

# فهرست

## پایه دهم:

فصل اول: کیهان زادگاه الفبای هستی.....	۸۰
پاسخ‌نامه تشریحی.....	۴۴
فصل دوم: ردپای گازها در زندگی.....	۴۶
پاسخ‌نامه تشریحی.....	۷۵
فصل سوم: آب، آهنگ زندگی.....	۷۷
پاسخ‌نامه تشریحی.....	۱۰۷

## پایه یازدهم:

فصل اول: قدر هدایای زمینی را بدانیم.....	۱۱۰
پاسخ‌نامه تشریحی.....	۱۴۰
فصل دوم: در پی غذای سالم.....	۱۴۲
پاسخ‌نامه تشریحی.....	۱۷۳
فصل سوم: پوشاک، نیازی پایان‌ناپذیر.....	۱۷۶
پاسخ‌نامه تشریحی.....	۲۰۴

## پایه دوازدهم:

فصل اول: مولکول‌ها در خدمت تندرستی.....	۲۰۷
پاسخ‌نامه تشریحی.....	۲۴۰
فصل دوم: آسایش و رفاه در سایه شیمی.....	۲۴۳
پاسخ‌نامه تشریحی.....	۲۷۳
فصل سوم: شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری.....	۲۷۵
پاسخ‌نامه تشریحی.....	۲۹۴
فصل چهارم: شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر.....	۲۹۶
پاسخ‌نامه تشریحی.....	۳۲۴
آزمون‌های چالش‌چندموردی.....	۳۲۸
پاسخ‌نامه تشریحی.....	۳۳۴
پیوست‌ها.....	۳۳۹
کنکور سراسری ۹۹.....	۳۶۵
پاسخ‌نامه تشریحی.....	۳۸۰
پاسخ‌نامه کلیدی.....	۳۹۲



## فصل اول کیهان زادگاه القبای 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.

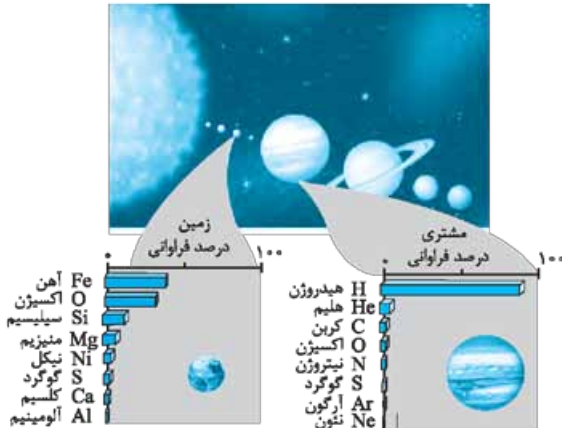
### مأموریت فضاپیمای وویجر ۱ و ۲

- هدف، شناخت بیشتر سامانه خورشیدی
- گذر از کنار ۴ سیاره ← مشتری، زحل، اورانوس و نپتون (همه این ۴ سیاره، گازی هستند).
- تهیه و ارسال شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آن سیاره‌ها
  - نوع عنصرهای سازنده
  - ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها
  - ترکیب درصد این مواد

### عنصرها چگونه پدید آمدند؟

- مطالعه کیهان به ویژه سامانه خورشیدی، کمک شایانی در پاسخ به پرسش چگونگی پیدایش عنصرها می‌کند. با بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازنده برخی سیاره‌های سامانه خورشیدی و مقایسه آن با عنصرهای سازنده خورشید می‌توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست یافت.

### مقایسه مشتری و زمین



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

مشتری	زمین
نسبت به زمین از خورشید دورتر است.	نسبت به مشتری به خورشید نزدیکتر است.
بزرگ‌ترین سیاره منظومه خورشیدی	رتبه پنجم از نظر بزرگی بین سیاره‌های منظومه خورشیدی
اکسیژن، چهارمین عنصر فراوان	اکسیژن، دومین عنصر فراوان
فاقد عنصر فلزی (۸ عنصر فراوان همگی نافلز هستند).	دارای عنصرهای فلز، نافلز و شبه‌فلزی بین ۸ عنصر فراوان
گاز نئون (Ne) هشتمین عنصر فراوان سازنده آن	فلز آلومینیم هشتمین عنصر فراوان سازنده آن
درصد فراوانی هیدروژن در آن، حدود $9.0\%$ است.	درصد فراوانی همه عنصرهای سازنده آن، کم‌تر از $5.0\%$ است.

### نکات تکمیلی:

- ۱ در بین ۸ عنصر سازنده 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 رتبه ششم عنصرهای فراوان قرار دارد، ولی فراوانی آن در زمین بیشتر از مشتری است.
- ۴ از میان هشت عنصر فراوان سازنده زمین، فقط اکسیژن در دمای اتاق ( $25^{\circ}\text{C}$ ) گاز است و هفت عنصر دیگر جامد هستند.
- ۵ از میان هشت عنصر فراوان سازنده مشتری، کربن و گوگرد در دمای اتاق ( $25^{\circ}\text{C}$ ) جامد بوده و شش عنصر دیگر گازی هستند.
- ۶ در کره زمین بین هشت عنصر فراوان سازنده، در مجموع درصد فراوانی به صورت فلز < نافلز < شبه‌فلز است.
- ۷ فراوانی فراوان‌ترین عنصر موجود در مشتری (هیدروژن حدود  $9.0\%$ )، از فراوانی فراوان‌ترین عنصر موجود در زمین (آهن حدود  $4.0\%$ ) بیشتر (بیش از دو برابر) است.
- ۸ اختلاف درصد فراوانی عنصرهای رتبه اول و دوم در مشتری بیش از زمین است. (در مشتری، هیدروژن رتبه اول با فراوانی حدود  $9.0\%$  و هلیوم رتبه دوم با فراوانی کم‌تر از  $1.0\%$ ، ولی در زمین، آهن رتبه اول با فراوانی حدود  $4.0\%$  و اکسیژن رتبه دوم با حدود  $3.0\%$  است.)
- ۹ به طور کلی هر چه سیاره‌ای به خورشید نزدیک‌تر باشد دمای آن سیاره بیشتر است، بنابراین دمای سطح سیاره زمین نسبت به سطح سیاره 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: هلیوم  $\text{He}$  < آرگون  $\text{Ar}$  < نئون  $\text{Ne}$   
 دوره اول      دوره سوم      دوره دوم

