

## راهنمای استفاده از کتاب

برای کسب بهترین نتیجه در امتحانات مدرسه و کنکور گام‌های زیر را به ترتیب برای هر فصل طی کنید.

### ویژگی‌های فیلم آموزشی

گام ۱

فیلم

۱. هر فصل به تعدادی جلسه تقسیم شده است.
۲. برای استفاده از فیلم‌های آموزشی هر جلسه QR-Code های صفحه بعد را اسکن کنید.
۳. در هر جلسه مطالب کتاب درسی به طور کامل تدریس شده است.

### ویژگی‌های درسنامه آموزشی

گام ۲

درسنامه

۱. هر فصل به تعدادی درسنامه تقسیم شده است.
۲. در هر درسنامه آموزش کاملی به همراه مثال و تست ارائه شده است.
۳. سطح تست‌ها عموماً کمی بالاتر از مثال‌ها است. اگر دانش‌آموز وقت کافی ندارد یا می‌خواهد فقط در سطح امتحانات مدرسه درس بخواند، می‌تواند بدون این‌که مطلبی را از دست دهد از تست‌ها عبور کند.
۴. «جمع‌بندی توپ» که در پایان هر درسنامه آورده شده است را مطالعه کرده، سپس کل مطالب هر درسنامه را در ذهن‌تان مرور سریع کنید.
۵. «عبرت و عبارت»های پایان هر درسنامه را از نظر درستی یا نادرستی بررسی کنید، این عبارت‌ها دانش‌آموز را به چالش می‌کشاند.
۶. «تعبیرکده»های پایانی هر فصل را بعد از خواندن دقیق مسأله‌ها و مفاهیم آن فصل پاسخ دهید.

### ویژگی‌های پرسش‌های چهارگزینه‌ای

گام ۳

تست

۱. هر فصل به تعدادی قسمت تقسیم شده است.
۲. هر قسمت نیز دارای ریز طبقه‌بندی است.
۳. تست‌ها از ساده به دشوار و موضوعی مرتب شده‌اند.
۴. تمامی تست‌های کنکور داخل و خارج از کشور قابل استفاده و منطبق بر کتاب درسی جدید آورده شده است.
۵. تست‌ها دارای پاسخ تشریحی هستند.

### آزمون‌های فصلی و جامع

گام ۴

آزمون

۱. در این قسمت برای هر فصل ۴ آزمون جامع آورده شده است.
۲. کنکورهای ۱۴۰۱ داخل و خارج از کشور در قالب ۴ آزمون جامع در این قسمت آمده است.
۳. همه آزمون‌ها دارای پاسخ‌های تشریحی هستند.

به جای آن‌که چندین کتاب بخوانید، کتاب‌های گاج را چندین بار بخوانید

## فهرست

| FILM     | تست | آموزش |
|----------|-----|-------|
| 598 min  | ۲۵۶ | ۷     |
| 1077 min | ۳۳۱ | ۹۱    |
| 577 min  | ۴۰۸ | ۱۷۱   |

فصل اول: کیهان، زادگاه الفبای هستی

فصل دوم: ردّ پای گازها در زندگی

فصل سوم: آب، آهنگ زندگی

## آزمون‌های فصل و جامع



|     |                                 |
|-----|---------------------------------|
| ۴۸۴ | آزمون ۱: فصل اول                |
| ۴۸۷ | آزمون ۲: فصل اول                |
| ۴۹۰ | آزمون ۳: فصل اول                |
| ۴۹۲ | آزمون ۴: فصل اول                |
| ۴۹۵ | آزمون ۵: فصل دوم                |
| ۴۹۸ | آزمون ۶: فصل دوم                |
| ۵۰۱ | آزمون ۷: فصل دوم                |
| ۵۰۴ | آزمون ۸: فصل دوم                |
| ۵۰۷ | آزمون ۹: فصل سوم                |
| ۵۰۹ | آزمون ۱۰: فصل سوم               |
| ۵۱۲ | آزمون ۱۱: فصل سوم               |
| ۵۱۵ | آزمون ۱۲: فصل سوم               |
| ۵۱۸ | آزمون ۱۳: کنکور داخل ریاضی ۱۴۰۱ |
| ۵۱۸ | آزمون ۱۴: کنکور خارج ریاضی ۱۴۰۱ |
| ۵۱۹ | آزمون ۱۵: کنکور داخل تجربی ۱۴۰۱ |
| ۵۲۰ | آزمون ۱۶: کنکور خارج تجربی ۱۴۰۱ |



۱

# فصل



کیهان، زادگاه الفبای هستی

## فصل

### ۱

## کیهان زادگاه الفبای هستی

### شناخت کیهان

۱ ستارگان پرفروغ آسمان با نوری که می تابانند، پیوسته با ما سخن می گویند و اطلاعات زیادی از گذشته های دور، درباره چگونگی به وجود آمدن جهان هستی و اینکه ذره های سازنده جهان هستی طی چه فرایندی و چگونه به وجود آمده اند در اختیار ما قرار می دهند.

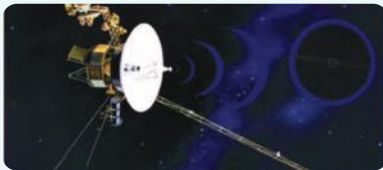
۲ انسان همواره با پرسش هایی از این دست که؛ «۱- هستی چگونه پدید آمده است؟ ۲- جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟ ۳- پدیده های طبیعی چرا و چگونه رخ می دهند؟» روبه رو بوده و پیوسته تلاش کرده است برای این پرسش ها، پاسخ های قانع کننده بیابد. مسلماً پاسخ به اولین پرسش که پرسشی بسیار بزرگ و بنیادی است **در قلمرو علم تجربی نمی گنجد**. شیمی دان ها با مطالعه خواص و رفتار ماده و برهم کنش نور با ماده در تلاش برای یافتن پاسخ پرسش های دوم و سوم هستند. در واقع زمین در برابر عظمت آفرینش همانند آزمایشگاه بسیار کوچکی است که دانشمندان با آزمایش های گوناگون در آن، در تلاش برای یافتن پاسخ این پرسش ها هستند.

۳ شواهد تاریخی که از سنگ نبشته ها و نقاشی های دیوار غارها به دست آمده است نشان می دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهده ستارگان در پی فهم نظام و قانونمندی در آسمان بوده است.

۴ تلاش دانشمندان سبب شده تا دانش ما درباره جهان مادی افزایش یابد. امروزه ما درباره کیهان و منشأ آن اطلاعاتی داریم که نیاکان مان حتی نمی توانستند آن ها را تصور کنند؛ برای نمونه، ما به فضا می رویم؛ با عنصرهای موجود در نقاط گوناگون کیهان آشنا شده ایم؛ در پی یافتن زندگی در دیگر سیاره ها هستیم و مسافرت به مریخ را طراحی می کنیم. آشکار است که با گذشت زمان، انسان به پیشرفت هایی دست خواهد یافت که امروزه در ذهن ما نمی گنجد.

۵ دانشمندان برای شناخت بیشتر سامانه خورشیدی، دو فضاپیما به نام وویجر ۱ و ۲ را در سال ۱۹۷۷ میلادی (۱۳۵۶ خورشیدی) به فضا پرتاب کردند. (اول وویجر ۲ و ۱۶ روز بعد وویجر ۱ به فضا پرتاب شدند).

دو فضاپیما مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره های گازی مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آن ها را تهیه کنند و بفرستند. این شناسنامه ها می تواند حاوی اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب های شیمیایی موجود در اتمسفر آن ها و ترکیب درصد این مواد باشد.



۶ آخرین تصویری که وویجر ۱ پیش از خروج از سامانه خورشیدی از زادگاه خود گرفت، عکس کره زمین از فاصله تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری است. لازم به ذکر است که وویجر ۱ پس از خروج از سامانه خورشیدی باز هم عکس هایی را از کیهان و کره زمین گرفت.

### دیدمفهومی

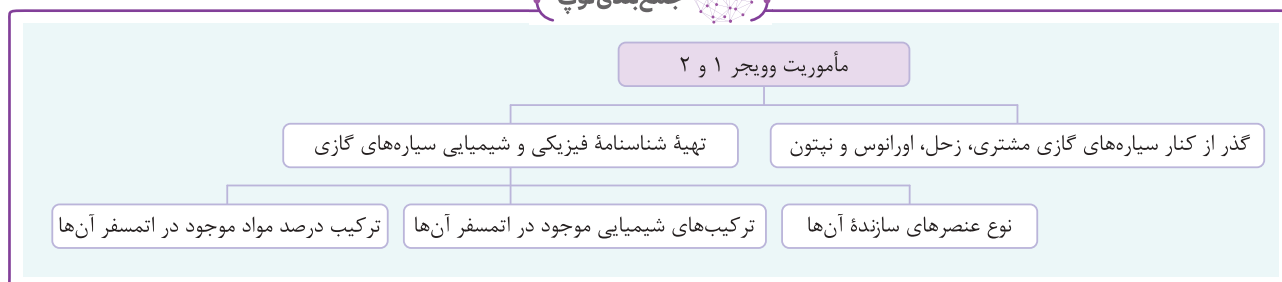
سامانه خورشیدی، هشت سیاره دارد که به دور خورشید در حال گردش هستند و به دو دسته تقسیم می شوند:



۱- سیاره های سنگی (درونی): این سیاره ها بیشتر از جنس سنگ هستند و عبارتند از: تیر (عطارد)، ناهید (زهره)، زمین (ارض) و بهرام (مریخ).

۲- سیاره های گازی (بیرونی): سیاره های گازی بیشتر از جنس گازند و عبارتند از: مشتری (برجیس)، کیوان (زحل)، اورانوس و نپتون.

## جمع‌بندی توپ



## عبرت و عبارت

عبارت‌های زیر را از نظر درستی یا نادرستی با ☒ یا ☐ مشخص کنید.

- ☐ ۱- دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ در سال ۱۳۵۶ خورشیدی برای شناخت بیشتر سامانه خورشیدی به فضا فرستاده شدند.
- ☐ ۲- دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ اطلاعاتی از سیارات مریخ، مشتری، زحل، اورانوس و نپتون مخابره کردند.
- ☐ ۳- عکس کره زمین از فاصله ۷ میلیارد کیلومتری، آخرین تصویری است که وویجر ۱ گرفت.
- ☐ ۴- از وظایف فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ می‌توان به شناسایی نوع عنصر سازنده و ترکیب شیمیایی موجود در اتمسفر زحل اشاره کرد.
- ☐ ۵- چگونه رخ دادن پدیده‌های طبیعی در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد.

۱- ☒

۲- ☐ هیچ جزو شان نبود.

۳- ☐ آخرین تصویری که وویجر ۱ قبل از خروج از سامانه خورشیدی از زادگاه خود گرفت این عکس بود.

۴- ☒

۵- ☐ بی‌نجد.

## تست‌کده

۱ چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

(آ) شیمی‌دان‌ها، نقش به‌سزایی در پاسخ به پرسش «جهان هستی چگونه پدید آمده است؟» داشته‌اند.

(ب) پاسخ پرسش «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟» در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد.

(پ) دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ مأموریت تهیه شناسنامه فیزیکی و شیمیایی سیاره‌های سنگی مشتری، زحل، اورانوس و نپتون را داشتند.

(ت) از وظایف وویجر ۱ و ۲ می‌توان به بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازنده مشتری اشاره کرد.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

گزینه ۴. هر چهار عبارت نادرست هستند.

## بررسی عبارت‌ها:

(آ) شیمی‌دان‌ها با مطالعه خواص و رفتار ماده، هم‌چنین برهم‌کنش نور با ماده سهم به‌سزایی در پاسخ به پرسش‌های «ذره‌های سازنده جهان هستی طی چه فرایندی و چگونه به وجود آمده‌اند؟» و «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟» داشته‌اند. [نادرستی عبارت آ]

(ب) پاسخ پرسش «هستی چگونه پدید آمده است؟» در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد. [نادرستی عبارت ب]

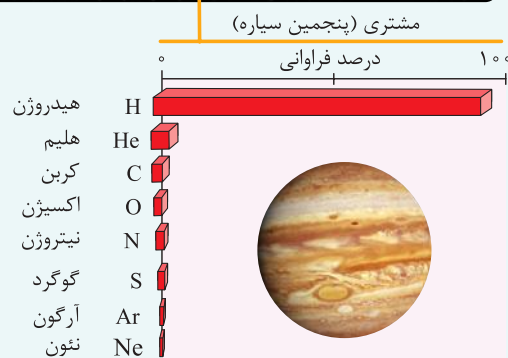
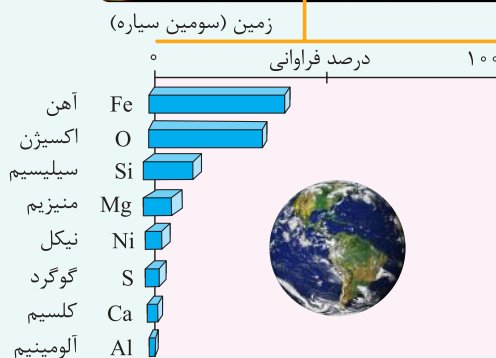
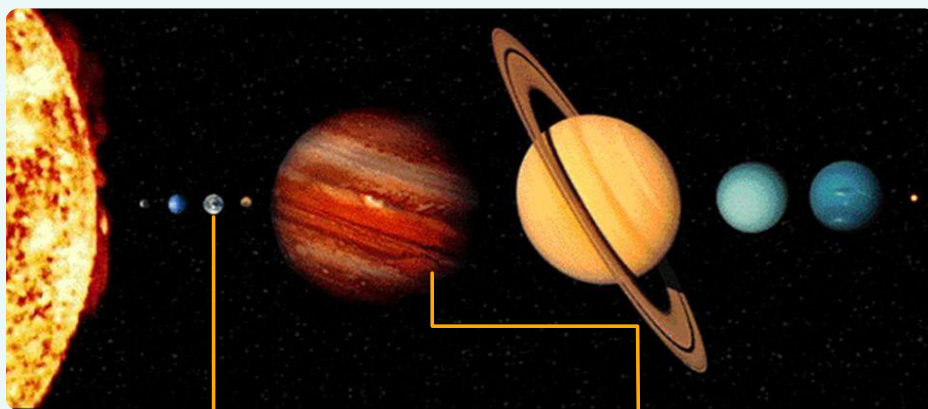
(پ) دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ در سال ۱۹۷۷ میلادی (۱۳۵۶ خورشیدی) برای شناخت بیشتر سامانه خورشیدی به فضا پرتاب شدند و مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌های گازی مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامه فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه کنند و بفرستند. [نادرستی عبارت پ]

(ت) وظایف وویجر ۱ و ۲ تهیه شناسنامه فیزیکی و شیمیایی سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون بود، که حاوی اطلاعاتی مانند ۱- نوع عنصرهای سازنده ۲- ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها ۳- ترکیب درصد این مواد است. [نادرستی عبارت ت]

## مقایسه دو سیاره زمین و مشتری

۲

- یکی از پرسش‌های مهمی که شیمی‌دان‌ها در پی یافتن پاسخ آن هستند، **چگونگی پیدایش عنصرهاست**. جالب است بدانید که مطالعه کیهان به ویژه سامانه خورشیدی برای پاسخ به این پرسش، کمک شایانی می‌کند.
- با بررسی **نوع و مقدار** عنصرهای سازنده **برخی** سیاره‌های سامانه خورشیدی و مقایسه آن‌ها با عنصرهای سازنده خورشید می‌توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست یافت.
- سیاره مشتری **بزرگ‌ترین** سیاره سامانه خورشیدی است. جرم مشتری ۲/۵ برابر مجموع جرم همه سیاره‌های خورشیدی است.
- شکل زیر عنصرهای سازنده دو سیاره مشتری و زمین را نشان می‌دهد. **نوع و میزان** فراوانی عنصرها در دو سیاره زمین و مشتری **متفاوت** است در حالی که عنصرهای مشترکی در این دو سیاره وجود دارد.
- به تقریب ۹۰٪ عنصرهای تشکیل دهنده سیاره مشتری را **گاز هیدروژن** و حدود ۱۰٪ آن را **گاز هلیوم (He)** تشکیل می‌دهد، به همین دلیل سیاره مشتری بیشتر از جنس **گاز** است.
- درصد فراوانی عنصرهای **گوگرد و اکسیژن** (عناصر مشترک در دو سیاره) در سیاره **زمین بیشتر** از سیاره مشتری است.



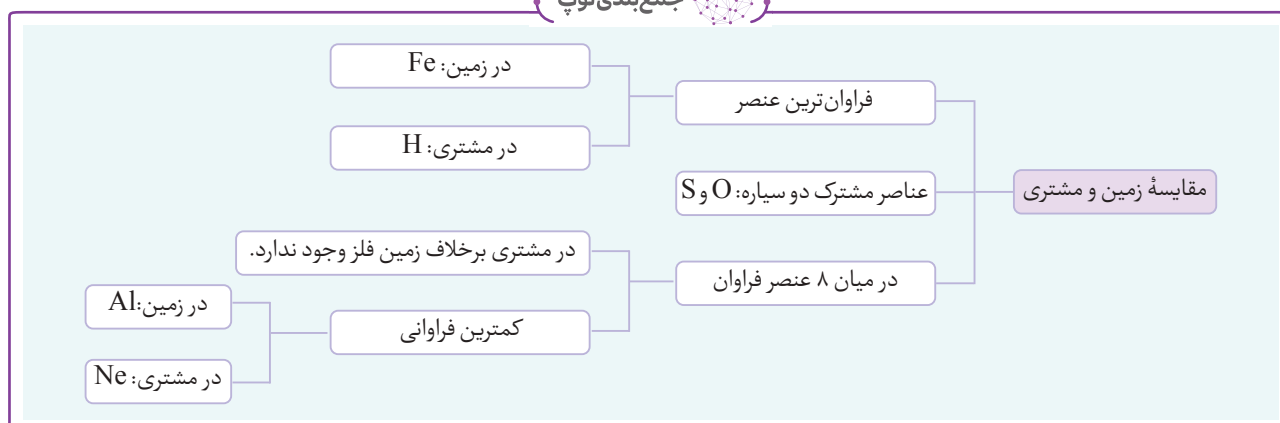
### دیدمفهومی

مقایسه زمین و مشتری در جدول زیر آمده است:

| زمین                                                                                                                | مشتری                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| زمین سومین سیاره سامانه خورشیدی است.                                                                                | مشتری پنجمین سیاره سامانه خورشیدی است.                     |
| ترتیب فراوانی عناصر:<br>$Fe > O > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al$                                                       | ترتیب فراوانی عناصر:<br>$H > He > C > O > N > S > Ar > Ne$ |
| سیاره سنگی (عناصر تشکیل دهنده آن سنگین‌اند).                                                                        | سیاره گازی (عناصر تشکیل دهنده آن سبک‌اند).                 |
| تمام عناصر فراوان به جز اکسیژن جامدند!!!                                                                            | تمام عناصر فراوان به جز کربن و گوگرد، گازی‌اند.            |
| در بین عناصر فراوان ۵ عنصر فلز ( $Fe > Mg > Ni > Ca > Al$ ),<br>۲ عنصر نافلز ( $O > S$ ) و ۱ عنصر شبه‌فلز (Si) است. | تمامی عناصر فراوان نافلزند.                                |

|                                                                          |                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| اکسیژن (چهارمین عنصر) و گوگرد (ششمین عنصر)                               | اکسیژن (دومین عنصر) و گوگرد (ششمین عنصر)                |
| کمترین فراوانی در بین ۸ عنصر فراوان مشتری: Ne (نئون)                     | کمترین فراوانی در بین ۸ عنصر فراوان زمین: Al (آلومینیم) |
| فراوان ترین عنصر: هیدروژن                                                | فراوان ترین عنصر: آهن                                   |
| عناصر مشترک دو سیاره هر دو نافلز و از گروه ۱۶ هستند.                     | عناصر مشترک دو سیاره هر دو نافلز و از گروه ۱۶ هستند.    |
| سه عنصر از ۸ عنصر فراوان، گاز نجیب هستند و فراوان ترین آن‌ها، هلیوم است. | عناصر فراوان هیچ‌کدام گاز نجیب نیستند.                  |
| فلز: ندارد!!<br>شبه فلز: ندارد                                           | فراوان ترین فلز: آهن<br>فراوان ترین شبه فلز: سیلیسیم    |
| فراوان ترین نافلز: هیدروژن                                               | فراوان ترین نافلز: اکسیژن                               |
| بیشترین درصد فراوانی: نافلز (گاز)                                        | بیشترین درصد فراوانی: فلز (جامد)                        |

## جمع‌بندی توپ



## عبرت و عبارت

عبارت‌های زیر را از نظر درستی یا نادرستی با ☒ یا ☐ مشخص کنید.

