نیترید

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲- چند مورد از جمله‌های زیر، درست است؟

آ) نیلز بور بر این باور بود که از بررسی تعداد و جایگاه‌های نوارهای طیف نشری خطی هیدروژن، اطلاعات ارزشمندی از ساختار اتم آن می‌توان به دست آورد.

ب) دانشمندان به دنبال توجیه و علت ایجاد طیف نشری خطی دیگر عنصرها و نیز چگونگی نشر نور از اتم‌ها، ساختاری لایه‌ای برای اتم ارائه کردند.

پ) طیف نشری خطی اتم هیدروژن فقط گسترهٔ طول موج ناحیهٔ مرئی امواج الکترومغناطیسی ایجاد می‌شود.

ت) تعداد نوارهای (خطوط) رنگی و مرئی طیف نشری خطی هیدروژن با تعداد نوترون‌ها در سبک‌ترین ایزوتوپ ساختگی آن برابر است.

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۲ ۴) ۱

۳- چند مورد از جمله‌های زیر، درست است؟

آ) برای شناسایی یون‌های Ca^{2+} و Cl^- می‌توان از سدیم فسفات و نقره نیترات استفاده کرد.

ب) تعداد اتم‌های اکسیژن در دو ترکیب کلسیم کربنات و آهن (III) هیدروکسید برابر است.

پ) هنگام تشکیل یک مول ترکیب حاصل از یون اتم‌های $_{13}A$ و $_{9}B$، ۴ مول الکترون مبادله می‌شود.

ت) در ساختار منیزیم (II) کربنات ۵ اتم دیده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴- چند مورد از جمله‌های زیر نادرست است؟

آ) نور حاصل از واکنش پتاسیم با هالوژنی که در دمای اتاق به آرامی با هیدروژن واکنش می‌دهد بیشتر از واکنش آن با هالوژنی است که در دمای $200\ ^\circ C$ با هیدروژن واکنش می‌دهد.

ب) نقطهٔ جوش ترکیب هیدروژن‌دار هالوژن جامد از ترکیب هیدروژن‌دار هالوژن مایع بیشتر است.

پ) در یک دوره با کاهش شعاع اتمی، واکنش‌پذیری نیز کاهش می‌یابد.

ت) هر چه بار یونی مثبت‌تر باشد، شعاع آن کوچک‌تر خواهد شد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵- چند مورد از مطالب زیر، درست است؟ (تجربی خارج ۹۸)

- با سردشدن هوا، شدت رنگ گاز آلایندهٔ NO_2 در شهرها، کاهش می‌یابد.
- در تبدیل $CO_2(g) \rightarrow CO_2(s)$، میانگین تندی و انرژی جنبشی ذرات، ثابت است.
- علامت ΔH در واکنش شیمیایی انجام‌شده در فتوسنتز (در گیاهان سبز)، مثبت است.
- تغییر نوع آلوتروپ در واکنش‌هایی که عنصرهای خالص تولید یا مصرف می‌شوند، تأثیری بر ΔH واکنش ندارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶- چند مورد از مطالب زیر، درست است؟ (تجربی خارج ۹۵)

آ) ویژگی مشترک گروه‌های عاملی آلدهیدی و کتونی در گروه ($\overset{O}{\overset{\|}{C}}$) است.

ب) گستردگی و تفاوت خواص مواد آلی به دلیل آرایش ویژهٔ اتم‌ها در مولکول آن‌ها است.

پ) طعم و بوی خوش برخی از گل‌ها و میوه‌ها به دلیل وجود دسته‌ای از مواد آلی به نام استرها در آن‌ها است.

ت) مجموع شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی لایهٔ ظرفیت اتم‌ها در ۱، ۲ ــ دی‌برمو اتان از مجموع شمار جفت الکترون‌های پیوندی بیشتر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷- چند مورد درست است؟

آ) نسبت اتم‌های هیدروژن به کربن در روغن زیتون برخلاف وازلین کوچک‌تر از ۲ است.

ب) مولکول‌های آب پاک‌کنندهٔ مناسبی برای انواع شیرینی‌ها هستند.

پ) امروزه با افزایش سطح بهداشت، بیماری وبا تهدیدی برای جامعه ندارد.

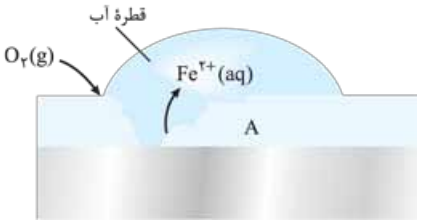
ت) شوینده‌های خورنده، لکه‌های رسوب داده شده را به مواد محلول در آب یا به مواد گازی تبدیل می‌کنند.