۱۲ هشت عنصر فراوان مشتری همگی جزء عنصرهای دسته s و p هستند که درصد فراوانی دسته s بیشتر از دسته p است (هیدروژن و هلیوم  $1s^1$  و  $1s^2$  و  $\text{He}$  جزء دسته s هستند و به تنهایی بیش از  $9.0\%$  فراوانی دارند).

۱۳ فراوان‌ترین عنصر زمین، آهن (Fe) جزء دسته d جدول تناوبی است.  
 ۱۴ در بین هشت عنصر فراوان مشتری خیری 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 > هلیوم He > هیدروژن H

### فراوان‌ترین‌ها:

عنصر موجود در کره زمین ← آهن (Fe)  
 عنصر موجود در جهان ← هیدروژن (H)  
 عنصر موجود در مشتری ← هیدروژن (H)  
 گاز نجیب موجود در مشتری ← هلیوم (He)

### روند پیدایش عنصرها



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

- نکته ۲ از ستاره‌ها: ۱ دما و اندازه‌ی 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 گرما بخشی، پایداری خود را از دست می‌دهند و در انفجاری بزرگ متلاشی می‌شوند (می‌میرند).

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

◀ به وجود آمدن ذرات زیراتمی از انرژی آزاد شده طی مه‌بانگ حاکی از تبدیل انرژی به جرم است.

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

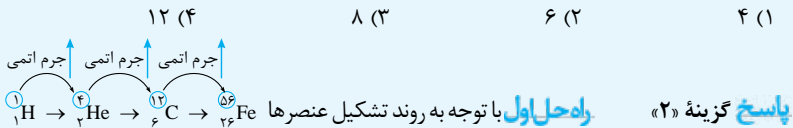
◀ خلاصه روند تشکیل عنصرها (سنگین شدن عنصرها):

هیدروژن ( ${}^1_1\text{H}$ ) ← هلیوم ( ${}^4_2\text{He}$ ) ← عنصرهای سبک (کربن ( ${}^{12}_6\text{C}$ ), لیتیم ( ${}^7_3\text{Li}$ ) و ...) ← عنصرهای سنگین‌تر (آهن ( ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ ), طلا ( ${}^{197}_{79}\text{Au}$ ) و ...)

**تست ۱** با توجه به روند تشکیل عنصرها در ستارگان، از به هم پیوستن چند اتم از فراوان‌ترین

ایزوتوپ هلیوم، یک اتم ایزوتوپ  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ ، می‌تواند به وجود آید؟ (از تبادل انرژی و تغییرات اندک

جرم صرف نظر شود.) (فارج ریاضی ۹۸)



شاهد افزایش جرم اتمی عنصر مدنظر هستیم. حال باید محاسبه کنیم چند هلیوم  ${}^4_2\text{He}$  می‌تواند یک  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$  بسازد.

$$x \times 4 = 24 \Rightarrow x = 6$$

**راه‌حل دوم** می‌توان همین محاسبات را با عدد اتمی انجام داد:  $x \times 2 = 12 \Rightarrow x = 6$

**رابطه بین جرم و انرژی طبق فرمول اینشتین**

$$E = m c^2 \leftarrow \text{انرژی (J)}$$

سرعت نور (m/s)  
اختلاف جرم واکنش دهنده‌ها و فراورده‌ها (kg)

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

$$1 \text{ J} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$$

گاهی می‌توان رابطه  $E = mc^2$  را به صورت  $E = \Delta mc^2$  نوشت، زمانی که کل جرم ماده پرتوزا مصرف نشده باشد می‌توان  $m = \Delta m$  در نظر گرفت.

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

(مجموع جرم فراورده‌ها) (مجموع جرم واکنش دهنده‌ها)

**تست ۲** ۱۲ گرم از ماده X طی واکنش، ۱۱/۹۳۲ گرم از ماده Y را تولید کرده است. تغییرات

انرژی در این واکنش چند کیلوژول است؟

$$\begin{array}{ll} (1) & 612 \times 10^{12} \\ (2) & 6 / 12 \times 10^9 \\ (3) & 306 \times 10^2 \\ (4) & 3 / 06 \times 10^4 \end{array}$$

**پاسخ** گزینه «۲»

جرم نهایی جرم اولیه

$$\Delta m = 12 - 11 / 932 = 0 / 068 \text{ g} = 68 \times 10^{-6} \text{ kg}$$

$$E = \Delta mc^2 = 68 \times 10^{-6} \times (3 \times 10^8)^2 = 612 \times 10^9 \text{ J} = 6 / 12 \times 10^{12} \text{ J} \times 10^{-3} = 6 / 12 \times 10^9 \text{ kJ}$$

**تست ۳** اگر در تبدیل هسته‌ای:  $16_8\text{O} \rightarrow 1_1\text{H} + 1_0\text{n}$ ، افت جرم به اندازه  $1 / 4 \times 10^{-4} \text{ g}$  اتفاق