- ☐ ۶- یکی از مهم‌ترین پرسش‌هایی که شیمی‌دان‌ها در پی یافتن پاسخ آن هستند، چگونگی پیدایش اتم‌هاست.
- ☐ ۷- درصد فراوانی عنصرهای گوگرد و اکسیژن در سیاره مشتری بیشتر از سیاره زمین است.
- ☐ ۸- به جز هشت عنصر فراوان در زمین، عنصر دیگری در زمین وجود ندارد.
- ☐ ۹- سیاره زمین از جنس گاز است زیرا حدود ۹۰٪ آن را گاز هلیوم تشکیل می‌دهد.
- ☐ ۱۰- 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.

۶- ☒ - چگونگی پیدایش عنصرها --۷- ☒ - در سیاره زمین، درصد فراوانی اکسیژن و گوگرد (عناصر مشترک) بیشتر از سیاره مشتری است. --۸- ☒ - در سیاره زمین، علاوه بر هشت عنصر فراوان، عناصر دیگر مانند طلا (Au)، نقره (Ag) و... یافت می‌شود. --۹- ☒ - ۹۰٪ مشتری از گاز هیدروژن است. زمین بیش تر از نوع سنگ است. --۱۰- ☒

۲ کدام عبارت‌ها نادرست هستند؟

- (آ) عنصرهای O و S در دو سیاره زمین و مشتری، جزء ۵ عنصر فراوان هستند.  
 (ب) آخرین تصویر وویجر ۱ از سومین سیاره سامانه خورشیدی، از فاصله ۷ میلیارد کیلومتری گرفته شده است.  
 (پ) قطر سیاره مشتری بیشتر از زمین است.  
 (ت) دور بودن سیاره مشتری از خورشید تنها دلیل گازی بودن آن است.  
 (ث) فراوان‌ترین عنصر در سیاره‌های زمین و مشتری به ترتیب Fe و H است.
- (۱) آ، ب و پ (۲) پ و ث (۳) پ، ت و ث (۴) آ، ب و ت
- گزینه ۴. عبارت‌های «پ» و «ث» درست‌اند.

بررسی سایر عبارت‌ها:

(آ) زیرا عنصر S در دو سیاره زمین و مشتری ششمین عنصر فراوان است. [نادرستی عبارت آ]  
 (ب) زیرا آخرین تصویری که وویجر ۱ پیش از خروج از سامانه خورشیدی از کره زمین گرفت در فاصله تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری بود. پس از آن وویجر ۱ باز هم از زادگاه خود عکس می‌گرفت و به زمین ارسال می‌کرد. [نادرستی عبارت ب]  
 (ت) دور بودن سیاره مشتری از خورشید یکی از دلایل گازی بودن آن است. عوامل دیگری مانند نوع عنصرهای سازنده و درصد فراوانی آن‌ها و ... می‌تواند موثر باشد. [نادرستی عبارت ت]

۳ کدام گزینه عبارت زیر را به درستی کامل می‌کند؟

- «در سیاره زمین ..... سیاره مشتری .....»
- (۱) برخلاف - عنصر گازی وجود ندارد.  
 (۲) همانند - عنصر نافلزی وجود دارد.  
 (۳) برخلاف - عنصر فلزی وجود ندارد.  
 (۴) همانند - دو عنصر گازی اکسیژن و گوگرد وجود دارد.
- گزینه ۲. در هر دو سیاره عنصر نافلزی اکسیژن و گوگرد وجود دارد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

- (۱) زیرا در هر دو سیاره، عنصر گازی وجود دارد. [نادرستی گزینه (۱)]  
 (۳) زیرا سیاره زمین تا دلت بقوار فلز دارد (مثل Fe، Mg و ...) [نادرستی گزینه (۳)]  
 (۴) زیرا هر دو سیاره دو عنصر مشترک دارند که اکسیژن، گازی شکل و گوگرد، جامد است. [نادرستی گزینه (۴)]

۳ عناصرها چگونه پدید آمدند؟

- ۱ دانشمندان با مطالعه سیاره‌های متفاوت و مقایسه نوع و میزان فراوانی عناصر سازنده آن‌ها به این نتیجه رسیده‌اند که عنصرها به صورت ناهمگون در جهان هستی توزیع شده‌اند. این یافته‌ها باعث شد تا دانشمندان بتوانند چگونگی پیدایش عنصرها را توضیح دهند.
- ۲ برخی دانشمندان بر این باورند که سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است. در آن شرایط پس از پدید آمدن ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون، عنصرهای هیدروژن و هلیوم پا به عرصه جهان گذاشتند. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیوم تولید شده، متراکم شد و مجموعه‌های گازی به نام سحابی ایجاد کرد. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند.
- ۳ انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهده ستارگان در پی فهم نظام و قانونمندی در آسمان بوده است.

نکات

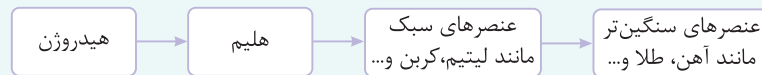
- (۱) بعد از مهبانگ اولین ذرات به وجود آمده، الکترون، نوترون و پروتون بودند.  
 (۲) اولین عناصر به وجود آمده در جهان، هیدروژن و هلیوم می‌باشند.  
 (۳) پس از مهبانگ و به وجود آمدن گازهای هیدروژن و هلیوم، با گذشت زمان و کاهش دمای جهان این گازها متراکم شده و مجموعه‌های گازی به نام سحابی به وجود آمد.

۴ ستاره‌ها متولد می‌شوند؛ رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند. مرگ ستاره با یک **انفجار بزرگ** همراه است که سبب می‌شود **عنصرهای** آن در فضا پراکنده شوند.

۵ درون ستاره‌ها **همانند** خورشید در دماهای **بسیار بالا و ویژه**، واکنش‌های **هسته‌ای** رخ می‌دهد؛ واکنش‌هایی که در آن‌ها از عنصرهای **سبک‌تر**، عنصرهای **سنگین‌تر** پدید می‌آید.

۶ **دما** و **اندازه** هر ستاره تعیین می‌کند که چه **عنصرهایی** باید در آن ستاره ساخته شود. هرچه **دمای ستاره بیشتر** باشد، شرایط تشکیل عنصرهای **سنگین‌تر** فراهم می‌شود.

۷ باید **ستارگان** را کارخانه **تولید عنصرها** دانست.



۸ خورشید **نزدیک‌ترین ستاره** به زمین است که دمای **بسیار بالایی** دارد. انرژی گرمایی و نور خیره‌کننده خورشید به دلیل **تبدیل هیدروژن به هلیوم** در واکنش‌های هسته‌ای است، واکنش‌هایی که در آن‌ها انرژی هنگفتی **آزاد** می‌شود. انرژی آزاد شده در واکنش‌های هسته‌ای آن قدر زیاد است که می‌تواند صدها میلیون تن فولاد را ذوب کند. البته توجه داشته باشید در واکنش‌های **شیمیایی** که در پدیده‌های **طبیعی** پیرامون ما و در زندگی روزانه رخ می‌دهند، مقدار انرژی مبادله شده **بسیار کمتر** است.

### دید مفهومی

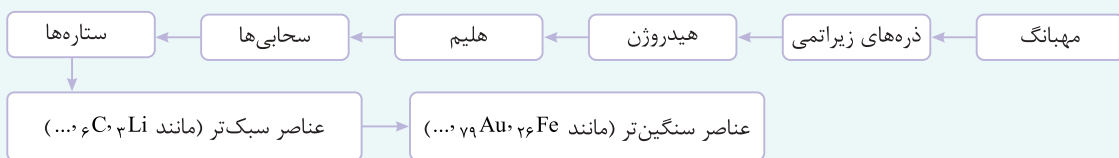
دلیل ایجاد عناصر **متفاوت**، واکنش‌های **هسته‌ای** درون ستارگان است. (در ستارگان واکنش جوش هسته‌ای رخ می‌دهد). واکنش‌های هسته‌ای با نورافشانی و تولید **گرمای بسیار** همراه هستند (مثل واکنش‌های هسته‌ای درون خورشید). علت **پراکندگی** عناصر در جهان، **مرگ ستارگان** است. **درون ستاره‌ها** به دلیل انجام واکنش‌های **هسته‌ای**، انرژی **بسیار** زیادی **آزاد** می‌شود.

### جمع‌بندی توپ

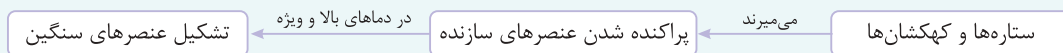
#### ۱ مراحل تشکیل ستاره‌ها و کهکشان‌ها



#### ۲ مراحل تشکیل عناصر



#### ۳ روند تشکیل عناصر در ستاره‌ها در اثر واکنش‌های هسته‌ای



### تست‌کده

۴ چند مورد از عبارت‌های زیر **نادرست** است؟

- آ) درون ستاره‌ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا و ویژه، واکنش‌های شیمیایی سبب تشکیل عنصرهای سنگین می‌شوند.
- ب) دما و اندازه هر ستاره تعیین می‌کند که چه عنصرهایی می‌تواند در آن ستاره ساخته شود.
- پ) دانشمندان معتقدند تنها مکان زایش ستارگان، سحابی‌ها هستند.
- ت) ستارگان با دمای بالا پس از چندین میلیون سال نورافشانی و گرمابخشی ناپایدار می‌شوند.

گزینه ۲. عبارت‌های «ب» و «ت» درست هستند.

### بررسی عبارت‌ها:

- آ درون ستاره‌ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا و ویژه واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهند نه واکنش‌های شیمیایی!! و طی انجام این واکنش‌های هسته‌ای از عنصرهای سبک‌تر، عنصرهای سنگین‌تر پدید می‌آید. [نادرستی عبارت آ]
- ب دو عامل دما و اندازه هر ستاره نقش تعیین‌کننده در ساختن نوع عنصرها را دارد. [درستی عبارت ب]
- پ زیرا برخی از دانشمندان معتقد به وقوع مه‌بانگ و تشکیل ذره‌های زیراتمی و عنصرهای گازی هیدروژن و هلیوم هستند و از این عنصرهای گازی در اثر کاهش دما و متراکم شدن گازها، سحابی‌ها به وجود می‌آیند و این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند، بنابراین برخی از دانشمندان اعتقادی به این نظریه ندارند در نتیجه تنها مکان زایش ستارگان، سحابی‌ها نیستند. [نادرستی عبارت پ]
- ت ستارگانی که دمای بالایی دارند، پس از چندین میلیون سال نورافشانی و گرمابخشی، پایداری خود را از دست داده و در انفجاری مهیب متلاشی می‌شوند. [درستی عبارت ت]



### عبرت و عبارت

عبارت‌های زیر را از نظر درستی یا نادرستی با ☒ یا ☐ مشخص کنید.

- ۱۱- عنصرها به صورت ناهمگون در جهان توزیع شده‌اند. ☐
- ۱۲- سحابی‌ها باعث پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شده‌اند. ☐
- ۱۳- هرچه دمای یک ستاره بیشتر باشد، شرایط تشکیل عنصرهای سنگین‌تر مانند طلا فراهم خواهد شد. ☐
- ۱۴- مراحل تشکیل ستاره به ترتیب عبارت است از: مه‌بانگ، هلیوم، هیدروژن و سحابی. ☐
- ۱۵- سحابی‌ها مجموعه متراکم از گازها با دمای بسیار بالا هستند که یکی از مکان‌های زایش ستاره‌ها می‌باشند. ☐
- ۱۶- هیدروژن در ستاره‌ها به طور مستقیم سبب تشکیل عناصر سنگین مانند طلا می‌شود. ☐
- ۱۷- درون ستاره‌ها در دمای بالا واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد و عنصرهای سبک‌تر به عنصرهای سنگین‌تر تبدیل می‌شوند. ☐
- ۱۸- پس از پدید آمدن ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، پروتون و نوترون، عنصرهای هیدروژن و هلیوم پا به عرصه جهان گذاشتند. ☐
- ۱۹- دانشمندان معتقد هستند که سرآغاز کیهان با مه‌بانگ همراه بوده است. ☐
- ۲۰- عناصر پایه این جهان (که سبب تولید دیگر عناصر هستند) هیدروژن و هلیوم بوده است. ☐
- ۲۱- پس از مه‌بانگ، اولین و دومین عنصر به وجود آمده به ترتیب هیدروژن و هلیوم بوده است. ☐
- ۲۲- اولین ذرات به وجود آمده بعد از مه‌بانگ، هیدروژن و هلیوم هستند. ☐

۱۱- ☒

۱۲- ☒

۱۳- ☒

۱۴- ☒ مه‌بانگ، تشکیل ذرات زیراتمی، هیدروژن، هلیوم و سحابی --

۱۵- ☒ دمای سحابی‌ها پایین است. --

۱۶- ☒ اول باید به عناصر سبک تبدیل شود و بعد عنصرهای سنگین‌تر به وجود آید. --

۱۷- ☒

۱۸- ☒

۱۹- ☒ برخی از دانشمندان معتقدند که سرآغاز کیهان با مه‌بانگ همراه بوده است. --

۲۰- ☒

۲۱- ☒

۲۲- ☒ ذرات زیراتمی ابتدا به وجود آمده‌اند. --

## عدد اتمی، عدد جرمی و ایزوتوپ‌ها

۱ تعداد پروتون‌های هسته هر اتم را **عدد اتمی (Z)** می‌گویند. تغییر این عدد به جز در واکنش‌های هسته‌ای ممکن نیست. با توجه به این عدد می‌توان نوع عنصر را معین کرد.

۲ به مجموع **تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها** در هسته یک اتم، **عدد جرمی (A)** می‌گویند. **تعداد نوترون‌ها** در یک عنصر معین و مشخص می‌تواند متغیر باشد، پس اتم‌های یک عنصر می‌توانند عدد جرمی‌های متفاوتی داشته باشند، اما **عدد اتمی آن‌ها یکتاست**.

## نکات

۱ ذره‌های بنیادی یا زیراتمی، پروتون‌ها، نوترون‌ها و الکترون‌ها هستند:

(تعداد الکترون‌ها + تعداد نوترون‌ها + تعداد پروتون‌ها = مجموع ذرات بنیادی).

هم چنین ذرات زیراتمی باردار شامل پروتون‌ها و الکترون‌ها هستند. در حالیکه نوترون‌ها، بدون بار الکتریکی هستند.

۲ تنها اتمی که نوترون ندارد،  ${}^1_1\text{H}$  است.

۳ هر عنصر با نماد ویژه‌ای نمایش داده می‌شود. در این نماد تعداد ذرات زیراتمی را می‌توان مشخص کرد. اگر نماد E (Element) به معنی عنصر باشد، داریم:

$$\begin{aligned} A &\leftarrow \text{عدد جرمی} \\ Z &\leftarrow \text{عدد اتمی} \end{aligned}$$

$$A = Z + N$$

نماد Z: **عدد اتمی (شمار پروتون‌ها)** را نشان می‌دهد.

نماد A: **عدد جرمی** را نشان می‌دهد که برابر مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها است.

۴ تعداد الکترون‌های یک گونه (اتم، آنیون و کاتیون) از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$e = Z - (\text{بار الکتریکی})$$

۵ هرگاه اتمی n الکترون از دست دهد، بار الکتریکی مثبت پیدا می‌کند و به **کاتیون** تبدیل می‌شود. ( ${}^A_Z\text{E}^{n+}$ )

۶ هرگاه اتمی n الکترون بگیرد، بار الکتریکی منفی پیدا کرده و به **آنیون** تبدیل می‌شود. ( ${}^A_Z\text{E}^{n-}$ )

$$e = Z \rightarrow \text{بار الکتریکی ندارد} \rightarrow \text{اتم خنثی}$$

$$e > Z (E^{n-}) \rightarrow \text{آنیون} \rightarrow \text{بار الکتریکی منفی پیدا می‌کند} \rightarrow \text{الکترون بگیرد} \rightarrow \text{اتم خنثی}$$

$$e < Z (E^{n+}) \rightarrow \text{کاتیون} \rightarrow \text{بار الکتریکی مثبت پیدا می‌کند} \rightarrow \text{الکترون بدهد} \rightarrow \text{اتم خنثی}$$

۷ در هسته یک اتم، شمار نوترون‌ها **بزرگ‌تر یا مساوی** شمار پروتون‌ها است  $N \geq Z$ . (به جز هیدروژن سبک ( ${}^1_1\text{H}$ ) که نوترون ندارد).