ث) $RCOONH_4$ را می‌توان از گرم‌کردن مخلوط روغن‌های گیاهی یا جانوری با آمونیوم هیدروکسید تهیه کرد.

ج) کلوییدها، همانند سوسپانسیون‌ها و برخلاف محلول‌ها، نور را پخش می‌کنند و ناهمگن و پایدار هستند.

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۳ ۴) ۴

۸- در شکل مقابل که به زنگ‌زدن آهن مربوط است، چند مورد از مطالب زیر درست هستند؟ (ریاضی داخل ۹۵)



آ) پایگاه کاتدی در نقطهٔ A قرار دارد.

ب) نیم‌واکنش آندی در جایی که غلظت اکسیژن زیاد است، انجام می‌شود.

پ) با کاهش هر مول گاز اکسیژن در آب، ۴ مول یون هیدروکسید تولید می‌شود.

ت) جهت حرکت کاتیون‌های آهن در قطرهٔ آب، مخالف جهت حرکت الکترون‌ها در قطعهٔ آهن است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۹- چند عبارت نادرست است؟

آ) تفاوت نقطهٔ جوش و ذوب تنها هالوژنی که در آب، اسیدی ضعیف تولید می‌کند بیشتر از این مقدار برای بیشترین جزء گازی هواکره است.

ب) عنصرهای اصلی سازندهٔ جامدهای کووالانسی در گروه ۱۴ جدول دوره‌ای قرار دارند.

پ) رنگ‌ها نوعی از مواد هستند که پلی بین محلول‌ها و سوسپانسیون محسوب می‌شوند.

ت) در فرایند تبدیل انرژی خورشید به الکتریکی، شاره‌ای که توربین را به حرکت در می‌آورد، ترکیب یونی مذاب است.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

اتر: دی‌متیل اتر CH_3OCH_3	آلدهید: متانال (فرم آلدهید) HCOH
کتون: استون (پروپانون) CH_3COCH_3	کربوکسیل: متانوئیک اسید (فورمیک اسید)HCOOH
استر: متیل متانوآت $HCOOCH_3$	آروماتیک: بنزن C_6H_6

همهٔ «واکنش»ها

به حالت‌های فیزیکی مواد شرکت‌کننده در واکنش‌ها دقت کنید.

۱ معادلهٔ کلی سوختن هیدروکربن‌ها

$$C_xH_y + (x + \frac{y}{4})O_2 \rightarrow xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O$$

۲ سوختن اتانول

$$C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(g)$$

۳ اکسایش گلوکز

$$C_6H_{12}O_6(aq) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l)$$

۴ اکسایش چربی شتر

$$2C_{57}H_{110}O_6(s) + 163O_2(g) \rightarrow 114CO_2(g) + 110H_2O(l)$$

۵ سوختن ناقص متان

$$2CH_4(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO(g) + 4H_2O(g)$$

۶ سوختن کربن

$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$$

۷ سوختن H_2S

$$2H_2S(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) + 2SO_2(g)$$

۸ سوختن CO

$$2CO(g) + O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g)$$

۹ اکسایش و سوختن آهن

$$4Fe(s) + 3O_2(g) \rightarrow 2Fe_2O_3(s)$$

۱۰ واکنش هیدروژن و کلر

$$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$$

۱۱ واکنش سدیم و کلر

$$2Na(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2NaCl(s)$$

۱۲ واکنش تولید هیدرازین از نیتروژن و هیدروژن

$$2H_2(g) + N_2(g) \rightarrow N_2H_4(g)$$

۱۳ واکنش اتن و برم و تولید ۱، ۲ـ دی‌برمو اتان

$$CH_2=CH_2(g) + Br_2(l) \rightarrow \underset{\displaystyle Br}{\overset{\displaystyle CH_2}{|}} - \underset{\displaystyle Br}{\overset{\displaystyle CH_2}{|}}(l)$$

۱۴ واکنش اتن با هیدروژن

$$C_2H_4(g) + H_2(g) \rightarrow C_2H_6(g)$$

۱۵ واکنش نیتروژن مونواکسید با اکسیژن

$$2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$$

۱۶ تولید آب

$$2H_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{Pt(s)} 2H_2O(l)$$

۱۷ سوختن زغال‌سنگ

$$\text{زغال‌سنگ} + O_2(g) \rightarrow H_2O(g) + SO_2(g) + CO_2(g)$$

در سوختن زغال‌سنگ، به دلیل وجود ناخالصی، علاوه بر CO_2 و H_2O، CO، NO_2 و SO_2 هم تولید می‌شود.

۱۸ واکنش گاز CO_2 با CaO

$$CO_2(g) + CaO(s) \rightarrow CaCO_3(s)$$