بیافتد، با تولید ۳۲ g گاز اکسیژن در یک ستاره، به تقریب چند کیلوژول انرژی آزاد می‌شود؟

(داخل تهرپی ۹۸)

$$(O = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1})$$

$$\begin{array}{ll} (1) & 1 / 26 \times 10^7 \\ (2) & 1 / 26 \times 10^1 \\ (3) & 2 / 52 \times 10^7 \\ (4) & 2 / 52 \times 10^1 \end{array}$$

**پاسخ** گزینه «۳»

$$\text{گم افت جرم} = \Delta m = 1 / 4 \times 10^{-4} \text{ g} \times 10^{-3} = 1 / 4 \times 10^{-7} \text{ kg}$$

$$\Delta m = 1 / 4 \times 10^{-7} \text{ kg} \text{ شاهد } 16 \text{ گرم اکسیژن شاهد } 1_1\text{H} + 1_0\text{n} \rightarrow 16_8\text{O}$$

$$\begin{array}{lll} 16 \text{ g} & 1 \text{ g} & 1 \text{ g} \\ \text{تولید} & \text{مصرف} & \text{مصرف} \\ \text{اکسیژن} & \text{نوترون} & \text{هیدروژن} \end{array}$$

باشیم پس طبق گفته طراح با تولید ۳۲ g اکسیژن باید  $\Delta m$  واکنش ۲ برابر شود.

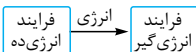
$$\Delta m \text{ اکسیژن } 32 \text{ g} = 2 \times 1 / 4 \times 10^{-7} \text{ kg}$$

$$E = \Delta mc^2 = 2 \times 1 / 4 \times 10^{-7} \text{ kg} \times (3 \times 10^8)^2 = 25 / 2 \times 10^9 \text{ J} \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow 25 / 2 \times 10^6 \text{ kJ} = 2 / 52 \times 10^7 \text{ kJ}$$

می‌توان انرژی یک فرایند انرژی‌ده را به یک فرایند انرژی‌گیر منتقل کرد (انرژی آن‌ها برابر است) و

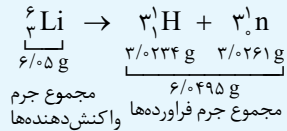
تست را با یک تناسب ساده حل کرد.



**تست ۴** طی واکنش هسته‌ای  ${}^6_3\text{Li} \rightarrow {}^3_1\text{H} + {}^3_0\text{n}$ ، از انرژی آزادشده به ازای مصرف  $6/05$  گرم لیتیم، چند تن آهن را می‌توان ذوب کرد؟ (جرم هیدروژن و نوترون تشکیل شده را به ترتیب  $3/0234$  و  $3/0261$  گرم در نظر بگیرید و برای ذوب شدن آهن به ازای هر گرم  $450$  ژول انرژی نیاز است).

$$1000 (4) \quad 100 (3) \quad 10 (2) \quad 1 (1)$$

**پاسخ** گزینه «۳»



$$\Delta m = 6/05 - 6/0495 = 0/0005 \text{ g} \times 10^{-3} = 5 \times 10^{-7} \text{ kg}$$

$$E = \Delta mc^2 = 5 \times 10^{-7} \text{ kg} \times 9 \times 10^{16} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \Rightarrow E = 45 \times 10^9 \text{ J}$$

انرژی آزادشده از  $45 \times 10^9 \text{ J}$  فرایند انرژی ده

$$1 \text{ g آهن} \sim 450 \text{ J}$$

$$\Rightarrow x = 10^8 \text{ g آهن} \times 10^{-6} = 100 \text{ تن آهن}$$

$$x \text{ g Fe} \sim 45 \times 10^9 \text{ J}$$

### آیا همه اتم‌های یک عنصر پایدارند؟

- عدد اتمی (Z): بیانگر تعداد پروتون و الکترون (در حالت خنثی، تعداد پروتون و الکترون برابر است). ( $e = Z$ )
- عدد جرمی (A): مجموع تعداد پروتون و نوترون ( $A = Z + n$ )
- ایزوتوپ‌ها (هم‌مکان‌ها): اتم‌های یک عنصر تعداد پروتون برابر و نوترون متفاوت (Z یکسان و A متفاوت)

#### شباهت ایزوتوپ‌ها

- عدد اتمی (تعداد p) یکسان
- تعداد الکترون و موقعیت یکسان در جدول دوره‌ای و آرایش الکترونی
- خواص شیمیایی یکسان (چون عدد اتمی آن‌ها یکسان است).

#### تفاوت ایزوتوپ‌ها

- عدد جرمی (تعداد نوترون)
- برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم مثل چگالی و نقطه جوش
- میزان فراوانی در طبیعت
- میزان پایداری و نیمه‌عمر
- اغلب در یک نمونه طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده جرم یکسانی ندارند. برای مثال: ایزوتوپ‌های منیزیم  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ ،  ${}^{25}_{12}\text{Mg}$ ،  ${}^{26}_{12}\text{Mg}$  (فراوان ترین:  ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ ، سبک ترین)
- ایزوتوپ‌های آهن در نمونه‌ای از شهاب سنگ  ${}^{54}_{26}\text{Fe}$ ،  ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ ،  ${}^{57}_{26}\text{Fe}$
- در هسته اغلب ایزوتوپ‌های ناپایدار یا رادیوایزوتوپ نسبت  $\frac{\text{تعداد نوترون}}{\text{تعداد پروتون}}$  بیشتر یا مساوی  $1/5$  ( $\frac{n}{p} \geq 1/5$ )
- دیگر شرط‌های تشخیص اتم پرتوزا  $\frac{A}{p} \geq 2/5$  یا  $P \leq 0/67 n$  است. (یکی از کاربردهای مواد پرتوزا، استفاده از آن‌ها در تولید انرژی الکتریکی است).





$$n = \frac{\text{زمان کل فرایند}}{\text{نیم‌عمر}} = \frac{t}{T}$$

$$K^n \times \text{مقدار اولیه } m_0 = \text{مقدار باقی‌مانده } m_n$$

K : چند برابر شدن مقدار ماده پرتوزا

n : تعداد دفعه‌هایی که ماده پرتوزا دچار کاهش جرم می‌شود.