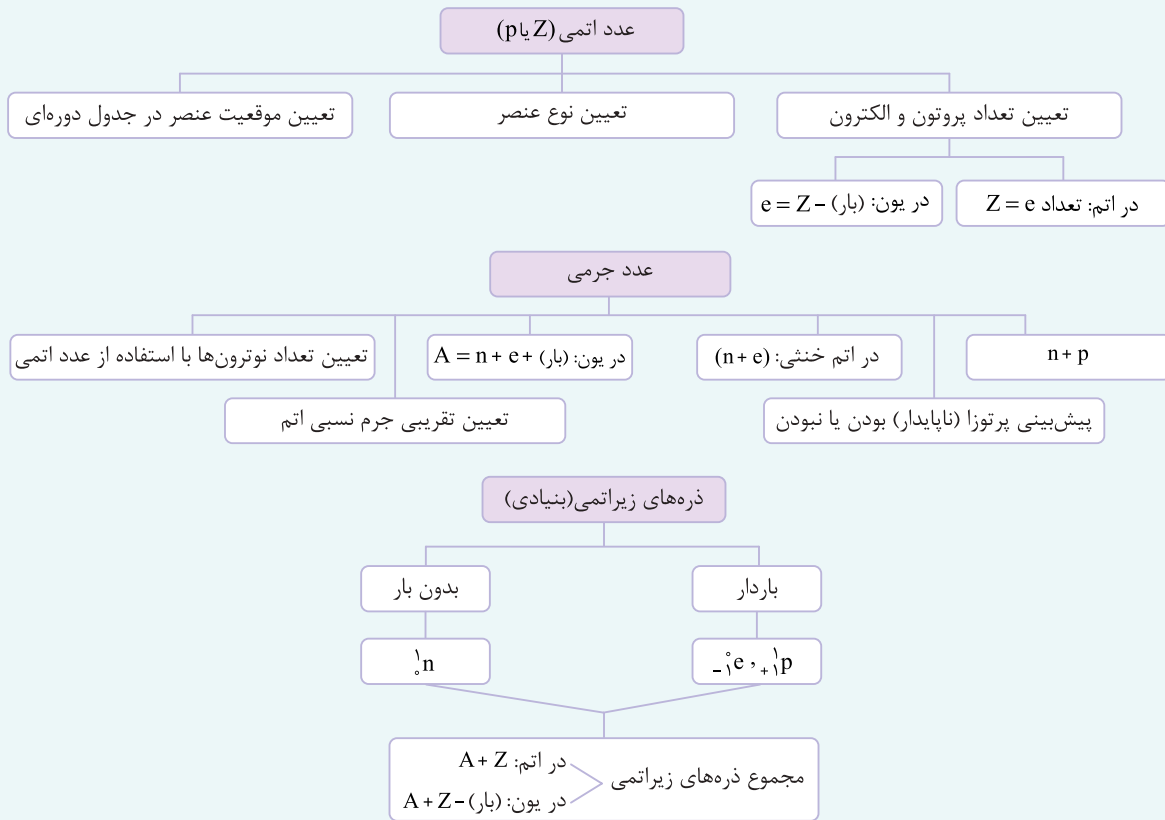
## جمع‌بندی توپ

$$\begin{aligned} {}^A_Z\text{E} \quad \left\{ \begin{array}{l} 1) A = \text{عدد جرمی} = Z + N \\ 2) Z = \text{تعداد پروتون (عدد اتمی)} \\ 3) N = A - Z \\ 4) e = Z \end{array} \right. & \xrightarrow{\text{مثال}} {}^{11}_5\text{B} \quad \left\{ \begin{array}{l} A = 11 \\ Z = 5 \\ N = 11 - 5 = 6 \\ e = 5 \end{array} \right. \\ (\text{اتم خنثی}) & \quad (\text{اتم بور}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} {}^A_Z\text{E}^{n+} \quad \left\{ \begin{array}{l} 1) A = \text{عدد جرمی} = Z + N \\ 2) Z = \text{تعداد پروتون (عدد اتمی)} \\ 3) N = A - Z \\ 4) e = Z - (+n) = Z - n \end{array} \right. & \xrightarrow{\text{مثال}} {}^{23}_{11}\text{Na}^+ \quad \left\{ \begin{array}{l} A = 23 \\ Z = 11 \\ N = 23 - 11 = 12 \\ e = 11 - (+1) = 10 \end{array} \right. \\ (\text{کاتیون}) & \quad (\text{کاتیون سدیم}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} {}^A_Z\text{E}^{n-} \quad \left\{ \begin{array}{l} 1) A = \text{عدد جرمی} = Z + N \\ 2) Z = \text{تعداد پروتون (عدد اتمی)} \\ 3) N = A - Z \\ 4) e = Z - (-n) = Z + n \end{array} \right. & \xrightarrow{\text{مثال}} {}^{31}_{15}\text{P}^{3-} \quad \left\{ \begin{array}{l} A = 31 \\ Z = 15 \\ N = 31 - 15 = 16 \\ e = 15 - (-3) = 18 \end{array} \right. \\ (\text{آنیون}) & \quad (\text{فسفید}) \end{aligned}$$

با استفاده از عدد اتمی و عدد جرمی می‌توان موارد زیر را تعیین کرد:



### تیب‌بندی مسائل ذرات زیراتمی

**تیپ ۱** در این تیپ از مسائل شمار ذرات زیر اتمی شامل تعداد پروتون، عدد جرمی، شمار نوترون و تعداد الکترون را می‌خواهند. بنابراین با استفاده از روابط زیر می‌توان هر کدام از آن‌ها را به راحتی محاسبه کرد:

۱)  $A = Z + N \Rightarrow N = A - Z$       ۲)  $e = Z - (\text{بار الکتریکی})$

### ۵ اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌های کدام یون بیشتر است؟



**گزینه ۱** ابتدا شمار نوترون‌ها و الکترون‌های هر گونه را محاسبه کرده، سپس اختلاف آن‌ها را به دست می‌آوریم:

**بررسی گزینه‌ها:**

|                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ۱) ${}_{13}^{27}\text{Al}^{3+}$ $\begin{cases} N = A - Z = 27 - 13 = 14 \\ e = Z - (\text{بار}) = 13 - (+3) = 10 \\ \text{اختلاف } N \text{ و } e = 14 - 10 = 4 \end{cases}$ | ۲) ${}_{8}^{16}\text{O}^{2-}$ $\begin{cases} N = 16 - 8 = 8 \\ e = 8 - (-2) = 10 \\ \text{اختلاف } N \text{ و } e = 10 - 8 = 2 \end{cases}$      |
| ۳) ${}_{16}^{32}\text{S}^{2-}$ $\begin{cases} N = 32 - 16 = 16 \\ e = 16 - (-2) = 18 \\ \text{اختلاف } N \text{ و } e = 18 - 16 = 2 \end{cases}$                             | ۴) ${}_{11}^{23}\text{Na}^{+}$ $\begin{cases} N = 23 - 11 = 12 \\ e = 11 - (+1) = 10 \\ \text{اختلاف } N \text{ و } e = 12 - 10 = 2 \end{cases}$ |

**نکته** اگر تعداد الکترون‌های یک یون را دادند، ابتدا در رابطه  $(\text{بار}) e = Z -$ ، به جای  $e$ ، مقدار داده شده را قرار می‌دهیم، سپس می‌توانیم  $Z$ ،  $A$  و  $N$  را محاسبه کنیم.

(تقریبی داخل ۹۸)

۶ نسبت شمار نوترون‌ها به شمار پروتون در سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن، کدام است؟

- ۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۷ (۴)

گزینه ۲. سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن،  $(^3\text{H})$  است که دارای ۱ پروتون و ۲ نوترون می‌باشد، بنابراین نسبت شمار نوترون‌ها به شمار پروتون در آن برابر ۲ است.

۷ اگر یون  $\text{Cd}^{2+}$  دارای ۴۶ الکترون و ۶۴ نوترون باشد، عدد اتمی و عدد جرمی آن کدام است؟

- ۱۲ و ۴۶ (۱) ۴۸ و ۱۱۰ (۲) ۴۸ و ۱۱۲ (۳) ۴۴ و ۱۱۰ (۴)

گزینه ۳. در رابطه (بار)  $e = Z -$  به جای  $e$  مقدار ۴۶ الکترون را قرار داده و عدد اتمی را محاسبه می‌کنیم سپس با استفاده از رابطه  $A = Z + N$  می‌توانیم عدد جرمی را به دست آوریم:

$$e = Z - (\text{بار}) \Rightarrow 46 = Z - (+2) \Rightarrow Z = 48$$

$$A = Z + N = 48 + 64 = 112$$

۸ اگر یون  $\text{X}^{2-}$  دارای ۳۶ الکترون با عدد جرمی ۷۹ باشد، عدد اتمی و شمار نوترون‌های عنصر X کدام است؟

- ۴۱ و ۳۸ (۱) ۴۵ و ۳۴ (۲) ۳۵ و ۳۴ (۳) ۵۱ و ۳۸ (۴)

$$e = Z - (\text{بار}) \Rightarrow 36 = Z - (-2) \Rightarrow Z = 34$$

$$A = Z + N \Rightarrow 79 = 34 + N \Rightarrow N = 45$$

۹ اگر در یون فرضی  $^{47}\text{X}^{3+}$ ، شمار نوترون‌ها ۲۰ درصد از شمار الکترون‌ها بیشتر باشد، نسبت عدد اتمی به شمار نوترون‌های آن تقریباً برابر کدام است؟

- ۰/۹۶ (۱) ۱/۰۴ (۲) ۰/۹ (۳) ۰/۸۵ (۴)

$$\begin{cases} N = e + \frac{3}{100}e = 1/2e \\ e = Z - (\text{بار}) = Z - (+3) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N = 1/2e \\ e = Z - 3 \end{cases} \Rightarrow N = 1/2(Z - 3) \Rightarrow N = 1/2Z - 3/2$$

$$A = Z + N \Rightarrow 47 = Z + 1/2Z - 3/2 \Rightarrow 50/6 = 3/2Z \Rightarrow Z = \frac{50/6}{3/2} = \frac{50}{9} = 5.55$$

$$N = A - Z = 47 - 5.55 = 41.45 \Rightarrow \frac{Z}{N} = \frac{5.55}{41.45} \approx 0.134$$

تپ ۲ در این تیپ از مسائل تفاوت شمار نوترون و پروتون را می‌دهند، در این صورت با توجه به این که  $N \geq Z$  می‌باشد رابطه  $N - Z = K$  را می‌نویسیم (K همان تفاوت شمار نوترون و پروتون است). سپس با توجه به عدد جرمی، می‌توانیم با تشکیل یک دستگاه دو معادله دو مجهولی، N و Z را به دست آوریم:

$$\begin{cases} N + Z = A \\ N - Z = K \end{cases}$$

TNT در این تیپ از مسائل می‌توانیم از رابطه‌های طلایی زیر استفاده کنیم:

$$\begin{aligned} \text{تفاوت شمار نوترون و پروتون} & \quad \text{عدد جرمی} \\ Z &= \frac{A - K}{2} \\ N &= \frac{A + K}{2} \\ \text{شمار نوترون} & \end{aligned}$$

۱۰ عدد جرمی اتم عنصری برابر ۴۵ و تفاوت شمار نوترون و پروتون آن برابر ۳ است. عدد اتمی و شمار نوترون‌های آن کدام است؟

- ۲۴ و ۲۱ (۱) ۲۴ و ۲۴ (۲) ۲۴ و ۴۲ (۳) ۴۲ و ۲۱ (۴)

گزینه ۱. روش اول: با تشکیل دستگاه دو معادله دو مجهول، به صورت زیر می‌توانیم به پاسخ تست برسیم:

$$\begin{cases} N + Z = 45 \\ N - Z = 3 \end{cases}$$

$$2N = 48 \Rightarrow N = 24, N + Z = 45 \Rightarrow 24 + Z = 45 \Rightarrow Z = 21$$

روش دوم: استفاده از فرمول‌های طلایی:

$$Z = \frac{A - K}{2} = \frac{45 - 3}{2} = 21$$

$$N = \frac{A + K}{2} = \frac{45 + 3}{2} = 24$$

۱۱ اگر شمار الکترون‌های یون فرضی  $A^{2+}$  برابر ۷۸ باشد و شمار نوترون‌های آن ۵۰ درصد بیشتر از شمار پروتون‌های آن باشد، نسبت شمار نوترون‌ها به عدد جرمی عنصر A کدام است؟

- ۰/۳ (۱) ۰/۷۵ (۲) ۰/۶ (۳) ۰/۵ (۴)

گزینه ۳ ابتدا در رابطه  $e = Z -$  (بار) به جای  $e$  مقدار داده شده را قرار می‌دهیم. سپس با توجه به این که شمار نوترون‌های آن ۵۰ درصد بیشتر از شمار پروتون‌های آن می‌باشد  $(N = Z + \frac{50}{100}Z)$ ، با تشکیل یک دستگاه دو معادله دو مجهول، می‌توانیم عدد جرمی، عدد اتمی و شمار نوترون‌های آن را به دست آوریم:

$$N = Z + \frac{50}{100}Z = \frac{150}{100}Z = \frac{150}{100} \times 80 = 120 \Rightarrow A = Z + N = 80 + 120 = 200$$

$$\frac{N}{A} = \frac{120}{200} = 0.6$$

نکته هرگاه تعداد پروتون یا تعداد الکترون یک گونه چند اتمی باردار را خواستند بایستی با توجه به عدد اتمی هر یک از عنصرها، مجموع شمار پروتون‌ها (مجموع عدد اتمی اتم‌های هر عنصر) را به دست آورده، سپس برای محاسبه تعداد الکترون از رابطه  $e = Z -$  (بار) استفاده می‌کنیم که  $Z$  مجموع شمار پروتون‌های گونه مورد نظر است.

۱۲ شمار الکترون‌های کدام گزینه با بقیه متفاوت است؟ ( $O, H, N$ )

- $NO^+$  (۴)  $NH_4^+$  (۳)  $OH^-$  (۲)  $H_3O^+$  (۱)

گزینه ۴ گونه‌های  $H_3O^+$ ،  $OH^-$  و  $NH_4^+$  هر کدام ۱۰ الکترون دارند ولی  $NO^+$  دارای ۱۴ الکترون است.

بررسی گزینه‌ها:

$$\begin{aligned} ۱) H_3O^+ & \begin{cases} p \text{ تعداد} = 3(1) + 8 = 11 \\ e \text{ تعداد} = Z - (\text{بار}) = 11 - (+1) = 10e \end{cases} \\ ۲) OH^- & \begin{cases} p \text{ تعداد} = 8(1) + 1 = 9 \\ e \text{ تعداد} = 9 - (-1) = 10e \end{cases} \\ ۳) NH_4^+ & \begin{cases} p \text{ تعداد} = 7 + 4(1) = 11 \\ e \text{ تعداد} = 11 - (+1) = 10e \end{cases} \\ ۴) NO^+ & \begin{cases} p \text{ تعداد} = 7 + 8 = 15 \\ e \text{ تعداد} = 15 - (+1) = 14e \end{cases} \end{aligned}$$

تیپ ۳ در این تیپ از مسائل، تفاوت شمار نوترون و الکترون یک یون را می‌دهند. از آن جا که نمی‌توان گفت که در یک یون شمار نوترون‌ها بیشتر است یا شمار الکترون‌ها، بنابراین دو حالت زیر را برای تفاوت آن‌ها در نظر گرفته، سپس به جای  $e$  مقدار  $Z -$  (بار) را قرار می‌دهیم و تفاوت نوترون و الکترون را تبدیل به تفاوت نوترون و پروتون می‌کنیم.

شمار نوترون‌ها  
شمار الکترون‌ها  
تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها

$$\begin{cases} e = N + a \\ e = N - a \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N + a = Z - (\text{بار}) \Rightarrow N - Z = -a - (\text{بار}) \\ N - a = Z - (\text{بار}) \Rightarrow N - Z = a - (\text{بار}) \end{cases}$$

TNT در این تیپ از تست‌ها می‌توانیم از روابط طلایی زیر استفاده کنیم:

$$Z = \frac{A - (\text{تفاوت شمار نوترون و الکترون})}{2} \quad (\text{بار الکتریکی})$$

۱) اگر | بار الکتریکی یون |  $\geq$  تفاوت نوترون و الکترون باشد، داریم:

$$Z = \frac{A + (\text{تفاوت شمار نوترون و الکترون})}{2} \quad (\text{بار الکتریکی})$$

۲) اگر | بار الکتریکی یون |  $<$  تفاوت نوترون و الکترون باشد، داریم:

۱۳ اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌های یون  $^{45}X^{3+}$  برابر ۶ باشد، عدد اتمی آن کدام است؟

- ۲۷ (۴) ۲۴ (۳) ۲۱ (۲) ۱۸ (۱)

گزینه ۲ روش اول: دو حالت نتیجه‌گیری شده بالا برای آن می‌نویسیم و تست را حل می‌کنیم.

$$\begin{cases} N - Z = -a - (\text{بار}) = -6 - (+3) = -9 \quad (\text{غ ق ق}) \\ N - Z = a - (\text{بار}) = 6 - (+3) = 3 \Rightarrow N - Z = K = 3 \end{cases}$$

$$Z = \frac{A - K}{2} = \frac{45 - 3}{2} = 21$$

**روش دوم: TNT** از آن جا که تفاوت شمار نوترون و پروتون از قدر مطلق بار الکتریکی (۳) بیشتر است از رابطه طلایی زیر استفاده می‌کنیم:

$$Z = \frac{A - \text{شمار نوترون و الکترون}}{2} = \frac{45 - 6 + 3}{2} = 21$$

لازم به ذکر است رابطه بالا در همه تست‌ها جواب صحیح نمی‌دهد ولی روش مفهومی که در تیپ سوم گفته شد پاسخگوی هر تستی از این تیپ می‌باشد.

**۱۴** اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌های یون  $^{122}\text{X}^{3-}$  برابر ۱۷ باشد، عدد اتمی آن کدام است؟

۶۱ (۴)

۵۴ (۳)

۵۱ (۲)

۷۱ (۱)

گزینه ۲

$$N - Z = -a - (\text{بار}) = -17 - (-3) = -14 \text{ (غ ق)}$$

$$N - Z = a - (\text{بار}) = 17 - (-3) = 20 \Rightarrow N - Z = K = 20$$

$$Z = \frac{A - K}{2} = \frac{122 - 20}{2} = 51$$

**۱۵** اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌های یون  $^{31}\text{X}^{2-}$  برابر ۲ باشد، مجموع ذرات زیراتمی باردار آن کدام است؟

۳۳ (۴)

۳۴ (۳)

۳۱ (۲)

۲۳ (۱)

گزینه ۴

**روش اول:** استفاده از روش مفهومی بیان شده

$$\begin{cases} N - Z = -a - (\text{بار}) = -2 - (-3) = +1 \Rightarrow N - Z = 1 \\ N - Z = a - (\text{بار}) = 2 - (-3) = 5 \Rightarrow N - Z = 5 \end{cases}$$

$$Z = \frac{A - K}{2} = \frac{31 - 1}{2} = 15$$

$$Z = \frac{A - K}{2} = \frac{31 - 5}{2} = 13 \text{ (غ ق)}$$

ذرات زیراتمی باردار شامل پروتون‌ها و الکترون‌ها می‌باشند. عدد اتمی این عنصر ۱۵ بوده و تعداد الکترون‌های یون آن ۱۸ است، پس جمع آن‌ها ۳۳ می‌شود.

**روش دوم:** استفاده از دستگاه معادلات

چون نمی‌دانیم تعداد نوترون‌ها بیشتر است و یا تعداد الکترون‌ها؛ ۲ دستگاه معادله تشکیل داده و می‌بینیم کدام یک از پاسخ‌های به دست آمده در گزینه‌ها موجود است:

$$\begin{cases} N + p = 31 & \text{I} \\ N - e = 2 & \text{II} \\ e - p = 3 & \text{III} \end{cases} \quad \begin{aligned} & \text{(I, III): } N + e = 34 \\ & \text{II: } N - e = 2 \\ & \hline & 2N = 36 \Rightarrow N = 18 \end{aligned}$$

چون بار یون (۳-) می‌باشد پس تعداد الکترون‌ها قطعاً از تعداد پروتون‌ها بیشتر است.

$$\begin{cases} N = 18 \\ p = 13 \\ e = 16 \end{cases} \Rightarrow e + p = 29 \rightarrow \text{در گزینه‌ها نیست}$$

$$\begin{cases} N + p = 31 & \text{I} \\ e - N = 2 & \text{II} \\ e - p = 3 & \text{III} \end{cases} \quad \begin{aligned} & \text{(I, III): } N + e = 34 \\ & \text{II: } e - N = 2 \\ & \hline & 2e = 36 \Rightarrow e = 18 \end{aligned}$$

$$\begin{cases} e = 18 \\ N = 16 \Rightarrow e + p = 33 \\ p = 15 \end{cases}$$

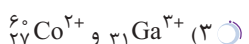
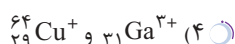
**روش سوم: TNT** از آنجا که تفاوت شمار نوترون و الکترون کمتر از قدر مطلق بار الکتریکی است، بنابراین داریم:

$$Z = \frac{A + \text{تفاوت شمار نوترون و الکترون}}{2}$$

$$Z = \frac{31 + 2 + (-3)}{2} = 15$$

**۱۶** آرایش الکترونی کاتیون  $^{65}\text{Zn}^{2+}$  به ترتیب از راست به چپ با آرایش الکترونی کدام گونه یکسان بوده و شمار نوترون‌های آن با کدام گونه برابر است؟

(ریاضی قارچ ۹۴)



گزینه ۴

شمار الکترون‌های  $^{65}\text{Zn}^{2+}$  با شمار الکترون‌های  $^{71}\text{Ga}^{3+}$  برابر بوده بنابراین دارای آرایش الکترونی یکسان می‌باشند. برای حل این تست نیاز به رسم آرایش الکترونی نیست بلکه فقط کافیست تعداد الکترون‌های دو گونه با هم برابر باشند تا آرایش الکترونی آن‌ها با هم یکسان باشند.

$$\begin{cases} ^{65}\text{Zn}^{2+} : e = Z - (\text{بار}) = 30 - (+2) = 28 \\ ^{71}\text{Ga}^{3+} : e = Z - (\text{بار}) = 31 - (+3) = 28 \end{cases}$$

$$\begin{cases} ^{65}\text{Zn}^{2+} : N = A - Z = 65 - 30 = 35 \\ ^{64}\text{Cu}^{+} : N = A - Z = 64 - 29 = 35 \end{cases}$$

(ریاضی دافل ۸۹)

۱۷ اگر تفاوت عدد اتمی و شمار نوترون های اتم عنصر  $A^{80}$  برابر با ۱۰ باشد عدد اتمی آن کدام است؟

۳۵ (۴)

۳۶ (۳)

۳۲ (۲)

۳۰ (۱)

گزینه ۴. در هسته اتم ها شمار نوترون ها مساوی یا بیشتر از شمار پروتون ها می باشد ( $N \geq Z$ )، به جز هیدروژن سبک ( ${}^1_1H$ ) که نوترون ندارد.

روش اول: 
$$\begin{cases} N - Z = 10 \\ N + Z = 80 \end{cases}$$

$$2N = 90 \Rightarrow N = 45 \Rightarrow Z = 35$$

روش دوم: 
$$Z = \frac{A - K}{2} = \frac{80 - 10}{2} = 35$$

(تجربی دافل ۸۸)

۱۸ اگر تفاوت شمار الکترون ها با شمار نوترون ها در یون تک اتمی  ${}^{93}_{50}X^{+}$  برابر ۱۶ باشد، عدد اتمی این عنصر کدام است؟

۴۲ (۴)

۴۱ (۳)

۴۴ (۲)

۳۶ (۱)

$$\begin{cases} e = N - 16 \\ e = Z - (\text{بار}) = Z - 5 \end{cases} \Rightarrow N - 16 = Z - 5 \Rightarrow N - Z = 11 = K$$

$$Z = \frac{A - K}{2} = \frac{93 - 11}{2} = 41$$

۱۹ چند مورد از عبارت های زیر درست می باشند؟

(آ) فراوان ترین عنصر سازنده سیاره مشتری دارای سه ایزوتوپ طبیعی پایدار است.

(ب) در دو ایزوتوپ  ${}^A_ZX$  و  ${}^A_{Z'}X$  از عنصر X، رابطه  $A_1 - N_1 = A_2 - N_2$  همواره برقرار است.

(پ) اغلب هسته هایی که  $\frac{A}{Z} \geq 2/5$  دارند، ناپایدار هستند.

(ت) اگر یون  $X^{3-}$  دارای m الکترون و ۶+m نوترون باشد، اتم X با اتم  ${}^{m+3}_{m-3}C$  ایزوتوپ است.

(ث) خواص شیمیایی ایزوتوپ های یک عنصر یکسان است.

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

گزینه ۳. عبارت های «ب»، «پ» و «ث» درست می باشند.

بررسی سایر عبارت ها:

(آ) فراوان ترین عنصر سازنده سیاره مشتری، هیدروژن است که دارای سه ایزوتوپ طبیعی می باشد. ایزوتوپ های  ${}^1_1H$  و  ${}^2_1H$  پایدار ولی ایزوتوپ طبیعی  ${}^3_1H$  ناپایدار است. [نادرستی عبارت آ]

(ت) عدد اتمی و عدد جرمی عنصر X به صورت زیر محاسبه می شود. [نادرستی عبارت ت]

$$e = Z - (\text{بار الکتریکی}) \Rightarrow m = Z - (-3) \Rightarrow Z = m - 3$$

$$A = Z + N = m - 3 + m + 6 = 2m + 3 \Rightarrow {}^{m+3}_{m-3}X$$

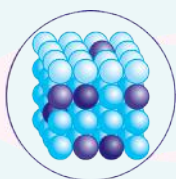
اتم  ${}^{m+3}_{m-3}X$  همان اتم  ${}^{m+3}_{m-3}C$  است ( $X = C$ )؛ بنابراین ایزوتوپ نیستند. زیرا باید عدد جرمی یا شمار نوترون های آن ها متفاوت باشند.

## آیا همه اتم های یک عنصر پایدارند؟

۱ شیمی دان ها ماده ای را عنصر می نامند که از یک نوع اتم تشکیل شده باشد، برای نمونه منیزیم و هلیوم عنصر به شمار می روند زیرا یک نمونه منیزیم حاوی اتم های منیزیم و یک نمونه هلیوم حاوی اتم های هلیوم است.

۲ اغلب در یک نمونه طبیعی از عنصری معین، اتم های سازنده، جرم یکسانی ندارند. (مثال نقض: طلا) برای مثال بررسی یک نمونه منیزیم نشان می دهد که جرم همه اتم های منیزیم در این نمونه یکسان نیست بلکه مخلوطی از سه هم مکان (ایزوتوپ) است.

۳ ایزوتوپ های یک عنصر دارای عدد اتمی (Z) یکسان اما عدد جرمی (A) متفاوت هستند. خواص شیمیایی اتم های هر عنصر به عدد اتمی (Z) آن وابسته است (همین طور الکترون های لایه ظرفیت)، بنابراین ایزوتوپ های یک عنصر خواص شیمیایی یکسانی دارند.



${}^{24}_{12}Mg$



${}^{25}_{12}Mg$



${}^{26}_{12}Mg$

۴ Mg دارای ۳ ایزوتوپ طبیعی  ${}^{24}_{12}Mg$ ،  ${}^{25}_{12}Mg$  و  ${}^{26}_{12}Mg$

می باشد. همگی خواص شیمیایی یکسانی دارند و در جدول

دوره ای عنصرها تنها یک مکان را اشغال می کنند.

۵ تفاوت ایزوتوپ‌های یک عنصر در تعداد نوترون‌های آن است، بنابراین ایزوتوپ‌های یک عنصر در برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم، مانند چگالی با یکدیگر **تفاوت** دارند. (مثال نقض: ظرفیت گرمایی)

۶ **اغلب** هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها **برابر یا بیشتر از ۱/۵** باشد، **ناپایدارند** و با گذر زمان متلاشی می‌شوند. ایزوتوپ‌های ناپایدار، پرتوزا هستند و اغلب بر اثر متلاشی شدن، افزون بر ذره‌های پرتوزا، مقدار زیادی انرژی آزاد می‌کنند. مانند:

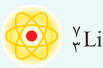
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{H: } \frac{n}{p} = \frac{2}{1} = 2 \quad (\text{ناپایدار، پرتوزا}) \\ {}^{235}_{92}\text{U: } \frac{n}{p} = \frac{143}{92} \geq 1.5 \quad (\text{ناپایدار، پرتوزا}) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} {}^{59}_{26}\text{Fe: } \frac{n}{p} = \frac{33}{26} < 1.5 \rightarrow \text{ناپایدار است.} \\ {}^{99}_{43}\text{Tc: } \frac{n}{p} = \frac{56}{43} < 1.5 \rightarrow \text{ناپایدار است.} \end{array} \right. \quad (\text{مثال نقض})$$

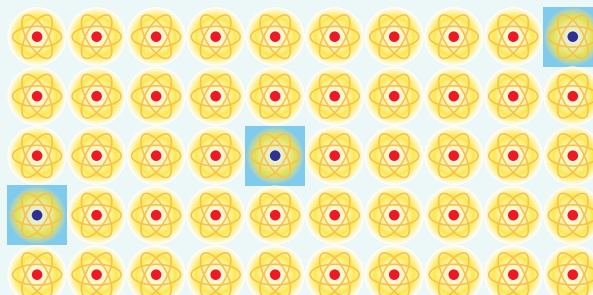
۷ ایزوتوپ‌های **پرتوزا** و **ناپایدار**، **رادیوایزوتوپ** نامیده می‌شوند.

۸ شکل زیر شمار تقریبی اتم‌های لیتیم را در یک نمونه طبیعی از آن نشان می‌دهد. درصد فراوانی  ${}^6\text{Li}$  برابر ۹۴٪ و درصد فراوانی  ${}^7\text{Li}$  برابر ۶٪ است.

$$\bullet \quad \text{درصد فراوانی ایزوتوپ A} = \frac{\text{تعداد ایزوتوپ‌های A}}{\text{تعداد کل ایزوتوپ‌ها}} \times 100 \quad \bullet$$



$$\text{درصد فراوانی } {}^6\text{Li} = \frac{\text{تعداد } {}^6\text{Li}}{\text{تعداد کل}} \times 100 = \frac{3}{5} \times 100 = 60\%$$



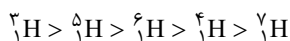
۹ جدول زیر، نماد، نیم عمر و درصد فراوانی ایزوتوپ‌های هیدروژن را نشان می‌دهد.

| نماد ایزوتوپ          | ${}^1\text{H}$ | ${}^2\text{H}$ | ${}^3\text{H}$ | ${}^4\text{H}$              | ${}^5\text{H}$              | ${}^6\text{H}$              | ${}^7\text{H}$              |
|-----------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| ویژگی ایزوتوپ         |                |                |                |                             |                             |                             |                             |
| نیم عمر               | پایدار         | پایدار         | ۱۲/۳۲ سال      | $1.4 \times 10^{-22}$ ثانیه | $9.1 \times 10^{-22}$ ثانیه | $2.9 \times 10^{-22}$ ثانیه | $2.3 \times 10^{-23}$ ثانیه |
| درصد فراوانی در طبیعت | ۹۹/۹۸۸۵        | ۰/۰۱۱۴         | ناچیز          | ۰ (ساختگی)                  | ۰ (ساختگی)                  | ۰ (ساختگی)                  | ۰ (ساختگی)                  |

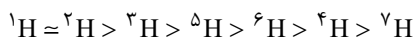
### نکات

- ۱ فراوان ترین ایزوتوپ هیدروژن،  ${}^1\text{H}$  می باشد و  ${}^2\text{H}$  کم ترین فراوانی را بین ایزوتوپ های **طبیعی** دارد.
- ۲ یک نمونه **طبیعی** از هیدروژن، مخلوط سه ایزوتوپ  ${}^1\text{H}$ ،  ${}^2\text{H}$  و  ${}^3\text{H}$  می باشد که دو مورد اول **پایدار** و مورد آخر **ناپایدار** می باشد.
- ۳ هیدروژن دارای ۴ **ایزوتوپ ساختگی** (مصنوعی) **ناپایدار** (رادیوایزوتوپ) می باشد. به طور کلی هیدروژن دارای ۷ **ایزوتوپ طبیعی** و **ساختگی** می باشد که ۵ مورد آن ناپایدارند.
- ۴ در ایزوتوپ های **ناپایدار**، رابطه ای بین افزایش نوترون و ناپایداری وجود **ندارد**، به طور مثال  ${}^5\text{H}$  پایدارتر از  ${}^4\text{H}$  می باشد و همین طور  ${}^6\text{H}$  ناپایدارتر از  ${}^5\text{H}$  می باشد.
- ۵ **نیم عمر** یک ایزوتوپ معیاری برای **پایداری** آن ایزوتوپ است و مدت زمانی است که طول می کشد تا **نیمی** از هسته های پرتوزا متلاشی شوند.

⑥ هرچه یک عنصر پایدارتر باشد، نیم عمر آن بیشتر است.

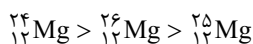
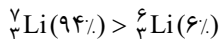


مقایسه نیم عمر ایزوتوپ های هیدروژن:



مقایسه پایداری ایزوتوپ های هیدروژن:

⑦ پایداری و فراوانی ایزوتوپ های لیتیم و منیزیم به صورت زیر است:



⑧ شرط ناپایداری: اغلب هسته هایی که در آن ها  $\frac{n}{p} \geq 1/5$  یا  $\frac{A}{Z} \geq 1/5$  باشد.

## دید مفهومی

**دقت** برای ایزوتوپ های ساختگی فراوانی معنا ندارد؛ زیرا در طبیعت وجود ندارند.

**دقت** در هر دو حالت  $\frac{n}{p} < 1/5$  و  $\frac{n}{p} \geq 1/5$  ممکن است اتمی پایدار یا ناپایدار باشد، مانند:  ${}^{99}\text{Tc}$ ،  $\frac{n}{p} = 1/3 < 1/5$  که ناپایدار و  ${}^{195}\text{Pt}$ ،  $\frac{n}{p} = 1/5$  که پایدار است.

**نیم عمر** مدت زمانی است که طول می کشد تا نیمی از هسته های پرتوزا متلاشی شوند. از رابطه زیر می توانیم برای محاسبه نیم عمر استفاده کنیم: (دقت شود که در رابطه زیر واحد صورت و مخرج باید یکی باشد.)

$$\begin{cases} \text{عمر ماده پرتوزا} \\ \text{زمان یک نیم عمر} \end{cases} n = \frac{\text{تعداد نیم عمرها}}{\text{عمر ماده پرتوزا}}$$

$$\begin{cases} A = A_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \\ \text{مقدار باقی مانده ماده پرتوزا} \end{cases}$$

$$A_0 - A = \text{مقدار متلاشی شده}$$

برای حل تست های نیم عمر می توانیم از طرح سیستمی زیر استفاده کنیم تا سریع تر به پاسخ برسیم:

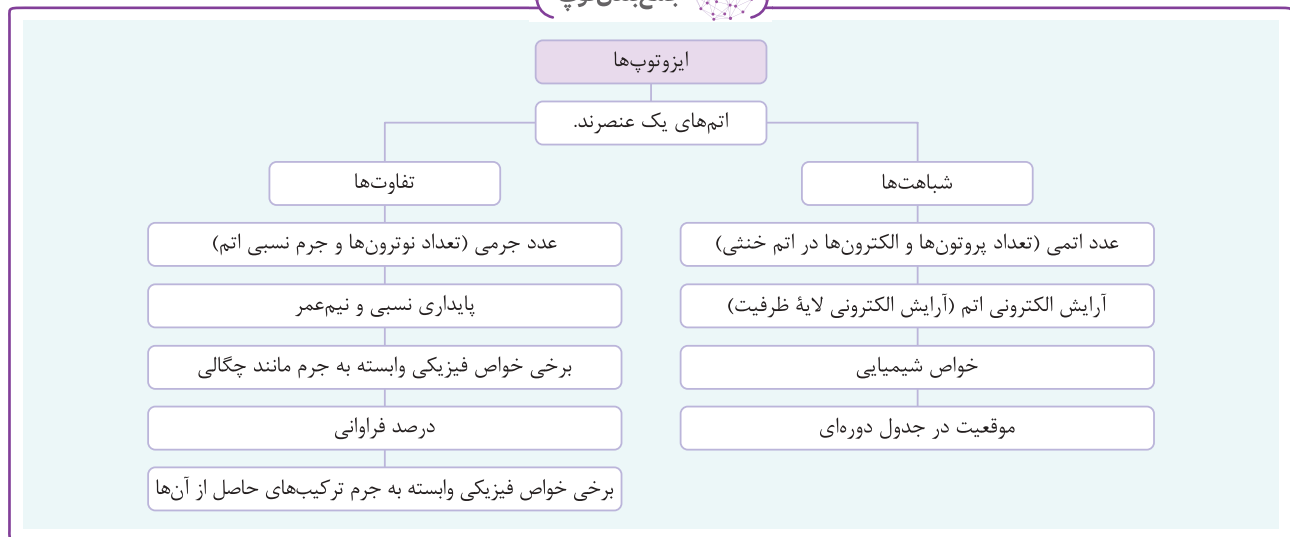
**حالت اول:** اگر مقدار اولیه ماده پرتوزا را ۱۰۰ در نظر بگیریم در این صورت می توانیم تست هایی که مقدار متلاشی شده یا باقی مانده را برحسب درصد بخواهند به راحتی پاسخ دهیم:

| مقدار اولیه ماده پرتوزا برحسب درصد | $100\% \xrightarrow{T_1}$<br>نیم عمر اول | $50\% \xrightarrow{T_2}$<br>نیم عمر دوم | $25\% \xrightarrow{T_3}$<br>نیم عمر سوم | $12.5\% \xrightarrow{T_4}$<br>نیم عمر چهارم | $6.25\% \xrightarrow{T_5}$<br>نیم عمر پنجم | $3.125\% \xrightarrow{T_6}$<br>نیم عمر ششم | $1.5625\%$ |
|------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|------------|
| مقدار متلاشی شده برحسب درصد        |                                          | 50%                                     | 75%                                     | 87.5%                                       | 93.75%                                     | 96.875%                                    | 98.4375%   |
| مقدار باقی مانده برحسب درصد        |                                          | 50%                                     | 25%                                     | 12.5%                                       | 6.25%                                      | 3.125%                                     | 1.5625%    |

**حالت دوم:** اگر مقدار اولیه ماده پرتوزا را برحسب درصد ندهند بنابراین مقدار اولیه ماده پرتوزا را  $A_0$  در نظر می گیریم و داریم:

| $A_0$ مقدار اولیه ماده پرتوزا | $\xrightarrow{T_1}$<br>نیم عمر اول | $\xrightarrow{T_2}$<br>نیم عمر دوم | $\xrightarrow{T_3}$<br>نیم عمر سوم | $\xrightarrow{T_4}$<br>نیم عمر چهارم | $\xrightarrow{T_5}$<br>نیم عمر پنجم | $\xrightarrow{T_6}$<br>نیم عمر ششم |  |
|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--|
|                               | $\frac{A_0}{2}$                    | $\frac{A_0}{4}$                    | $\frac{A_0}{8}$                    | $\frac{A_0}{16}$                     | $\frac{A_0}{32}$                    | $\frac{A_0}{64}$                   |  |
| مقدار متلاشی شده              | $\frac{A_0}{2}$                    | $\frac{3A_0}{4}$                   | $\frac{7A_0}{8}$                   | $\frac{15A_0}{16}$                   | $\frac{31A_0}{32}$                  | $\frac{63A_0}{64}$                 |  |
| مقدار باقی مانده              | $\frac{A_0}{2}$                    | $\frac{A_0}{4}$                    | $\frac{A_0}{8}$                    | $\frac{A_0}{16}$                     | $\frac{A_0}{32}$                    | $\frac{A_0}{64}$                   |  |

## جمع‌بندی توپ



## عبرت و عبارت



عبارت‌های زیر را از نظر درستی یا نادرستی با ☒ یا ☐ مشخص کنید.