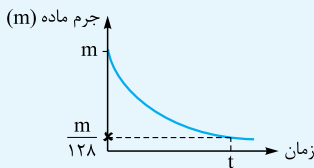
**تست ۶** نمونه‌ای از ۵۰۰۰۰ گرم ماده‌ای پرتوزا، پس از چند ساعت ۴۰۰ گرم جرم دارد؟ در صورتی که در هر ۲۰ دقیقه  $\frac{1}{5}$  برابر شود.

$$4 \quad (4) \quad 1 \quad (3) \quad 2 \quad (2) \quad 3 \quad (1)$$

**پاسخ** گزینه «۳»

$$400 = 50000 \times \left(\frac{1}{5}\right)^n \Rightarrow n = 3 \Rightarrow 3 = \frac{t}{20} \Rightarrow t = 60$$

(یک ساعت) دقیقه ۶۰



**تست ۷** اگر جرم اولیه یک ماده پرتوزا طی یک ساعت

نصف شود، با توجه به نمودار داده‌شده، این ماده پرتوزا

طی چند مرحله دچار فروپاشی شده است؟

$$5 \quad (2) \quad 4 \quad (1) \\ 7 \quad (4) \quad 6 \quad (3)$$

$$m_n = m_0 \times K^n \Rightarrow \frac{m}{128} = m \times \left(\frac{1}{2}\right)^n = \left(\frac{1}{2}\right)^n = \left(\frac{1}{2}\right)^7 \Rightarrow n = 7$$

**پاسخ** گزینه «۴»

از ۱۱۸ عنصر شناخته‌شده، ۹۲ عنصر (تقریباً ۷۸ درصد) در طبیعت یافت می‌شود و ۲۶ عنصر (تقریباً ۲۲ درصد) دیگر ساختگی است.

## تکنسیم

### تکنسیم $^{99}_{43}\text{Tc}$

- در دوره ۵ و گروه ۷ جدول دوره‌ای قرار دارد.
- **نخستین عنصری** که در راکتور (واکنشگاه) هسته‌ای ساخته شد.
- کاربرد در تصویربرداری از غده تیروئید (پروانه‌های شکل) ← یون یدید ( $I^-$ ) با یونی که حاوی تکنسیم  $^{99}_{43}\text{Tc}$  است اندازه‌گیری مشابهی دارد و غده تیروئید هنگام جذب یون یدید  $I^-$ ، این یون حاوی اتم تکنسیم را هم جذب می‌کند. با افزایش تعداد این یون، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.
- نیم‌عمر کوتاهی دارد و نمی‌توان مقادیر زیادی از آن تولید کرد. بسته به نیاز، با یک مولد هسته‌ای تولید و مصرف می‌شود.
- همه عناصر پرتوزا، نسبت نوترون به پروتون بزرگ‌تر یا مساوی ۵/۱ ندارند ← این نسبت در  $^{99}_{43}\text{Tc}$ ، در حدود ۱/۳ است.

## آزمون چالش چندموردی شماره ۱

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

- |                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● <math>\text{CuO}</math> ← مس (I) اکسید</li> <li>● <math>\text{FeBr}_2</math> ← آهن (II) برمید</li> <li>● <math>\text{K}_3\text{N}</math> ← تری پتاسیم نیتريد</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● <math>\text{SrO}</math> ← استرانسیم (II) اکسید</li> <li>● <math>\text{Zn}_3\text{P}_2</math> ← روی فسفید</li> <li>● <math>\text{AlF}_3</math> ← آلومینیم تری فلورید</li> </ul> |
| ۴ (۴)                      ۳ (۳)                                                                                                                                                                                 | ۲ (۲)                      ۱ (۱)                                                                                                                                                                                        |

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 عناصرها و نیز چگونگی نشر نور از اتم‌ها، ساختاری لایه‌ای برای اتم ارائه کردند.  
 (پ) طیف نشری خطی اتم هیدروژن فقط گستره طول موج ناحیه 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 (۴) | ۲ (۳) | ۴ (۲) | ۳ (۱) |
|-------|-------|-------|-------|

۳- چند مورد از جمله‌های زیر، درست است؟

(آ) برای شناسایی یون‌های  $\text{Ca}^{2+}$  و  $\text{Cl}^-$  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  $\text{A}^{13}$  و  $\text{B}^4$ ، ۴ مول الکترون مبادله می‌شود.  
 (ت) در ساختار منیزیم (II) کربنات ۵ اتم دیده می‌شود.

- |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| ۴ (۴) | ۳ (۳) | ۲ (۲) | ۱ (۱) |
|-------|-------|-------|-------|

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  $200^\circ\text{C}$  با هیدروژن واکنش می‌دهد.  
 (ب) نقطه جوش ترکیب هیدروژن دار هالوژن جامد از ترکیب هیدروژن دار هالوژن مایع بیشتر است.  
 (پ) در یک دوره با کاهش شعاع اتمی، واکنش پذیری نیز کاهش می‌یابد.  
 (ت) هر چه بار یونی مثبت‌تر باشد، شعاع آن کوچک‌تر خواهد شد.

- |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| ۴ (۴) | ۳ (۳) | ۲ (۲) | ۱ (۱) |
|-------|-------|-------|-------|

(تفسیری خارج ۹۸)

۵- چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

- با سرد شدن هوا، شدت رنگ گاز آلاینده  $\text{NO}_2$  در شهرها، کاهش می‌یابد.
- در تبدیل  $\text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{s})$ ، میانگین تندی و انرژی جنبشی ذرات، ثابت است.
- علامت  $\Delta H$  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  $\Delta H$  واکنش ندارد.

- |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
| ۴ (۴) | ۳ (۳) | ۲ (۲) | ۱ (۱) |
|-------|-------|-------|-------|

۶- چند مورد از مطالب زیر، درست است؟

(تیرگی قارچ ۹۵)

آ) ویژگی مشترک گروه‌های عاملی آلدهیدی و کتون‌ی در گروه (C=O) است.

ب) گستردگی و تفاوت خواص مواد آلی به دلیل آرایش ویژه 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 لایه ظرفیت اتم‌ها در ۱، ۲ - 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 پاک‌کننده مناسبی برای انواع شیرینی‌ها هستند.

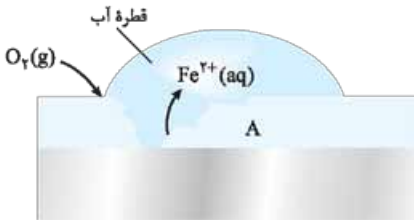
پ) امروزه با افزایش سطح بهداشت، بیماری وبا تهدیدی برای جامعه ندارد.

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

ث)  $\text{RCOONH}_4$  را می‌توان از گرم کردن مخلوط روغن‌های گیاهی یا جانوری با آمونیوم هیدروکسید تهیه کرد.

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

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



۸- در شکل مقابل که به زنگ‌زدن آهن

مربوط است، چند مورد از مطالب زیر درست

هستند؟ (ریاضی دافل ۹۵)

آ) پایگاه کاتدی در نقطه 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 قطره آب، مخالف جهت حرکت الکترون‌ها در قطعه آهن است.

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

۹- چند عبارت نادرست است؟

آ) تفاوت نقطه 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 سازنده 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.

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

۱۰- با توجه به دو نمودار داده شده، چند عبارت درست است؟

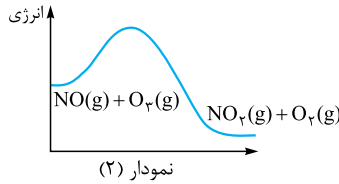
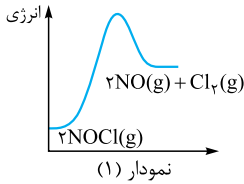
(آ) سرعت واکنش داده شده در نمودار (۲) بیشتر است.

(ب) سد انرژی نمودار (۱) ناپایدارتر است.

(پ) اگر واکنش نمودار (۱) را تعادلی فرض کنید با افزایش دما  $K$  بزرگ تر خواهد شد.

(ت) اگر واکنش نمودار (۲) را تعادلی فرض کنید با کاهش دما مخلوط تعادلی قهوه‌ای پررنگ تر خواهد شد.

(ث) تعداد الکترون‌های ناپیوندی  $\text{NOCl}$ ،  $\text{Cl}_2$  و  $\text{O}_3$  برابر است.



(۱) ۲

(۲) ۳

(۳) ۴

(۴) ۵

### آزمون چالش چندموردی شماره ۲

۱- با توجه به مقایسه زمین و مشتری چند مورد درست است؟

(آ) بین ۸ عنصر فراوان کره زمین، گاز نجیب وجود ندارد.

(ب) در ۸ عنصر فراوان کره زمین و مشتری هیچ هالوژنی وجود ندارد.

(پ) در هر دو سیاره، عنصر گوگرد (S) در جایگاه ششم از نظر فراوانی قرار دارد.

(ت) در سیاره مشتری سه گاز نجیب تناوب‌های ۱، ۲ و ۳ جزو ۸ عنصر فراوان هستند.

(ث) اختلاف فراوانی عنصرهای اول و دوم در مشتری بیش از زمین است.

(۴) ۵

(۳) ۴

(۲) ۳

(۱) ۲

۲- چند مورد از جمله‌های زیر، نادرست است؟

(آ) تبدیل  $\text{O}_3$  به  $\text{O}_2$  با آزاد شدن تابش فروسرخ همراه است.

(ب) اوزون تروپوسفری آلاینده‌ای سمی و خطرناک است که سبب سوزش چشمان و آسیب دیدن ریه‌ها می‌شود.

(پ)  $\text{O}_3$  استراتوسفری همانند تروپوسفری نقش محافظتی دارد.

(ت) NO گازی قهوه‌ای‌رنگ است.

(ث) در طی مراحل تشکیل  $\text{O}_3$  از NO، به ازای مصرف هر مول  $\text{N}_2$ ، یک مول  $\text{O}_3$  تولید می‌شود.

(۴) ۲

(۳) ۳

(۲) ۵

(۱) ۴

۳- چه تعداد از موارد زیر درباره کلسیم فسفات و مس (II) سولفات درست است؟

(آ) رسوب آن‌ها در آب به ترتیب سفید و آبی‌رنگ است.

(ب) تعداد یون‌های آب پوشیده هر واحد کلسیم فسفات ۵ برابر مس (II) سولفات است.

(پ) تعداد اتم‌های اکسیژن در اولی دو برابر دومی است.