- ۲۳- همه ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص فیزیکی یکسان و تفاوت اندکی در خواص شیمیایی دارند. ☐
- ۲۴- فراوان‌ترین ایزوتوپ H یک نوترون دارد و سومین رادیوایزوتوپ آن از نظر بیش‌ترین مقدار نیم‌عمر، ۴ نوترون دارد. ☐
- ۲۵- اتم هیدروژن دارای ۷ ایزوتوپ پایدار است که ۴ هم‌مکان آن ساختگی است. ☐
- ۲۶-  ${}^3\text{H}$  ایزوتوپی پایدار است زیرا نیم‌عمر آن ۱۲/۳۲ سال است. ☐
- ۲۷- اغلب هسته‌هایی که دارای نسبت تعداد پروتون به نوترون برابر یا بیشتر از ۱/۵ هستند، رادیوایزوتوپ نام دارند. ☐
- ۲۸- مجموع ذره‌های زیر اتمی باردار در ایزوتوپ‌های هیدروژن با هم برابر است. ☐
- ۲۳- ☒ خواص شیمیایی یکسان دارند ولی در برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم، تفاوت دارند. --
- ۲۴- ☒ فراوان‌ترین ایزوتوپ هیدروژن  ${}^1\text{H}$  است که نوترون ندارد. سومین ایزوتوپ از نظر بیش‌ترین مقدار نیم‌عمر  ${}^3\text{H}$  بوده که ۵ نوترون دارد. --
- ۲۵- ☒ دارای ۲ ایزوتوپ پایدار است. --
- ۲۶- ☒ این ایزوتوپ پایدار است. کلانیم عمر برای ایزوتوپ‌های پایدار تعریف نمی‌شود. --
- ۲۷- ☒ اغلب هسته‌هایی که  $\frac{n}{p} \geq 1/5$  دارند پایدار است. --
- ۲۸- ☒ ذرات زیر اتمی باردار (الکترون‌ها و پروتون‌ها) در ایزوتوپ‌های هیدروژن یکسان است. --

## تست‌کده



۲۰ گرم از یک ماده پرتوزا در دسترس است. اگر جرم این ماده پرتوزا هر نیم ساعت نصف شود پس از ۱۸۰ دقیقه، چند میلی‌گرم از ماده پرتوزا

باقی خواهد ماند؟

۶۲/۵ (۴)

۶۲۵ (۳)

۶/۲۵ (۲)

۰/۶۲۵ (۱)

$$n = \frac{\text{عمر ماده پرتوزا}}{\text{زمان یک نیم‌عمر}} = \frac{180}{30} = 6$$

$$A = A_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n = 40 \left(\frac{1}{2}\right)^6 = \frac{40}{64} = 0/625 \text{ g} \times \frac{10^3 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = 625 \text{ mg}$$

روش دوم:

$$40 \text{ g} \xrightarrow{30 \text{ min}} 20 \text{ g} \xrightarrow{30 \text{ min}} 10 \text{ g} \xrightarrow{30 \text{ min}} 5 \text{ g} \xrightarrow{30 \text{ min}} 2/5 \text{ g} \xrightarrow{30 \text{ min}} 1/25 \text{ g} \xrightarrow{30 \text{ min}} 0/625 \text{ g}$$

مقدار باقی‌مانده ۶۲۵ mg

گزینه ۳. روش اول:



## [ کیهان زادگاه الفبا هستی ]

## فصل

## ۱

### قسمت اول: پیدایش عنصرها، قانون اینشتین

#### پیدایش عنصرها

۱. چند مورد از عبارت‌های زیر، درست است؟  
 (آ) پاسخ به پرسش «هستی چگونه پدید آمده است؟» سبب شد تا دانش ما دربارهٔ جهان مادی افزایش یابد.  
 (ب) آخرین تصویر وویجر (۱)، تصویری از سیارهٔ مشتری از فاصلهٔ تقریباً ۷ میلیارد کیلومتری بود.  
 (پ) مأموریت وویجر (۱) و (۲)، تهیه و ارسال گزارش از سیاره‌های مشتری، زمین، اورانوس و نپتون بود.  
 (ت) شناسنامهٔ فیزیکی سیاره‌های مورد مأموریت وویجر (۱) و (۲)، شامل نوع عنصرهای سازنده، ترکیب شیمیایی اتمسفر و ترکیب درصد این مواد است.  
 (۱) ۱ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) صفر
۲. با توجه به مقایسهٔ هشت عنصر فراوان در دو سیارهٔ مشتری و زمین، کدام گزینه نادرست است؟  
 (۱) درصد فراوانی همهٔ عنصرهای فراوان تشکیل‌دهندهٔ زمین کم‌تر از پنجاه درصد است.  
 (۲) مجموع درصدهای فراوانی عنصرهای رتبهٔ دوم تا هشتم در سیارهٔ مشتری کم‌تر از بیست درصد است.  
 (۳) حدود ۷۸ درصد عناصر فراوان سازندهٔ زمین جامد هستند.  
 (۴) در بین هشت عنصر فراوان تشکیل‌دهندهٔ زمین و مشتری، دو عنصر مشترک وجود دارد.
۳. با مقایسهٔ هشت عنصر فراوان در دو سیارهٔ زمین و مشتری، چند مورد از مطالب زیر درست است؟  
 (آ) در میان هشت عنصر فراوان مشتری، عنصر فلزی وجود ندارد.  
 (ب) در بین هشت عنصر فراوان زمین بر خلاف مشتری گاز نجیب وجود ندارد.  
 (پ) در بین هشت عنصر فراوان زمین، سه نوع عنصر (فلز، نافلز، شبه‌فلز) وجود دارد.  
 (ت) در بین هشت عنصر فراوان هر دو سیاره، یک عنصر نافلزی رتبهٔ یکسانی دارد.  
 (ث) نسبت تعداد عنصرهای فلزی به نافلزی در سیارهٔ سنگی برابر ۲/۵ است.  
 (۱) ۵ (۲) ۴ (۳) ۳ (۴) ۱
۴. پاسخ درست پرسش‌های «آ» و «پ» و پاسخ نادرست پرسش‌های «ب» و «ت» به ترتیب در کدام گزینه آمده است؟  
 (آ) سیاره‌های زمین و مشتری به ترتیب چندمین سیاره‌های نزدیک به خورشید هستند؟  
 (ب) شاخه‌ای از علم شیمی که به مطالعهٔ مولکول‌های موجود بین ستاره‌ها می‌پردازد؟  
 (پ) از بین هشت عنصر فراوان سازندهٔ مشتری، چند درصد را گازهای نجیب تشکیل می‌دهند؟  
 (ت) در بین هشت عنصر فراوان در سیارهٔ زمین چند گاز نجیب وجود دارد؟  
 (۱) سومین و پنجمین - ۲۵ درصد - اخترشیمی - سه  
 (۲) چهارمین و ششمین - ۲۵ درصد - اخترشیمی - دو  
 (۳) سومین و پنجمین - ۳۷/۵ درصد - اخترشناسی - دو  
 (۴) چهارمین و ششمین - ۳۷/۵ درصد - اخترشناسی - سه
۵. کدام گزینه درست است؟  
 (۱) با توجه به توزیع همگون عنصرها در جهان هستی، دانشمندان توانستند چگونگی پیدایش عنصرها را توضیح بدهند.  
 (۲) همهٔ دانشمندان بر این باورند که سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بود که طی آن انرژی عظیمی آزاد شده است.  
 (۳) ستاره‌ها و کهکشان‌ها پدیدآورندهٔ سحابی‌ها بودند.  
 (۴) مهبانگ سبب پدید آمدن ذره‌های زیراتمی شد.
۶. چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟  
 (آ) پس از مهبانگ، فراوان‌ترین عناصر سازندهٔ مشتری پدید آمدند.  
 (ب) عنصرهایی که بلافاصله پس از مهبانگ پدید آمدند، هیچ‌کدام جزء هشت عنصر فراوان سیارهٔ زمین نیستند.  
 (پ) کاهش دما، گذشت زمان و تراکم گازهای هیدروژن و هلیوم مجموعه‌های گازی به نام کهکشان‌ها را پدید آورد.  
 (ت) سحابی‌ها را می‌توان مکان زایش ستاره‌ها دانست.  
 (ث) پیدایش عنصرها پس از مهبانگ به ترتیب جرم آن‌ها رخ داد.  
 (۱) ۳ (۲) ۵ (۳) ۲ (۴) ۴

۷.

- چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟  
 (آ) هر ستاره طول عمری دارد و با انجام یک انفجار بزرگ می‌میرد.  
 (ب) جرم عناصر تشکیل‌شونده در یک ستاره با دمای ستاره رابطه عکس دارد.  
 (پ) واکنش‌های هسته‌ای انجام‌شده در ستاره‌هایی با دمای بالا شامل تشکیل عنصرهای سبک‌تر از عناصر سنگین است.  
 (ت) اندازه هر ستاره جزء موارد با اهمیت در نوع عنصرهایی است که در آن ساخته می‌شود.  
 (ث) می‌توان ستاره‌ها و سیاره‌ها را کارخانه‌های تولید عنصرها دانست.

(۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۱ (۴) ۲

۸.

- با توجه به روند تشکیل عنصرها در ستارگان، از به هم پیوستن حداقل چند اتم از فراوان‌ترین ایزوتوپ هلیوم، یک اتم ایزوتوپ  $^{24}\text{Mg}$  می‌تواند به‌وجود آید؟ (از تبادل انرژی و تغییرات اندک جرم صرف‌نظر شود).  
 (۱) ۴ (۲) ۶ (۳) ۸ (۴) ۱۲

۹.

- چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟  
 (آ) همه عنصرها در نهایت فراورده مجموعه‌های گازی به نام سحابی هستند.  
 (ب) اولین عنصری که پا به عرصه جهان گذاشت، دومین عنصر فراوان در سیاره مشتری است.  
 (پ) منشأ پیدایش سحابی‌ها، عناصر سنگین‌تر و ستاره‌ها به ترتیب گاز هیدروژن و هلیوم، ستاره‌های بزرگ و داغ و سحابی‌ها هستند.  
 (ت) درون ستاره‌های داغ و بسیار بزرگ طی واکنش‌های هسته‌ای، عناصری مثل طلا از عناصری مثل لیتیم پدید می‌آیند.

(۱) ۱ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۴

### قسمت دوم: عنصرها و ذره‌های زیر اتمی - مفهوم عدد اتمی -

#### مفهوم ایزوتوپ - رادیوایزوتوپ

#### ذره‌های زیر اتمی و مسائل آن‌ها

۱۰.

- مقایسه اختلاف تعداد نوترون و الکترون‌های گونه‌های زیر در کدام گزینه درست است؟  
 (آ)  $^{32}_{16}\text{S}^{2-}$  (ب)  $^{79}_{35}\text{Br}^{-}$  (پ)  $^{27}_{13}\text{Al}^{3+}$  (ت)  $^{65}_{30}\text{Zn}^{2+}$   
 (۱)  $\text{پ} > \text{آ} > \text{ت} > \text{ب}$  (۲)  $\text{پ} > \text{ت} > \text{آ} > \text{ب}$  (۳)  $\text{آ} > \text{ب} > \text{پ} > \text{ت}$  (۴)  $\text{پ} > \text{آ} > \text{ب} > \text{ت}$

۱۱.

- عدد جرمی X برابر ۲۰۰ و تعداد نوترون‌های آن ۱۵ برابر تعداد پروتون‌ها است. تعداد الکترون‌های X کدام است؟  
 (۱) ۷۸ (۲) ۷۹ (۳) ۸۰ (۴) ۸۱

۱۲.

- در یون حاصل از  $^{165}_{65}\text{M}$ ، اختلاف تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۶ و تعداد الکترون‌ها ۳ تا کم‌تر از تعداد پروتون‌ها است. عدد اتمی این‌عنصر کدام است؟

(۱) ۸۷ (۲) ۷۹ (۳) ۸۱ (۴) ۸۲

۱۳.

- اگر در یون  $\text{M}^{2+}$  تعداد نوترون‌ها ۱۲۵ برابر تعداد الکترون‌ها و تعداد پروتون‌ها برابر ۴۲ باشد، مجموع تعداد نوترون و الکترون در اتم M و عدد جرمی آن به ترتیب کدامند؟

(۱) ۹۲ ، ۹۲ (۲) ۹۲ ، ۹۰ (۳) ۹۰ ، ۹۰ (۴) ۹۰ ، ۹۲

۱۴.

- چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟  
 (آ) اگر عدد جرمی عنصری دو واحد بیش از دو برابر عدد اتمی آن باشد، تعداد کل ذره‌های زیر اتمی آن  $2Z + 2$  است.

(ب) اگر به اتم  $^A_Z\text{X}$  سه پروتون اضافه کنیم به  $^{A+3}_{Z+3}\text{X}$  تبدیل می‌شود.

(پ) اختلاف تعداد الکترون‌ها در  $^{71}_{35}\text{Cl}^{-}$  و  $^{25}_{12}\text{Mg}^{2+}$  برابر ۱۶ است.

(ت) برای همه عنصرها عدد جرمی همواره برابر یا بیش از دو برابر عدد اتمی است.

(ث) اگر در یون  $^{100}_{44}\text{M}^{2+}$ ، اختلاف نوترون و الکترون‌ها ۱۴ باشد، عدد اتمی M، ۴۴ است.

(۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۱ (۴) ۴

۱۵.

- اگر مجموع تعداد ذرات موجود در هسته اتم A برابر ۷۷ و اختلاف آن‌ها ۱ باشد، به ترتیب تعداد الکترون‌های یون  $\text{A}^{2+}$  و عدد اتمی A کدام است؟

(۱) ۳۸ ، ۴۰ (۲) ۳۷ ، ۳۹ (۳) ۳۶ ، ۳۸ (۴) ۴۱ ، ۳۹

۱۶.

- تعداد الکترون‌های کدام گونه با سایر گونه‌ها برابر نیست؟

(۱)  $\text{NO}_3^{+}$  (۲)  $\text{CNO}^{-}$  (۳)  $\text{OF}_2$  (۴)  $\text{CO}_2$

۱۷.

- اگر تعداد الکترون‌ها در دو ذره  $^A_Z\text{M}$  و  $^A_Z\text{X}^{n+}$  برابر باشد، چند مورد از عبارت‌های زیر در مورد مقایسه این دو ذره درست است؟  
 (آ) عدد اتمی X به اندازه n واحد از عدد اتمی M کوچک‌تر است. (ب) تعداد نوترون‌های M، n واحد بیش‌تر از تعداد نوترون‌های X است.  
 (پ) عدد اتمی هر دو ذره برابر است. (ت) اختلاف عدد اتمی X و n، با عدد اتمی M برابر است.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

## ایزوتوپ

۱۸.

چند مورد از موارد زیر جزء موارد مشابه در ایزوتوپ‌های یک عنصر نیست؟

- نقطه جوش
- آرایش الکترونی
- نیم عمر
- پایداری
- موقعیت در جدول دوره‌ای
- عدد اتمی
- عدد جرمی
- جرم اتمی
- فراوانی

(۱) ۳ (۲) ۷ (۳) ۴ (۴) ۶

۱۹.

چند مورد از عبارات‌های زیر نادرست است؟

- (آ) در همه نمونه‌های طبیعی از عناصر معین، اتم‌های سازنده جرم یکسانی ندارند.
- (ب) منیزیم دارای سه ایزوتوپ (هم‌مکان) است که در آن‌ها ایزوتوپی که عدد جرمی بیش‌تری دارد، فراوانی کم‌تری دارد.
- (پ) اگر در یک اتم خنثی، تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها برابر باشد، تعداد کل ذره‌های زیراتمی  $A + Z$  است.
- (ت) تعداد ایزوتوپ‌های طبیعی لیتیم و منیزیم مشابه است.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۲۰.

یون  $M^{3+}$  دارای ۱۰ الکترون است. اگر اختلاف ذره‌های باردار و بدون بار موجود در هسته این اتم ۱ باشد، کدام یک از اتم‌های زیر

ایزوتوپ  $M$  محسوب می‌شود؟

(۱)  ${}^{27}_{14}A$  (۲)  ${}^{27}_{13}B$  (۳)  ${}^{28}_{14}C$  (۴)  ${}^{29}_{13}D$

۲۱.

کدام گزینه درست است؟

- (۱) هر چه نیم‌عمر یک ایزوتوپ بیش‌تر باشد، پایداری آن کم‌تر است.
- (۲) بین تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های هسته یک اتم همواره رابطه  $N > p$  وجود دارد.
- (۳) اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار پروتون‌ها به نوترون‌های آن‌ها برابر یا بیش از ۱/۵ است، ناپایدارند.
- (۴) خواص شیمیایی کلیه ایزوتوپ‌های منیزیم مشابه است.

۲۲.

با توجه به شکل، چند مورد از عبارات‌های زیر درست است؟

- (آ) در شرایط یکسان، شدت واکنش ایزوتوپ سبک‌تر با اکسیژن هوا بیش از دو ایزوتوپ دیگر است.
- (ب) بر خلاف هیدروژن، ایزوتوپ سبک‌تر پایداری بیش‌تری دارد.
- (پ) الزاماً با افزایش جرم ایزوتوپ، پایداری و فراوانی آن بیش‌تر نمی‌شود.

(ت) نسبت تعداد نوترون‌ها در ایزوتوپ با فراوانی کم‌تر به تعداد نوترون‌های پایدارترین رادیوایزوتوپ هیدروژن، ۶/۵ است.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۲۳.

در مورد ایزوتوپ‌های هیدروژن چند عبارت درست است؟

- (آ) نسبت تعداد کل ایزوتوپ‌ها به تعداد ایزوتوپ‌های پایدار برابر ۳/۵ است.
- (ب) تفاوت تعداد نوترون‌ها در سبک‌ترین و سنگین‌ترین ایزوتوپ برابر ۶ است.
- (پ) تفاوت تعداد نوترون‌های دومین و آخرین (سنگین‌ترین) ایزوتوپ برابر ۴ است.
- (ت) دارای ۵ رادیوایزوتوپ است.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۲۴.