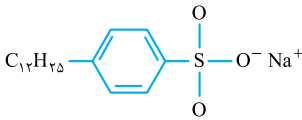
(ت) تعداد کاتیون اولی ۱/۵ برابر دومی است.

(۴) ۳

(۳) ۲

(۲) ۱

(۱) صفر



۷- چند عبارت دربارهٔ ساختار داده‌شده، درست است؟

(آ) برخلاف  $C_{18}H_{35}COOK$  یک پاک‌کنندهٔ غیرصابونی است.

(ب) با یون‌های موجود در آب شور واکنش نمی‌دهد.

(پ) پاک‌کنندگی بیشتری نسبت به صابون دارد.

(ت) مواد اولیه برای ساخت آن را می‌توان از منابع پتروشیمی تهیه کرد.

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

۸- چند مورد از موارد زیر، نادرست است؟

(آ) سیلیسیم به شکل آزاد در طبیعت وجود ندارد و به طور عمده به شکل مولکول‌های  $SiO_2$  دیده می‌شود.

(ب) فراوان‌ترین عنصر در پوستهٔ جامد زمین، سیلیسیم است.

(پ) در واکنش  $V^{5+}(aq) + Zn(s) \rightarrow V^{3+}(aq) + Zn^{2+}(aq)$ ، اکسنده و کاهنده به ترتیب

$Zn(s)$  و  $V^{3+}(aq)$  است.

(ت) سرخ‌فام‌بودن نوعی خاک رس استخراج‌شده از یک معدن طلا، به علت وجود آهن (III) اکسید در آن است.

(ث) گرافن‌ها علت ماندگاری اثر مداد بر روی کاغذ هستند.

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

۹- کدام موارد از جمله‌های زیر نادرست هستند؟

(آ) در شبکهٔ بلور ترکیب‌های یونی، نیروی جاذبهٔ بین یون‌های ناهم‌نام بر نیروی دافعه بین یون‌های هم‌نام غلبه دارد.

(ب) شمار مواد مولکولی شناخته‌شده به مراتب بیشتر از شمار جامدهای کووالانسی است.

(پ) سیلیسیم به شکل آزاد در طبیعت یافت نمی‌شود و عمدتاً به شکل سیلیکات وجود دارد.

(ت) آرایش یون‌ها در بلور آن‌ها بسته به اندازهٔ نسبی یون‌ها، از الگوی ویژه‌ای پیروی می‌کند.

۱ (پ و ت)                      ۲ (ت و ب)                      ۳ (پ)                      ۴ (پ و آ)

۱۰- چند مورد از واکنش‌های داده‌شده با افزایش فشار و کاهش دما به سمت رفت جابه‌جا می‌شوند؟



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

### پاسخ‌نامهٔ آزمون چالش چندموردی شماره ۱

۱- گزینهٔ «۲» فقط نام  $Zn_3P_2$  و  $FeBr_2$  درست آمده است.

$SrO$  ← استرانسیم اکسید                       $CuO$  ← مس (II) اکسید

$AlF_3$  ← آلومینیم فلئورید                       $K_3N$  ← پتاسیم نیتريد

۲- گزینهٔ «۳» موارد پ و ت نادرست هستند.

پ خطوط مرئی مربوط به انتقال الکترون به لایهٔ دوم است و بقیهٔ انتقال‌ها در ناحیهٔ مرئی نیستند و دیده نمی‌شوند.

ت طیف نشری هیدروژن دارای ۴ خط و سبک‌ترین ایزوتوپ ساختگی  $^3H$  دارای ۳ نوترون است.



۳- گزینه «۲» موارد **ا** و **ب** درست هستند.

**پ** هنگام تشکیل  $\text{AlF}_3$ ، ۳ مول الکترون مبادله می‌شود.

**ت** نام صحیح  $\text{MgCO}_3$ ، منیزیم کربنات می‌باشد.

۴- گزینه «۱» تنها مورد **پ** نادرست است. در یک دوره با کاهش شعاع اتمی واکنش‌پذیری

فلزات کاهش و نافلزات افزایش می‌یابد.

۵- گزینه «۲» بررسی همه عبارت‌ها:

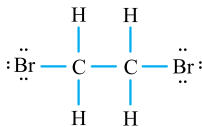
عبارت اول: درست؛  $\text{Q} + \text{N}_2\text{O}_4(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(\text{g})$  چون معادله گرماگیر است با کاهش دما غلظت  $\text{NO}_2$  قهوه‌ای‌رنگ کاهش می‌یابد.

عبارت دوم: نادرست؛ در معادله گرماگیر تصعید، وقتی مولکول  $\text{CO}_2$  از حالت جامد به حالت گازی برود، میانگین تندی و انرژی جنبشی ذرات افزایش می‌یابد.

عبارت سوم: درست

عبارت چهارم: نادرست؛ با تغییر انواع آلوتروپ قطعاً  $\Delta H$  تغییر می‌کند.

۶- گزینه «۳» به جز مورد **ت**، همه موارد درست است.



۱، ۲ - دی‌برمو اتان دارای ۶ جفت الکترون ناپیوندی و ۷ جفت الکترون پیوندی است.

۷- گزینه «۳» موارد **پ**، **ث** و **ج** نادرست هستند.

**پ** وبا هم چنان می‌تواند از بیماری‌های تهدیدکننده در جامعه باشد.

**ث** صابون‌های جامد را می‌توان از گرم کردن مخلوط روغن‌های گیاهی یا جانوری با سدیم هیدروکسید تهیه کرد. سوسپانسیون‌ها ناپایدار هستند.

**ج** سوسپانسیون‌ها ناپایدار هستند.

۸- گزینه «۱» مورد **پ** درست است.

**ا** پایگاه آندی در نقطه A می‌باشد.

**ب** نیم‌واکنش اکسایش یا آندی در جایی انجام می‌شود که غلظت اکسیژن کم باشد.

**ت** جهت حرکت کاتیون‌های آهن  $\text{Fe}^{2+}$  در قطره آب، موافق جهت حرکت الکترون‌ها در قطعه آهن (از آند به سمت کاتد) است.

۹- گزینه «۴» مورد **ت** نادرست است.

شاره‌ای که توربین را به حرکت در می‌آورد، بخار آب است.

۱۰- گزینه «۴»

### پاسخ‌نامه آزمون چالش چندموردی شماره ۲

۱- گزینه «۴»

۲- گزینه «۱» تنها مورد **ب** درست است. بررسی موارد نادرست:

**ا** تبدیل  $\text{O}_3$  به  $\text{O}_2$  با آزاد شدن تابش فرسوخ همراه است.

**ب** اوزون تروپوسفری نقش محافظتی ندارد.

**ت**  $\text{NO}_2$  گازی قهوه‌ای‌رنگ است.

## همهٔ اعدادها

آخرین تصویری که **ووِجر** ۱ از زمین گرفت حدود ۷ میلیارد کیلومتر از زمین فاصله داشت.

از ۱۱۸ عنصر شناخته شده، ۹۲ عنصر در طبیعت وجود دارد.

جرم ایزوتوپ  ${}^1_1\text{H}$  برابر  $1/00078 \text{ amu}$  ( $1/00080 \text{ amu}$ ) است.

جرم پروتون و نوترون حدود  $1 \text{ amu}$  است، در حالی که جرم الکترون ناچیز و در حدود  $\frac{1}{1836} \text{ amu}$  است.

جرم دقیق نوترون ( $1/00078 \text{ amu}$ ) < پروتون ( $1/00073 \text{ amu}$ ) < الکترون ( $0/0005 \text{ amu}$ ) است.

تفاوت جرم نوترون و پروتون ( $0/00014 \text{ amu}$ ) که برابر با  $2/8$  برابر جرم الکترون است.

$$\frac{1/00087 - 1/00073}{0/0005} = \frac{0/00014}{0/0005} = 2/8$$

$$1 \text{ amu} = 1/66 \times 10^{-24} \text{ g}$$

فراوانی  ${}^{35}_{17}\text{Cl}$  برابر  $75/8$  درصد و  ${}^{37}_{17}\text{Cl}$  برابر  $24/2$  درصد است.

فراوانی  ${}^{235}_{92}\text{U}$  در مخلوط طبیعی آن کم تر از  $0/7$  درصد است.

گسترهٔ طول موج نور مرئی حدود  $400 - 700$  نانومتر است.

طول موج رنگ‌ها: قرمز ( $656 \text{ nm}$ ) < نارنجی < زرد < سبز < آبی < نیلی < بنفش ( $410 \text{ nm}$ )

طول موج طیف نشری خطی هیدروژن: قرمز  $\leftarrow 656 \text{ nm}$ ، سبز  $\leftarrow 486$ ، آبی  $\leftarrow 434$  و بنفش  $\leftarrow 410$

اتمسفر تا فاصلهٔ ۵۰۰ کیلومتر از سطح زمین وجود دارد.

میانگین دما در سطح زمین  $14^\circ \text{C}$  ( $287$  کلوین) است. (به ازای هر کیلومتر افزایش ارتفاع از سطح زمین،  $6^\circ \text{C}$  افت دما داریم.)

در انتهای لایهٔ تروپوسفر، دما به حدود  $55^\circ \text{C}$  ( $218$  کلوین) می‌رسد.

در دمای  $78^\circ \text{C}$ ،  $\text{CO}_2$  جامد می‌شود.

نقطهٔ جوش اکسیژن ( $183^\circ \text{C}$ ) < آرگون ( $186^\circ \text{C}$ ) < نیتروژن ( $196^\circ \text{C}$ ) < هلیم ( $269^\circ \text{C}$ )

در دمای  $200^\circ \text{C}$  - هلیم به صورت گاز است.

حدود  $75\%$  از جرم هواکره در تروپوسفر قرار دارد.

میانگین بخار آب در هوا حدود  $1\%$  است.

تقریباً  $78\%$  حجمی هوا نیتروژن و حدود  $21\%$  اکسیژن است.

حدود  $7\%$  حجمی از مخلوط گاز طبیعی را هلیم تشکیل می‌دهد.

مقدار گاز  $\text{CO}_2$  در سدهٔ اخیر در هواکره به میزان قابل توجهی افزایش یافته است.

میل ترکیبی هموگلوبین با  $\text{CO}$  زیاد و بیش از  $200$  برابر  $\text{O}_2$  است.

چگالی آهن و آلومینیم به ترتیب برابر  $7/8$  و  $7/7$  گرم بر سانتی‌متر مکعب است.

یک درخت تنومند سالانه حدود  $50 \text{ kg}$  کربن دی‌اکسید مصرف می‌کند.

اگر لایه هواکره وجود نداشت دمای زمین به  $18^\circ \text{C}$  کاهش می‌یافت.

#### آب‌کره

$97/2\%$  ← اقیانوس

$2/8\%$  ← منابع غیر اقیانوسی (کوه‌های یخ:  $2/15\%$ )

سرکه خوراکی محلول  $5\%$  جرمی استیک اسید (اتانویک اسید) در آب است.

نیتریک اسید غلیظ در صنعت با غلظت  $70\%$  درصد جرمی تهیه می‌شود.