چند مورد از عبارات‌های زیر می‌تواند شرط ناپایداری هسته در یک اتم خنثی باشد؟

- (آ) نسبت تعداد نوترون‌ها به الکترون‌ها برابر یا بیش از ۱/۵ باشد.
- (ب) نسبت عدد اتمی به عدد جرمی برابر یا کوچک‌تر از ۰/۴ باشد.
- (پ) عدد جرمی حداقل ۲/۵ برابر عدد اتمی باشد.
- (ت) نسبت تعداد پروتون‌ها به تعداد نوترون‌ها برابر یا کم‌تر از ۰/۶۶ باشد.

(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

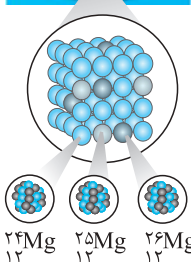
۲۵.

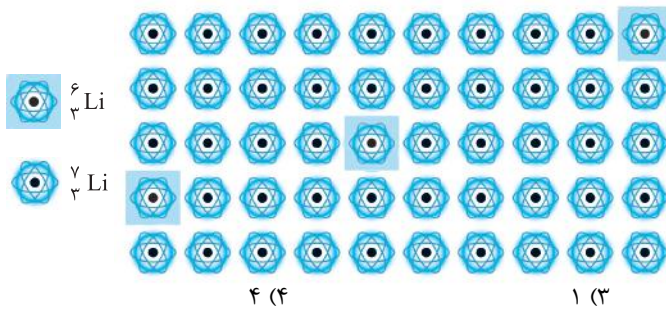
یون  $M^{2+}$  دارای  $a$  الکترون و  $a + 4$  نوترون است. اگر عدد جرمی این یون برابر ۴۲ باشد، عدد اتمی  $M$  کدام است و چه تعداد از اتم‌های

زیر ایزوتوپ  $M$  هستند؟

« ${}^{42}_{20}A$ ،  ${}^{42}_{18}B$ ،  ${}^{42}_{22}C$ ،  ${}^{44}_{20}D$ »

(۱) ۲۰، یکی (۲) ۱۸، یکی (۳) ۱۸، دو تا (۴) ۲۰، دو تا





۲۶. با توجه به شکل مقابل چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

- (آ) مانند اتم منیزیم، ایزوتوپ سنگین‌تر فراوان‌تر است.  
(ب) درصد فراوانی ایزوتوپی که تعداد نوترون بیش‌تری دارد، بیش از ۱۵ برابر ایزوتوپ دیگر است.  
(پ) رادیوایزوتوپ  ${}^7_3\text{Li}$  پایدارتر است.  
(ت) در این نمونه تعداد نوترون‌ها ۴۸ تا بیش‌تر از تعداد پروتون‌ها است.

۲۷. چند مورد از عبارت‌های زیر در مورد ایزوتوپ‌های هیدروژن نادرست است؟

- (آ) ۵ ایزوتوپ ناپایدار دارد که همگی ساختگی هستند.  
(ب) یک نمونه طبیعی آن مخلوطی از سه ایزوتوپ است.  
(پ) نسبت تعداد ایزوتوپ (های) ناپایدار طبیعی به تعداد ایزوتوپ‌های با نیم‌عمر کم‌تر از یک ثانیه، ۰/۲۵ است.  
(ت) دارای دو ایزوتوپ پایدار است که در هسته ایزوتوپ سنگین‌تر ۲ نوترون وجود دارد.

(سراسری تجربی- ۹۸)

- (۱) ۴ (۲) ۳ (۳) ۲ (۴) ۱  
(۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۷

۲۸. نسبت شمار نوترون‌ها به شمار پروتون در سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن، کدام است؟

۲۹. کدام عبارت (یا عبارت‌ها) جمله زیر را به درستی کامل می‌کند؟

- «در یک نمونه طبیعی اتم منیزیم ..... اتم ..... ، ایزوتوپی که جرم ..... دارد، فراوانی ..... دارد.»  
(آ) مانند ، هیدروژن ، کم‌تری ، بیش‌تری  
(ب) مانند ، لیتیم ، بیش‌تری ، بیش‌تری  
(ت) برخلاف ، هیدروژن ، کم‌تری ، بیش‌تری  
(۱) (ب) ، (ت) (۲) فقط (آ) (۳) (آ) ، (ب) (۴) (پ) ، (ت)

### مسائل نیم‌عمر

۳۰. جرم یک ماده پرتوزا در هر ۳۰۰ ثانیه نصف می‌شود. اگر جرم اولیه آن ۲۰۰۰ گرم باشد، پس از گذشت نیم ساعت چند گرم از آن باقی می‌ماند؟

- (۱) ۳۱/۲۵ (۲) ۲۵۰ (۳) ۶۲/۵ (۴) ۵۰۰

۳۱. جرم اولیه یک ماده پرتوزا ۶۰۰ گرم است. اگر پس از گذشت ۱۵ روز جرم آن به ۷۵ گرم برسد، نیم‌عمر آن چند روز است؟

- (۱) ۸ (۲) ۶ (۳) ۵ (۴) ۳

(سراسری ریاضی- ۹۵)

۳۲. نیم‌عمر یک ماده پرتوزا ۸ روز است. پس از ۳۲ روز، چند درصد از هسته‌های این ماده دچار واپاشی می‌شود؟

- (۱) ۶۴ (۲) ۷۵ (۳) ۸۲/۲۵ (۴) ۹۳/۷۵

۳۳. نیم‌عمر دو عنصر A و B به ترتیب ۲ و ۸ ساعت است. اگر جرم‌های برابری از دو عنصر انتخاب کنیم مدت زمانی که لازم است تا جرم A، ۷۵ درصد کاهش یابد، چند برابر همین مدت زمان برای کاهش جرم B است؟

- (۱) ۲ (۲) ۴ (۳) ۱/۲ (۴) ۱/۴

۳۴. اگر ۶۱/۶ سال طول بکشد تا ۹۶/۸۷۵ درصد از عنصری تجزیه شود، این عنصر کدام است؟

- (۱)  ${}^{61}\text{Zn}$  (۲)  ${}^{235}\text{U}$  (۳)  ${}^3\text{H}$  (۴)  ${}^{18}\text{O}$

۳۵. پس از گذشت ۸ روز ۹۳/۷۵ درصد از یک نمونه ماده پرتوزا متلاشی شده است. نیم‌عمر این ماده چند روز است؟

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۳۶. ۸۰۰ گرم از یک ماده پرتوزا که نیم‌عمر آن ۳۶ دقیقه است را در نظر بگیرید. پس از گذشت چند دقیقه مقدار انرژی حاصل از مصرف شدن این ماده سه برابر مقدار انرژی است که از جرم باقی‌مانده آن می‌توان آزاد کرد؟ ( $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ )

- (۱) ۱۰۸ (۲) ۷۲ (۳) ۳۶ (۴) ۱۰۸

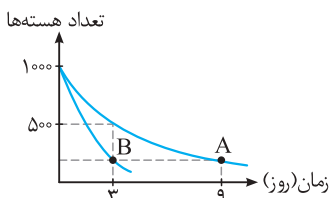
۳۷. نیم‌عمر یک ماده رادیواکتیو ۲ ساعت است. پس از چند ساعت  $\frac{1}{128}$  هسته‌های اولیه فعال باقی می‌مانند؟ (فارغ از کشور، تجربی ۹۳، درس فیزیک)

- (۱) ۳۶ (۲) ۲۸ (۳) ۱۴ (۴) ۱۲

۳۸. نمودار تعداد هسته‌های دو ماده پرتوزای A و B بر حسب زمان مطابق شکل مقابل است. پس از

چند روز،  $\frac{1}{32}$  هسته‌های ماده B فعال باقی می‌ماند؟ (فارغ از کشور، ریاضی ۹۵، درس فیزیک)

- (۱) ۳ (۲) ۴ (۳) ۵ (۴) ۶



## تکنسیم، رادیوایزوتوپ و رادیودارو

۳۹. کدام گزینه دربارهٔ عنصر تکنسیم ( $^{99}\text{Tc}$ ) درست است؟  
 (۱) با توجه به نیم‌عمر زیاد این عنصر نمی‌توان مقادیر زیادی از آن را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد.  
 (۲) یک رادیوایزوتوپ است که در آن نسبت تعداد نوترون به پروتون‌ها برابر یا بیش از ۷۵ نیست.  
 (۳) اندازهٔ یون یدید با اندازهٔ این اتم برابر است.  
 (۴) اولین عنصر از ۹۲ عنصر ساختهٔ بشر در واکنشگاه (راکتور) هسته‌ای است.
۴۰. چند مورد از مطالب زیر، دربارهٔ  $^{99}\text{Tc}$  درست‌اند؟  
 • در تصویربرداری از غدهٔ تیروئید، کاربرد دارد.  
 • نخستین عنصری است که در واکنشگاه هسته‌ای ساخته شد.  
 • اندازهٔ یون آن درست به اندازهٔ یون یدید است و در تیروئید جذب می‌شود.  
 • زمان ماندگاری آن اندک است و نمی‌توان مقدار زیادی از آن را تولید و انبار کرد.
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴
۴۱. چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟  
 (آ) ۲۶ درصد از عناصر شناخته‌شده ساختگی هستند.  
 (ب) تکنسیم نخستین عنصر پرتوزای ساخته شده است که از آن برای درمان بیماری کم‌کاری غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود.  
 (پ) رادیوایزوتوپ‌ها بسیار خطرناک هستند.  
 (ت)  $^{59}\text{Fe}$  یک رادیوایزوتوپ مناسب برای تصویربرداری از دستگاه گردش خون است، زیرا اتم‌های آن در ساختار هموگلوبین وجود دارند.
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴
۴۲. چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟  
 (آ) عنصر مس مانند عنصرهای فسفر و آهن دارای رادیوایزوتوپ است.  
 (ب) فسفر بر خلاف هیدروژن فاقد رادیوایزوتوپ است.  
 (پ) کیمیاگری تبدیل عنصرهای دیگر به طلاست و امروزه با پیشرفت علم شیمی و فیزیک، انسان می‌تواند طلا تولید کند.  
 (ت) اورانیم شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا است که ایزوتوپ‌های آن به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌روند.  
 (ث) فراوانی ایزوتوپی از اورانیم که تعداد ذرات موجود در هستهٔ آن ۲۳۵ است، در یک مخلوط طبیعی کم‌تر از ۰/۷ درصد است.
- (۱) ۴ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۱
۴۳. اگر درصد تعداد عناصر طبیعی به کل عنصرهای شناخته‌شده A و درصد عناصر ساختگی به این تعداد B باشد، اختلاف تعداد نوترون و الکترون‌های کدام ذرهٔ زیر از نسبت  $\frac{A}{B}$  بزرگ‌تر است؟  
 $^{18}_8\text{O}^{2-}$  (۴)  $^{35}_{17}\text{Cl}^{-}$  (۳)  $^{26}_{12}\text{Mg}^{2+}$  (۲)  $^{32}_{16}\text{S}^{2-}$  (۱)
۴۴. کدام گزینه درست است؟  
 (۱) به گلوکز حاوی اتم تکنسیم (اتم پرتوزا)، گلوکز نشان‌دار می‌گویند.  
 (۲) از یکی از ایزوتوپ‌های اورانیم که فراوانی طبیعی آن کم‌تر از ۷ درصد است به عنوان سوخت راکتور تولید انرژی الکتریکی استفاده می‌شود.  
 (۳) پس از این‌که در تودهٔ سرطانی فقط گلوکز نشان‌دار تجمع یافت، به وسیلهٔ آشکارساز، محل تودهٔ سرطانی مشخص می‌شود.  
 (۴) اگر در یک مولکول گلوکز فقط یک اتم پرتوزا موجود باشد، نسبت تعداد اتم‌های غیرپرتوزا به کل اتم‌های مولکول کم‌تر از ۹۸٪ است.
۴۵. اگر تعداد ذره‌های باردار درون هستهٔ اتم اورانیم برابر ۹۲ باشد، مجموع تعداد ذره‌های زیراتمی در یون حاصل از ایزوتوپی از این عنصر که اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی به کار می‌رود، چقدر است؟ (در این یون، تعداد الکترون‌ها دو واحد کم‌تر از تعداد پروتون‌هاست.)  
 (۱) ۳۲۷ (۲) ۳۲۵ (۳) ۳۲۹ (۴) ۳۳۱

## قسمت سوم: طبقه‌بندی عناصرها - جرم اتمی - جرم میانگین

### مقدمای بر جدول دوره‌ای و مفاهیم اولیهٔ آن

۴۶. چند مورد از عبارت‌های زیر درست است؟  
 (آ) جدول امروزی شامل ۷ دوره (تناوب) و ۱۸ گروه است که همهٔ خانه‌های آن پُر هستند.  
 (ب) طبقه‌بندی عناصر به پیش‌بینی رفتار عناصرها کمک می‌کند.  
 (پ) با پیمایش جدول امروزی در هر دوره از چپ به راست فقط شاهد تکرار خواص فیزیکی عناصر هستیم.  
 (ت) مندلیف به وجود روند تناوبی میان عناصرها، مشابه آن‌چه که امروزه آن را می‌شناسیم، پی برد.
- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴



## کیهان زادگاه الفبای هستی

## پاسخ فصل ۱

۴- در بین هشت عنصر فراوان زمین، گاز نجیب وجود ندارد در

حالی که در سیاره مشتری سه عنصر ( $\frac{3}{8}$ ) گاز نجیب هستند.

۵- رتبه فراوانی نافلز گوگرد (S) در هر دو سیاره زمین و مشتری ششم است.

۶- در بین هشت عنصر فراوان سیاره مشتری عنصر فلزی وجود ندارد و همه عناصر نافلز و غالباً گازی هستند، به همین دلیل سیاره مشتری بیش تر از جنس گاز است. برعکس در سیاره زمین بیش تر عناصر (۵ عنصر) فلز (و جامد) هستند و سیاره زمین بیش تر از جنس سنگ است.

بررسی گزینه‌ها:

گزینه (۱): درست. فراوان ترین عنصر زمین (آهن) دارای فراوانی حدود ۴۰ درصد است. بنابراین همه عناصر فراوان در زمین دارای درصد فراوانی کم تر از پنجاه هستند.

گزینه (۲): درست. فراوان ترین عنصر سیاره مشتری، هیدروژن با درصد فراوانی حدود ۹۰ درصد است. بنابراین در خوش بینانه ترین حالت، هفت عنصر بعدی در این سیاره مجموعاً دارای درصد فراوانی حدود ۱۰ درصد هستند (کم تر از بیست درصد).

گزینه (۳): نادرست. در بین هشت عنصر فراوان زمین، فقط اکسیژن گازی شکل است. توجه کنید که گوگرد (نافلز) و سیلیسیم (شبه فلز) هم جامد هستند. بنابراین:

$$\frac{\text{تعداد عناصرهای جامد}}{\text{تعداد کل عناصرها}} = \frac{7}{8} \times 100 = \frac{700}{8} = 87.5 \approx 88\%$$

گزینه (۴): درست. آخرین ... دقیقاً منظور شون اکسیژن و گوگرد ده!!

۲ ۱ ۲ ۳ ۴

هر پنج عبارت درست هستند.

اجازه بدهید تک تک عبارت‌ها را بررسی کنیم:

(آ) درست. در سیاره مشتری همه عناصر فراوان نافلز هستند.

ب و پ) درست. در بین هشت عنصر فراوان سیاره زمین، پنج عنصر فلز، دو عنصر نافلز (اکسیژن و گوگرد) و یک عنصر هم شبه فلز (سیلیسیم) است. پس در بین عناصر فراوان زمین گاز نجیب وجود ندارد. توجه کنید که طبق تقسیم بندی عناصر در کتاب درسی شبه فلزها یک دسته جداگانه از عناصر هستند.

ت) درست. رتبه نافلز گوگرد در بین عناصر فراوان هر دو سیاره، ششم است. ث) درست. همان گونه که در توضیح عبارت (ب) گفته شد، در سیاره زمین (سیاره سنگی):

$$\frac{\text{تعداد عناصر فلزی زمین}}{\text{تعداد عناصر نافلزی زمین}} = \frac{5}{2} = 2.5$$

باز هم تأکید می‌کنم که سیلیسیم یک شبه فلز است.

۱ ۲ ۳ ۴

هر چهار عبارت، نادرست هستند.

همان طور که در صفحه ۲ کتاب درسی آمده، پاسخ به پرسش چگونگی شکل گرفتن هستی، بیش تر جنبه فلسفی دارد و آدمی تنها با مراجعه به چارچوب اعتقادی و بینش خویش و ... می‌تواند پاسخ جامعی به آن بدهد. اما پاسخ به دو پرسش دیگر (شکل گیری جهان کنونی و پدیده های طبیعی) در قالب علوم تجربی امکان پذیر است و تلاش برای پاسخ به آن ها موجب شد تا دانش ما درباره جهان مادی افزایش یابد.

بنابراین عبارت (آ)، نادرست است.

ب) نادرست. وویپر (۱) قبل از فروج از سامانه فور شیدی (همون منظومه شمسی) از زارگاه فور (یعنی زمین) یک عکس سلفی از فاصله تقریباً ۷

میلیارد ( $7 \times 10^9$ ) کیلومتری گرفت و ارسال کرد. می‌گم سلفی به فاطر اینه که خودش پیش تر تو عکس اختاره تا زمین! (به شکل صفحه ۲ کتاب درسی نگاه کنید).

پ) نادرست. این دو فضاپیما مأموریت یافتند با عبور از کنار چهار سیاره مشتری، زحل، اورانوس و نپتون شناسنامه فیزیکی و شیمیایی این سیاره ها را تهیه و ارسال کنند.

بنابراین در عبارت (پ)، به جای زمین باید زحل ذکر می‌شد.

ت) نادرست. شناسنامه فیزیکی و شیمیایی (هر دو) شامل موارد ذکر شده در این گزینه است نه شناسنامه فیزیکی به تنهایی.

۲ ۱ ۲ ۳ ۴

اگر موافق هستید خیلی مختصر، مفید و کنکوری «خود را بیازمایید» صفحه ۳ کتاب درسی و شکل موجود در آن را در قالب چند نکته موشکافی کنیم.

۱- ترتیب درصد فراوانی هشت عنصر در سیاره زمین و نوع این

عناصرها (فلز، نافلز و شبه فلز) به صورت زیر است:

|     |   |     |   |         |   |     |   |     |   |       |   |     |   |     |
|-----|---|-----|---|---------|---|-----|---|-----|---|-------|---|-----|---|-----|
| Fe  | > | O   | > | Si      | > | Mg  | > | Ni  | > | S     | > | Ca  | > | Al  |
| ↓   |   | ↓   |   | ↓       |   | ↓   |   | ↓   |   | ↓     |   | ↓   |   | ↓   |
| فلز |   | فلز |   | شبه فلز |   | فلز |   | فلز |   | نافلز |   | فلز |   | فلز |

۲- ترتیب درصد فراوانی هشت عنصر در سیاره مشتری و نوع این

عناصرها به صورت زیر است:

|          |   |          |   |          |   |         |   |         |   |         |   |         |   |          |
|----------|---|----------|---|----------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|----------|
| H        | > | He       | > | C        | > | O       | > | N       | > | S       | > | Ar      | > | Ne       |
| ↓        |   | ↓        |   | ↓        |   | ↓       |   | ↓       |   | ↓       |   | ↓       |   | ↓        |
| گاز نجیب |   | گاز نجیب |   | گاز نجیب |   | نافلز   |   | نافلز   |   | نافلز   |   | نافلز   |   | گاز نجیب |
| (نافلز)  |   | (نافلز)  |   | (نافلز)  |   | (نافلز) |   | (نافلز) |   | (نافلز) |   | (نافلز) |   | (نافلز)  |

۳- در بین هشت عنصر فراوان این دو سیاره، دو عنصر مشترک

(اکسیژن و گوگرد) وجود دارد که هر دو هم نافلز هستند.