دستگاه اندازه‌گیری قند خون (گلوکومتر) میلی‌گرم‌های گلوکز را در دسی‌لیتر از خون نشان می‌دهد.

#### انحلال‌پذیری مواد در $100$ گرم آب

بیشتر از  $1$  گرم ← محلول

بین  $0/1$  تا  $1$  گرم ← کم‌محلول

کم‌تر از  $0/1$  گرم ← نامحلول

گشتاور دوقطبی  $\text{H}_2\text{O}$  و  $\text{H}_2\text{S}$  به ترتیب برابر  $1/85$  و  $97/0$  دای (D) است (با افزایش شعاع اتمی (شعاع اتمی  $O < S$ ) گشتاور دوقطبی کاهش یافته است).

نیاز روزانه بدن هر فرد بالغ به یون پتاسیم دو برابر یون سدیم است.

#### نفت خام

حدود نیمی از آن ← سوخت برای وسایل نقلیه

بخش اعظم نیم دیگر ← تأمین انرژی الکتریکی و گرما

کم‌تر از  $10\%$  ← تولید لیاف، پارچه، شوینده و ...

بیش از  $90\%$  ← سوخت و تأمین انرژی

نفت خام مخلوطی از هزاران ترکیب شیمیایی است که بخش عمده آن را هیدروکربن‌های گوناگون تشکیل می‌دهد.

نفت سفید (سوخت هواپیما) شامل آلکان‌هایی با  $10$  تا  $15$  اتم کربن است.

$$1 \text{ cal} = 4/18 \text{ J} \quad (1 \text{ J} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2})$$

گستره زمان انجام واکنش‌ها از چند صدم تا چند ثانیه است.

شمار اتم‌های درشت‌مولکول‌ها به ده‌ها هزار می‌رسد.

کولار از فولاد هم‌جرم خود،  $5$  برابر مقاوم‌تر است.

سوزاندن گاز هیدروژن در موتور درون‌سوز، بازدهی نزدیک به  $20\%$  دارد؛ در حالی که اکسایش آن در سلول

سوختی بازده را تا  $3$  برابر افزایش می‌دهد.



سدیم کلرید خالص در  $801^{\circ}\text{C}$  ذوب می‌شود. افزودن مقداری کلسیم کلرید به آن دمای ذوب را تا حدود  $587^{\circ}\text{C}$  پایین می‌آورد.

ترکیب‌های گوناگون Si و O بیش از ۹۰٪ پوسته جامد زمین را تشکیل می‌دهد.

مقاومت کششی گرافن حدود ۱۰۰ برابر فولاد است.

در سطح سرامیک‌ها درون مبدل کاتالیستی، توده‌های فلزی با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر وجود دارد.

در فرایند هابر، در شرایط بهینه، تنها ۲۸٪ مولی مخلوط را آمونیاک تشکیل می‌دهد.

فرایند هابر در دمای  $450^{\circ}\text{C}$  و فشار  $200\text{ atm}$  انجام می‌شود.

نقطه جوش:  $\text{NH}_3 (-34^{\circ}\text{C}) < \text{N}_2 (-196^{\circ}\text{C}) < \text{H}_2 (-253^{\circ}\text{C})$

چگالی پلی‌اتن سبک و سنگین برابر ۹۲٪ و ۹۷٪ گرم بر سانتی‌متر مکعب است.

عدد کوئوردیناسیون هر یک از یون‌های  $\text{Na}^+$  و  $\text{Cl}^-$  در بلور سدیم کلرید با هم مساوی و برابر ۶ است.

ارزش دمایی  $1^{\circ}\text{C}$  برابر ۱ K است. ( $\Delta\theta = \Delta T$ )

اغلب میوه‌ها خاصیت اسیدی و  $\text{pH} < 7$  دارند.

در بدن انسان بالغ روزانه ۳ لیتر شیره معده تولید می‌شود.

$\text{pH} = 7/4$  خون،  $\text{pH} = 5/2 - 7/1$  بزاق دهان،  $\text{pH} = 1/6 - 1/8$  اسید معده،  $\text{pH} = 8/5$  روده کوچک

در بدن انسان بالغ روزانه ۳ لیتر شیره معده تولید می‌شود.

$\text{pH} = 10/7$  شیشه پاک‌کن،  $\text{pH} = 13/4$  لوله بازکن

زخامت گرافن دوبرعده‌ای به اندازه یک اتم کربن است.

دمای موتور خودرو بیش از  $1000^{\circ}\text{C}$  است.

پتانسیل کاهشی استاندارد در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  و فشار  $1\text{ atm}$  و غلظت یک مولار اندازه‌گیری می‌شود.

دمای واکنش هالوژن‌ها با هیدروژن: فلوئور ( $200^{\circ}\text{C}$  - به سرعت)، کلر در دمای اتاق و به آرامی،

برم ( $200^{\circ}\text{C}$ ) و ید (دمای بالاتر از  $400^{\circ}\text{C}$ ) واکنش می‌دهند.

هر بشکه نفت خام هم‌ارز با ۱۵۹ لیتر است.

جرم مولی اغلب پلیمرها، ده‌ها هزار گرم بر مول است.

دمای واکنش  $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$  در حدود  $450 - 550^{\circ}\text{C}$  است.

دمای واکنش  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$  در حدود  $350^{\circ}\text{C}$  و فشار  $30 - 50\text{ atm}$  و در

حضور کاتالیزگر انجام می‌شود.

دمای واکنش  $2\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{OH}(\text{g})$  از واکنش  $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2(\text{g}) + \text{CO}(\text{g})$

حدود  $100 - 200^{\circ}\text{C}$  کم‌تر است.