۴ ۱ ۲ ۳ ۴

ابتدا پاسخ درست هر چهار سؤال را مشخص می‌کنیم:

آ زمین و مشتری به ترتیب سومین و پنجمین سیاره نزدیک به خورشید هستند.  
ب اخترشیمی، یکی از شاخه‌های علم شیمی است که به مطالعه مولکول‌های موجود در فضای بین ستاره‌ای می‌پردازد.

درسته اخترشیمی جزء موارد «آیا می‌دانید» است ولی با توجه به مطرح شدن بحث ستاره و سیاره در این قسمت، دانستن و به یاد داشتن آن فالی از لطف نیست.

پ)  $\frac{3}{8}$  عناصر فراوان مشتری را گازهای نجیب (هلیوم، آرگون و نئون) تشکیل داده‌اند، بنابراین:

$\frac{3}{8} \times 100 = \frac{300}{8} = 37.5\%$   
ت) در بین هشت عنصر فراوان سیاره زمین اصلاً گاز نجیب وجود ندارد. یعنی هیچی ...

با توجه به این‌که پاسخ درست پرسش‌های (آ) و (پ) مدنظر است، پس جواب درست حتماً گزینه (۳) است.

۵ ۱ ۲ ۳ ۴

⇒ پیدایش ذره‌های زیراتمی (الکترون، پروتون، نوترون) ⇒ مه‌بانگ

پیدایش سحابی‌ها → گذر زمان، کاهش دما و تراکم  
پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها ⇒

دلایل نادرستی سایر گزینه‌ها:

گزینه (۱): توزیع ناممکن عناصرها در جهان هستی (مثلاً مقایسه زمین و مشتری) و ... باعث شد تا دانشمندان بتوانند چگونگی پیدایش عناصرها را توضیح دهند.

گزینه (۲): همه دانشمندان بر این باور نیستند بلکه برخی از آن‌ها وجود مه‌بانگ را باور دارند.

گزینه (۳): برعکس!! ستاره‌ها و کهکشان‌ها از سحابی‌ها پدید آمده‌اند.

۶ ۱ ۲ ۳ ۴

از بین پنج عبارت داده‌شده فقط عبارت (پ) نادرست است.

آ) درست. پس از مه‌بانگ ذرات زیراتمی پدید آمدند، سپس از همین ذرات زیراتمی سبک‌ترین عناصر یعنی هیدروژن و هلیوم که به ترتیب فراوان‌ترین عناصر موجود در سیاره مشتری هستند، به‌وجود آمدند.

ب) درست. در بین هشت عنصر فراوان در زمین، هیدروژن و هلیوم جایی ندارند.

پ) نادرست. مجموعه گازی به نام سحابی نه کهکشان!

ت) درست.

ث) درست. برای اطلاع بیشتر لطفاً نکات زیر را مطالعه کنید.

ستاره‌ها مثل آدم‌ها و سایر موجودات زنده متولد می‌شوند، رشد می‌کنند و زمانی هم می‌میرند (فدرا رهمتشون کنه). در زمان حیات ستاره، درون آن و در دماهای بسیار بالا و ویژه واکنش‌های هسته‌ای انجام می‌شود که طی آن‌ها عناصر سبک (مثل لیتیم و کربن) پدید می‌آیند. سپس هسته این عناصر سبک طی واکنش‌های همجوشی به هم متصل شده و عناصر سنگین (مثل آهن و طلا) را پدید می‌آورد.

دما و اندازه ستاره بر نوع عناصری که در آن ساخته می‌شود تأثیر مهمی دارند. به طوری‌که هر چه دمای ستاره بالاتر باشد عناصر سنگین‌تری در آن پدید می‌آید.  
این اتفاق‌ها ادامه می‌یابد تا این‌که ستاره خانم وفات می‌یابد!! در این زمان ستاره‌ها با انفجار مهیبی متلاشی می‌شوند و اتم‌های سنگین موجود در آن‌ها در سرتاسر گیتی پراکنده می‌شود.

۷ ۱ ۲ ۳ ۴

سه عبارت (ب)، (پ) و (ث) نادرست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

آ) کاملاً درست و بدون شرح!!

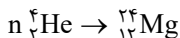
ب) نادرست. هر چه دمای ستاره بیش‌تر باشد، شرایط برای تشکیل عناصر سنگین‌تر در آن فراهم‌تر است. بنابراین بین جرم عناصر تشکیل‌شونده در یک ستاره و دمای آن رابطه مستقیم برقرار است.

پ) نادرست. دقیقاً برعکس! در دماهای بالا و ویژه درون یک ستاره، از عناصر سبک‌تر، عناصر سنگین‌تری پدید می‌آیند.

ت) درست. به عامل اندازه ستاره، دمای ستاره را هم اضافه کنید.

ث) نادرست. فقط ستاره‌ها (نه سیاره‌ها). در صورت نیاز به پاسخ سؤال ۶ رجوع کنید.

۸ ۱ ۲ ۳ ۴



از به هم پیوستن ۶ اتم  $^4_2\text{He}$ ، یک اتم  $^{24}_{12}\text{Mg}$  پدید می‌آید.

۹ ۱ ۲ ۳ ۴

عبارت‌های (آ) و (ب) نادرست هستند، و اما بررسی تک تک عبارت‌ها:

آ) نادرست. دیدید که عناصر هیدروژن و هلیوم قبل از تشکیل سحابی‌ها و از ذرات زیراتمی پدید آمدند.

ب) نادرست. اولین عنصر، گاز هیدروژن است که فراوان‌ترین (اولین) عنصر فراوان در سیاره مشتری است.

پ) درست. به توضیح سؤال ۶ رجوع کنید.

ت) درست. کاملاً درست. فقط به یاد داشته باشید که طلا و آهن عناصر سنگین‌تری نسبت به لیتیم یا کربن هستند.

۱۰ ۱ ۲ ۳ ۴

اگر نماد شیمیایی یک گونه را با حرف E (مخفف Element به معنای عنصر) نشان دهیم، عدد اتمی، عدد جرمی و بار این گونه به‌صورت زیر در اطراف نماد شیمیایی عنصر نمایش داده می‌شوند.

عدد جرمی (A): مجموع تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها  $^A_Z\text{E}^q$   
عدد اتمی (Z): مجموع تعداد پروتون‌ها

بار ذره (q): اختلاف تعداد پروتون‌ها و الکترون‌های ذره است. q در اتم‌های خنثی ( $p = e$ ) برابر صفر است.

برای محاسبه تعداد ذره‌های زیراتمی از روابط ساده زیر استفاده می‌کنیم:

$$N = A - Z \quad \text{تعداد نوترون‌ها}$$

$$p = Z \quad \text{تعداد پروتون‌ها}$$

$$e = Z - (q) \quad \text{تعداد الکترون‌ها}$$

محاسبه تعداد ذره‌های زیراتمی در گونه‌های موجود در این سؤال به‌صورت زیر است:

$$^{34}_{16}\text{S}^{2-} : \begin{cases} p = Z = 16 \\ N = A - Z = 34 - 16 = 18 \Rightarrow N - e = 0 \\ e = Z - (q) = 16 - (-2) = 18 \end{cases}$$

مجموع تعداد نوترون و الکترون در یون  $M^{2+}$  برابر ۹۰ است، اما توجه کنید که در متن سؤال این مجموع در اتم خنثی خواسته شده است. بنابراین باید ۲ واحد به ۹۰ اضافه کنیم (۹۲).

عدد جرمی  $M$ ، مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های آن یعنی ۹۲ است (تعداد الکترون‌ها در عدد جرمی دخالتی ندارد).

۱۴ ۱ ۲ ۳ ۴

از پنج عبارت موجود در سؤال فقط عبارت (ث) درست است. (آ) نادرست. در یک اتم خنثی تعداد الکترون‌ها با تعداد پروتون‌ها (عدد اتمی) برابر است. بنابراین مجموع تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها برابر  $2Z$  است. تعداد نوترون‌ها  $Z + 2$ ، عنوان شده است، بنابراین:

$$N + p, e = 2Z + Z + 2 = 3Z + 2$$

(ب) نادرست. با افزودن سه پروتون به اتم  $X$ ، عدد اتمی ( $Z$ ) و عدد جرمی ( $A$ ) هر کدام سه واحد افزایش می‌یابند، اما باید توجه داشت که با این کار تعداد الکترون‌ها، ۳ واحد از تعداد پروتون‌ها کمتر خواهد شد، بنابراین نماد گونه حاصل به صورت  ${}_{Z+3}^{A+3}X^{3+}$  درمی‌آید.

(پ) نادرست.  ${}_{17}^{35}Cl^{-}: e = Z - (q) \Rightarrow e = 35 - (-1) = 36$

${}_{12}^{25}Mg^{2+}: e = Z - (q) \Rightarrow e = 12 - (2) = 10$

اختلاف الکترون این دو یون، ۲۶ است.

(ت) نادرست. در مورد سبک‌ترین (و البته فراوان‌ترین) ایزوتوپ هیدروژن یعنی  ${}^1H$ ، هسته اتم فاقد نوترون است. در مورد این اتم عدد اتمی ( $Z$ ) و عدد جرمی ( $A$ ) برابرند. و اما در مورد سایر اتم‌ها:

**نکته:** در همه اتم‌ها (به جز  ${}^1H$ )، تعداد نوترون‌ها همواره بزرگ‌تر یا حداقل مساوی تعداد پروتون‌ها است ( $n \geq p$ ). بنابراین عدد جرمی (مجموع پروتون‌ها و نوترون‌ها) همواره حداقل دو برابر یا بیش از دو برابر عدد اتمی است.

(ث) درست. در این یون:

از طرف دیگر با توجه به بار این کاتیون می‌توان گفت:

$$p = e + 2 \Rightarrow e = p - 2 \xrightarrow{N-e=14} N - (p - 2) = 14$$

$$\Rightarrow N - p = 12$$

$$N + p = 100 \quad \text{بنابراین:}$$

$$\frac{N+p}{2} = 12$$

$$2N = 112 \Rightarrow N = 56 \Rightarrow p = Z = 44$$

۱۵ ۱ ۲ ۳ ۴

همان‌گونه که گفته شد در هسته یک اتم تعداد نوترون‌ها بزرگ‌تر یا حداقل مساوی تعداد پروتون‌ها است، یعنی  $n \geq p$  (البته به جز هسته اتم  ${}^1H$ ). بنابراین در این سؤال تعداد نوترون‌ها یک واحد بیش‌تر از تعداد پروتون‌ها است ( $N = p + 1$ ).

$$N + p = 77 \Rightarrow (p + 1) + p = 77 \Rightarrow p = Z = 38$$

در یک کاتیون با ۲ بار مثبت ( $A^{2+}$ )، تعداد الکترون‌ها، دو واحد از تعداد پروتون‌ها (عدد اتمی) کمتر است، پس:

$$e = p - (q) \Rightarrow e = 38 - (2) = 36$$

$${}_{35}^{70}Br^{-}: \begin{cases} p = Z = 35 \\ N = A - Z = 70 - 35 = 35 \Rightarrow |N - e| = 1 \\ e = Z - (q) = 35 - (-1) = 36 \end{cases}$$

توجه کنید که در این یون، تعداد الکترون‌ها بیش از تعداد نوترون‌هاست ولی خوشبختانه هدف سؤال فقط اختلاف تعداد این دو ذره است.

$${}_{13}^{27}Al^{3+}: \begin{cases} p = 13 \\ N = 14 \Rightarrow N - e = 4 \\ e = 13 - (3) = 10 \end{cases}$$

$${}_{30}^{65}Zn^{2+}: \begin{cases} p = 30 \\ N = 65 - 30 = 35 \Rightarrow N - e = 35 - 28 = 7 \\ e = 30 - (2) = 28 \end{cases}$$

بنابراین مقایسه موجود در گزینه (۳) درست است.

۱۱ ۱ ۲ ۳ ۴

عدد جرمی، مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هسته است، بنابراین:

$$N + p = 200$$

از طرف دیگر در این اتم  $N = 1/5p$  است که اگر به جای  $n$  در رابطه بالا  $1/5p$  قرار دهیم به راحتی عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها) به دست می‌آید:

$$N + p = 200 \Rightarrow 1/5p + p = 200 \Rightarrow 2/5p = 200 \Rightarrow p = Z = 80$$

در یک اتم خنثی تعداد پروتون‌ها و الکترون‌ها برابر است ( $p = e = 80$ ).

۱۲ ۱ ۲ ۳ ۴

**نکته:** در یک کاتیون ( $X^{n+}$ ) همواره تعداد نوترون‌ها ( $N$ ) بیش از تعداد الکترون‌ها است. بنابراین برای مقایسه تعداد این دو ذره، همواره باید از عبارت  $N - e$  در مورد یک کاتیون استفاده کنید. (از نوشتن  $e - N$  جداً خودداری فرمائید!)

$$N - e = 6$$

یون حاصل از  $M$  حتماً یک کاتیون است، زیرا تعداد الکترون‌های آن کمتر از تعداد پروتون‌ها است.

با جایگذاری این مقدار در عبارت اول ( $N - e = 6$ ) داریم:

$$N - e = 6 \Rightarrow N - (p - 3) = 6 \Rightarrow N - p + 3 = 6 \Rightarrow N - p = 3$$

عدد جرمی یعنی مجموع تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های این یون ۱۶۵ است.

$$N + p = 165$$

$$\frac{N+p}{2} = 3$$

$$2N = 168 \Rightarrow N = 84 \Rightarrow p = Z = 81$$

۱۳ ۱ ۲ ۳ ۴

**نکته:** در یک کاتیون ( $X^{n+}$ )، تعداد پروتون‌ها (عدد اتمی)  $n$  واحد بیش‌تر از تعداد الکترون‌ها است.

$$p = e + n \quad \text{یا} \quad e = p - n$$

**نکته:** در یک آنیون ( $X^{n-}$ )، تعداد پروتون‌ها (عدد اتمی)  $n$  واحد از تعداد الکترون‌ها کمتر است.

$$p = e - n \quad \text{یا} \quad e = p + n$$

تعداد پروتون‌های (عدد اتمی)  $M^{2+}$  برابر ۴۲ است. با توجه به این‌که

یون  $M^{2+}$  یک کاتیون است:  $p = e + 2 \Rightarrow e = p - 2 = 42 - 2 = 40$

از طرف دیگر مقایسه تعداد نوترون‌ها و الکترون‌های این یون به صورت زیر است:

$$N = 1725e \Rightarrow N = 1725 \times 40 = 50$$

۱۹ ۱ ۲ ۳ ۴

دو عبارت (ب) و (ت) نادرست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

(آ) درست. این عبارت در صفحه ۵ کتاب درسی آمده است.

(ب) نادرست.

**نکته:** منیزیم دارای سه ایزوتوپ (هم مکان است) که مقایسه فراوانی

این سه ایزوتوپ به صورت زیر است:



(پ) درست. تعداد کل ذره‌های زیراتمی در یک ذره برابر با  $A + Z - (q)$

است. با توجه به این‌که در این عبارت اتم خنثی مدنظر است پس  $q = 0$  و

تعداد کل ذره‌های زیراتمی  $A + Z$  است.

(ت) نادرست. لیتیم دو ایزوتوپ ( ${}^6_3\text{Li}$  و  ${}^7_3\text{Li}$ ) و منیزیم سه ایزوتوپ دارند.

۲۰ ۱ ۲ ۳ ۴

در یک کاتیون:  $p - n = e$  یا  $p = e + n$

بنابراین در مورد یون  $\text{M}^{3+}$  با ۱۰ الکترون:

$$p = Z = e + 3 = 13$$

منظور از ذره‌های باردار و بدون بار موجود در هسته به ترتیب پروتون و

نوترون‌ها است که در همه اتم‌ها (به غیر از  ${}^1_1\text{H}$ )، تعداد نوترون‌ها بیش‌تر

(یا حداقل مساوی) تعداد پروتون‌ها است، بنابراین:

$$N - p = 1 \Rightarrow N - 13 = 1 \Rightarrow N = 14$$

عدد جرمی (مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها)  $M$ ، برابر ۲۷ است.

دقت کنید که  ${}^{27}_{13}\text{B}$  دقیقاً خود  $M$  است، در حالی‌که ایزوتوپ‌های یک

عنصر عدد اتمی مشابه (مثلاً هر دو ۱۳) و عدد جرمی متفاوت دارند.

بنابراین ایزوتوپ  ${}^{27}_{13}\text{M}$ ، می‌تواند  ${}^{29}_{13}\text{D}$  باشد.

۲۱ ۱ ۲ ۳ ۴

از موارد مشابه در بین ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص شیمیایی مشابه

است. یعنی همه ایزوتوپ‌های یک اتم تمایل نسبتاً یکسانی برای شرکت در

واکنش‌های شیمیایی دارند، این مورد نه تنها در مورد اتم منیزیم بلکه در

مورد سایر عناصری که ایزوتوپ دارند، صادق است.

بررسی گزینه‌ها:

**نکته:** نیم‌عمر ( $T_{\frac{1}{2}}$ ): مدت زمانی است که جرم یک ماده نصف

می‌شود، به عبارت دیگر نیم‌عمر ماده، مدت زمانی است که جرم آن

از  $m_0$  به  $\frac{m_0}{2}$  می‌رسد. هم‌چنین این مدت زمان برابر است با زمانی

که جرم از  $\frac{m_0}{2}$  به  $\frac{m_0}{4}$  و از  $\frac{m_0}{4}$  به  $\frac{m_0}{8}$  و ... می‌رسد.

گزینه (۱): هر چه نیم‌عمر یک ایزوتوپ بیش‌تر باشد، مدت زمان حضور آن عنصر بیش‌تر و در نتیجه پایداری بیش‌تری دارد.

گزینه (۲): رابطه بین تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های یک هسته به صورت  $N \geq p$  است. تازه اگر به علامت مساوی هم گیر ندریم، اتم

هیدروژن ( ${}^1_1\text{H}$ ) خودش استثناء بزرگی است. هسته این اتم فاقد نوترون است.

۱۶ ۱ ۲ ۳ ۴

**نکته:** برای محاسبه تعداد الکترون‌های یک گونه چنداتمی، مجموع

عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها) را محاسبه کرده و بار یون را با حفظ

علامت از آن کسر می‌کنیم.

البته طراح مفرم انتظار داشتن (و ما هم از شما کنکوری‌های عزیز انتظار داریم) که عدد اتمی گونه‌های مهمی مثل  ${}^6_7\text{N}$ ،  ${}^8_9\text{O}$  و  ${}^9_9\text{F}$  رو حفظ باشید.

$$\text{NO}_3^+ : e = (1 \times N) + (2 \times O) - (q)$$

$$\Rightarrow e = (1 \times 7) + (2 \times 8) - (+1) = 22$$

$$\text{CNO}^- : e = (1 \times C) + (1 \times N) + (1 \times O) - (q)$$

$$\Rightarrow e = (1 \times 6) + (1 \times 7) + (1 \times 8) - (-1) = 22$$

$$\text{CO}_3 : e = (1 \times 6) + (2 \times 8) - (0) = 22$$

$$\text{OF}_2 : e = (1 \times 8) + (2 \times 9) - (0) = 26$$

۱۷ ۱ ۲ ۳ ۴

از بین چهار عبارت، دو عبارت (ب) و (ت) درست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

(آ) نادرست. در کاتیون  $X^{n+}$ ، تعداد الکترون‌ها  $n$  واحد کم‌تر از تعداد

پروتون‌ها (عدد اتمی) است. بنابراین:  $Z_X = e_X + n \Rightarrow e_X = Z_X - n$

در اتم  $M$  با توجه به خنثی بودن، تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها برابر است.

$$Z_M = e_M$$

در متن سؤال آمده که  $e_M = e_X$ ، بنابراین:

$$e_X = e_M \Rightarrow Z_X - n = Z_M$$

یعنی عدد اتمی  $X$  به اندازه  $n$  واحد بیش‌تر از عدد اتمی  $M$  است.

(ب) درست. هر دو ذره عدد جرمی (پروتون و نوترون) یکسانی دارند ( $A$ )،

بنابراین وقتی عدد اتمی  $X$  بزرگ‌تر از عدد اتمی  $M$  است، آن هم به

اندازه  $n$  واحد، بنابراین تعداد نوترون‌های  $M$ ،  $n$  واحد بیش‌تر از تعداد

نوترون‌های  $X$  است تا مجموع پروتون و نوترون‌های آن  $A$  باشد.

(پ) نادرست. در توضیح عبارت (آ) دیدید که عدد اتمی دو گونه برابر نیست.

(ت) درست. در انتهای توضیح عبارت (آ)، درستی این عبارت اثبات شده است.

۱۸ ۱ ۲ ۳ ۴

موارد مشابه ایزوتوپ‌های یک عنصر:

۱- واکنش‌پذیری شیمیایی و تمایل به شرکت در واکنش‌ها

۲- خواص شیمیایی

۳- موقعیت در جدول دوره‌ای

۴- تعداد الکترون‌ها و آرایش الکترونی

۵- عدد اتمی

تفاوت‌های ایزوتوپ‌های یک عنصر:

۱- تعداد نوترون‌ها

۲- عدد جرمی ( $A$ )

۳- جرم اتمی

۴- میزان پایداری و نیم‌عمر

۵- درصد فراوانی

۶- برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم مثل دمای ذوب، جوش،

چگالی و ...

گزینه (۳): این گزینه زمانی درست است که واژه‌های «پروتون‌ها» و «نوترون‌ها» را جابه‌جا کنیم. یعنی:

اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیش از  $\frac{1}{5}$  است، ناپایدارند ( $\frac{N}{Z} \geq \frac{1}{5}$ ).

۲۲ ۱ ۲ ۳ ۴

دو عبارت (پ) و (ت) درست هستند. با اجازه شما برویم سراغ نکات و تفسیر گزینه‌ها:

منیزیم دارای سه ایزوتوپ است که الزاماً با افزایش جرم، پایداری و فراوانی ایزوتوپ افزایش نمی‌یابد (عبارت (پ) درست است) ولی مانند هیدروژن در مورد منیزیم نیز سبک‌ترین ایزوتوپ ( $^{24}\text{Mg}$ ) فراوان‌ترین و پایدارترین ایزوتوپ است (دلیل نادرستی عبارت (ب)). از طرف دیگر همه ایزوتوپ‌های یک عنصر (از سبک تا سنگین) خواص شیمیایی مشابهی دارند. واکنش یک فلز (مثل منیزیم) با اکسیژن هوا نوعی واکنش سوختن (یا اکسایش) است که واکنش شیمیایی محسوب می‌شود، پس شدت واکنش همه ایزوتوپ‌های منیزیم با اکسیژن هوا یکسان است (عبارت (آ) نادرست است). در مورد عبارت (ت) توجه کنید که مقایسه فراوانی ایزوتوپ‌های منیزیم به صورت زیر است:

$$^{24}\text{Mg} > ^{26}\text{Mg} > ^{25}\text{Mg}$$

بنابراین تعداد نوترون‌ها در ایزوتوپ با فراوانی کم‌تر ( $^{25}\text{Mg}$ ) برابر  $13 (A - Z)$  است.

از طرف دیگر می‌دانید (البته بعداً به آن به صورت کامل خواهیم پرداخت) که پایدارترین رادیوایزوتوپ هیدروژن  $^1\text{H}$  است که در این ایزوتوپ تعداد نوترون‌ها برابر ۲ است ( $A - Z = 2$ ). بنابراین:

$$\frac{\text{تعداد نوترون در } ^{25}\text{Mg}}{\text{تعداد نوترون در } ^1\text{H}} = \frac{13}{2} = 6.5$$

یعنی عبارت (ت) هم درست است.

۲۳ ۱ ۲ ۳ ۴

سه عبارت (آ)، (ب) و (ت) درست هستند.

به نکات زیر در مورد اتم هیدروژن توجه کنید:

اتم هیدروژن، دارای هفت ایزوتوپ است.

۱- مقایسه فراوانی این هفت ایزوتوپ به صورت زیر است:

$$^1\text{H} > ^2\text{H} > ^3\text{H} > ^4\text{H}, ^5\text{H}, ^6\text{H}, ^7\text{H}$$

۲- سه ایزوتوپ ( $^1\text{H}$ ،  $^2\text{H}$ ،  $^3\text{H}$ ) ایزوتوپ‌های طبیعی هستند و

چهار ایزوتوپ ( $^4\text{H}$  تا  $^7\text{H}$ ) ساختگی هستند.

۳- پنج ایزوتوپ از میان هفت ایزوتوپ، رادیوایزوتوپ محسوب می‌شوند. چهار رادیوایزوتوپ ساختگی (از  $^4\text{H}$  تا  $^7\text{H}$ ) و یک رادیوایزوتوپ طبیعی است ( $^3\text{H}$ ).

۴- درصد فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ حدود  $99.98\%$  درصد و بیش از سایرین است.

۵- ایزوتوپ  $^3\text{H}$ ، نیم‌عمری معادل  $12.32$  سال دارد. یعنی این ایزوتوپ هم به نوعی ناپایدار است.

(آ) درست. تعداد کل ایزوتوپ‌های هیدروژن ۷ و تعداد ایزوتوپ‌های پایدار ( $^1\text{H}$  و  $^2\text{H}$ )، ۲ است. نسبت این دو، برابر  $\frac{3}{5}$  است. توجه کنید که  $^3\text{H}$  طبیعی ولی ناپایدار است.

(ب) درست. سبک‌ترین ایزوتوپ هیدروژن  $^1\text{H}$  است که فاقد نوترون است. سنگین‌ترین ایزوتوپ هیدروژن هم  $^3\text{H}$  است که تعداد نوترون آن ۲ است. بنابراین تفاوت تعداد نوترون‌ها در سبک‌ترین و سنگین‌ترین ایزوتوپ، ۲ واحد است.

(پ) نادرست. دومین و آخرین ایزوتوپ هیدروژن به ترتیب  $^2\text{H}$  و  $^3\text{H}$  هستند. اختلاف تعداد نوترون‌ها در این دو گونه ۱ است.

(ت) درست. هیدروژن دارای ۵ رادیوایزوتوپ است که چهار تا ساختگی و یکی ( $^3\text{H}$ ) طبیعی است.

۲۴ ۱ ۲ ۳ ۴

هر چهار عبارت درست است.

(آ) درست. یکی از شرط‌های ناپایداری هسته یک اتم  $\frac{N}{p} \geq \frac{1}{5}$  است، با توجه به این‌که در اتم خنثی  $p = e$  است، بنابراین می‌توان گفت  $\frac{N}{e} \geq \frac{1}{5}$ .

(ب) درست. با توجه به نسبت  $\frac{N}{Z} \geq \frac{1}{5}$  و با توجه به این‌که  $A = Z + N$ ، خواهیم داشت:

$$\frac{N}{Z} \geq \frac{1}{5} \Rightarrow \frac{A - Z}{Z} \geq \frac{1}{5} \Rightarrow \frac{A}{Z} - 1 \geq \frac{1}{5} \Rightarrow \frac{A}{Z} \geq \frac{6}{5}$$

وقتی طرفین این نامساوی را معکوس می‌کنیم، جهت نامساوی نیز عوض می‌شود.

$$\frac{Z}{A} \leq \frac{1}{6/5} \Rightarrow \frac{Z}{A} \leq \frac{5}{6}$$

(پ) درست. درستی این عبارت را در اثبات مورد (ب) مشاهده نمودید.

$$\frac{A}{Z} \geq \frac{6}{5}$$

(ت) درست.

$$\frac{N}{p} \geq \frac{1}{5} \Rightarrow \frac{p}{N} \leq \frac{1}{5} \Rightarrow \frac{p}{N} \leq \frac{1}{6}$$

۲۵ ۱ ۲ ۳ ۴

تعداد الکترون‌ها در کاتیون  $M^{2+}$ ، دو واحد کم‌تر از تعداد پروتون‌ها است.

$$a = e \Rightarrow Z = p + a + 2$$

$$\text{عدد جرمی} = A = Z + N \Rightarrow 42 = (a + 2) + (a + 4) = 2a + 6$$

$$36 = 2a \Rightarrow a = 18e$$

در نتیجه تعداد پروتون‌ها یا همان عدد اتمی  $M$  برابر ۲۰ است. به همین

ترتیب تعداد نوترون‌های آن خواهد بود. بنابراین نماد این عنصر  $^{42}_{20}\text{M}$

است (همان  $^{42}_{20}\text{A}$ ) که فقط با  $^{44}_{20}\text{D}$  (عدد اتمی یکسان و عدد جرمی

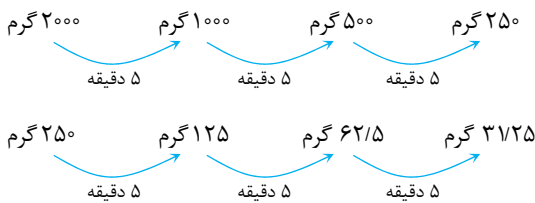
متفاوت) ایزوتوپ است. حتماً توجه داشته‌اید که  $^{42}_{20}\text{A}$  دقیقاً همان

عنصر  $M$  است و ایزوتوپ  $M$  محسوب نمی‌شود.

۳۰ ۴ ۳ ۲ ۱

برای حل این سؤال‌ها از دو روش استفاده می‌کنیم.

**روش اول:** با توجه به صورت سؤال اگر ۲۰۰۰ گرم ماده اولیه داشته باشیم پس از گذشت ۳۰۰ ثانیه (۵ دقیقه) نصف آن یعنی ۱۰۰۰ گرم از آن مصرف می‌شود و این فرایند نصف شدن جرم به صورت پیاپی انجام می‌شود. بنابراین:



با توجه به نمودار فوق با گذشت ۳۰ دقیقه ۳۱/۲۵ گرم ماده پرتوزا باقی می‌ماند.

**روش دوم:**

برای حل سؤالات نیم‌عمر ( $T_{1/2}$ ) می‌توان از روابط زیر نیز کمک گرفت:

$$T_{1/2} = \frac{\Delta t}{n} \quad n = \frac{\text{مقدار باقی‌مانده}}{\text{مقدار اولیه}}$$

که  $n$  در رابطه فوق تعداد دفعات نصف شدن،  $\Delta t$  زمان کل فرایند و  $T_{1/2}$  زمان نیم‌عمر است.

با استفاده از فرمول‌های فوق داریم:

$$T_{1/2} = 300s = 5 \text{ min} \quad T_{1/2} = \frac{\Delta t}{n} \Rightarrow 5 = \frac{300}{n} \Rightarrow n = 6$$

$$n = \frac{\text{مقدار اولیه}}{\text{مقدار باقی‌مانده}} \Rightarrow 6 = \frac{2000}{\text{مقدار باقی‌مانده}} \Rightarrow \text{مقدار باقی‌مانده} = 312.5g$$

۳۱ ۴ ۳ ۲ ۱

**روش اول:** با استفاده از نمودار زیر داریم:



با توجه به نمودار مشخص می‌شود که جرم ماده پرتوزا در مدت ۱۵ روز سه بار نصف شده است، پس هر بار نصف شدن جرم این ماده ۵ روز طول کشیده یا به عبارتی زمان نیم‌عمر آن ۵ روز است.

**روش دوم:**

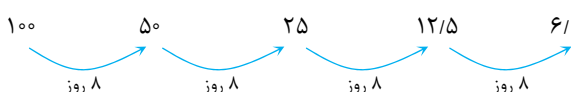
$$n = \frac{\text{مقدار اولیه}}{\text{مقدار باقی‌مانده}} \Rightarrow n = \frac{75}{9.375} = 8 \Rightarrow 2^n = 8 \Rightarrow n = 3$$

$$T_{1/2} = \frac{\Delta t}{n} \Rightarrow T_{1/2} = \frac{15}{3} = 5 \text{ روز}$$

۳۲ ۴ ۳ ۲ ۱

مدت زمان کل (۳۲ روز)، چهار برابر نیم‌عمر ماده پرتوزا (۸ روز) است. به عبارت دیگر در این ۳۲ روز ۴ بار جرم ماده پرتوزا نصف شده است. با توجه به این‌که جرم اولیه ماده پرتوزا را نداریم، آن را ۱۰۰ گرم فرض می‌کنیم تا بتوانیم درصد ماده باقی‌مانده را به دست بیاوریم.

**روش اول:**



$$\begin{aligned} \text{جرم واپاشی شده (مصرف شده)} &= 100 - 6.25 = 93.75g \\ \text{جرم واپاشی شده (مصرف شده)} &= \frac{93.75}{100} \times 100 = 93.75\% \end{aligned}$$

۲۶ ۴ ۳ ۲ ۱

سه عبارت (آ)، (پ) و (ت) نادرست است.

بررسی عبارت‌ها:

(آ) نادرست. در اتم منیزیم، سبک‌ترین ایزوتوپ ( $^{24}\text{Mg}$ ) فراوان‌ترین ایزوتوپ است. در حالی‌که مطابق شکل ایزوتوپ سنگین‌تر لیتیم ( $^7\text{Li}$ ) نسبت به ایزوتوپ سبک‌تر ( $^6\text{Li}$ ) فراوانی بیش‌تری دارد.

(ب) درست. در این شکل در برابر هر ۳ ایزوتوپ سبک ( $^6\text{Li}$ )، ۴۷ ایزوتوپ سنگین ( $^7\text{Li}$ ) وجود دارد. بنابراین درصد ایزوتوپ سنگین‌تر برابر است با:

$$\% \text{Li} = \frac{\text{تعداد ایزوتوپ مورد نظر}}{\text{تعداد کل ایزوتوپ‌ها}} \times 100 \Rightarrow \frac{47}{50} \times 100 = 94\%$$

درصد ایزوتوپ سبک‌تر ۶٪ است، بنابراین:

$$\frac{\% \text{Li}}{\% \text{Li}} = \frac{94}{6} = 15.66 > 15$$

(پ) نادرست. ایزوتوپ  $^7\text{Li}$  پایدارتر است ولی این ایزوتوپ خاصیت پرتوزایی ندارد یعنی رادیوایزوتوپ نیست.

(ت) نادرست. با توجه به حضور ۴۷ اتم  $^7\text{Li}$  و ۳ اتم  $^6\text{Li}$  در این نمونه:

$$^7\text{Li}: \begin{cases} p = 3 \Rightarrow \text{تعداد نوترون‌ها} = 47 \times 4 = 188 \\ N = 4 \Rightarrow \text{تعداد پروتون‌ها} = 47 \times 3 = 141 \end{cases}$$

$$^6\text{Li}: \begin{cases} p = 3 \Rightarrow \text{تعداد نوترون‌ها} = 3 \times 3 = 9 \\ N = 3 \Rightarrow \text{تعداد پروتون‌ها} = 3 \times 3 = 9 \end{cases}$$

$$47 = \text{اختلاف} \Rightarrow 188 + 9 = 197 \quad 141 + 9 = 150$$

تعداد کل نوترون‌ها در این نمونه ۱۹۷ و تعداد کل پروتون‌ها در این نمونه ۱۵۰ است.

۲۷ ۴ ۳ ۲ ۱

دو عبارت (آ) و (ت) نادرست هستند.

(آ) نادرست. درسته که هیدروژن پنج ایزوتوپ ناپایدار یا رادیوایزوتوپ دارد ولی همگی سافتگی نیستند و یکی از آن‌ها یعنی  $^3\text{H}$  طبیعی و نیم‌عمری معادل ۱۲/۳۲ سال دارد.

(ب) درست. دقیقاً یک نمونه طبیعی هیدروژن مخلوطی از سه ایزوتوپ  $^1\text{H}$ ،  $^2\text{H}$  و  $^3\text{H}$  است.

(پ) درست. تنها ایزوتوپ ناپایدار طبیعی هیدروژن،  $^3\text{H}$  است. تعداد ایزوتوپ‌های با نیم‌عمر کم‌تر از یک ثانیه (اتفاقاً فیلی فیلی کم‌تر از یک ثانیه) هم ۴ تا هستند (همان ایزوتوپ‌های سافتگی) که این نسبت برابر  $\frac{1}{4}$  یا ۲۵٪ است.

(ت) نادرست. هیدروژن دو ایزوتوپ طبیعی و پایدار دارد ( $^1\text{H}$  و  $^2\text{H}$ ) که در هسته ایزوتوپ سنگین‌تر ( $^2\text{H}$ )، فقط یک نوترون وجود دارد.

۲۸ ۴ ۳ ۲ ۱

هیدروژن سه ایزوتوپ طبیعی دارد که  $^1\text{H}$  و  $^2\text{H}$  پایدار بوده اما  $^3\text{H}$  ناپایدار است.

$$^3\text{H} \Rightarrow p = 1, n = A - Z = 3 - 1 = 2 \Rightarrow \frac{n}{p} = 2$$

۲۹ ۴ ۳ ۲ ۱

در اتم‌های منیزیم و هیدروژن، ایزوتوپ‌های سبک‌تر پایدارتر و فراوان‌ترند، برعکس در مورد اتم لیتیم ایزوتوپ سنگین‌تر ( $^7\text{Li}$ ) فراوانی بیش‌تری دارد. فقط عبارت‌های (آ) و (پ)، جمله مورد نظر را به درستی کامل می‌کنند.

روش دوم:

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\Delta t}{n} \Rightarrow n = \frac{32}{8} = 4$$

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\Delta t}{n} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = \frac{616}{5} = 123.2 \text{ سال}$$

$$\Rightarrow \text{مقدار باقی مانده} = 6/25 \text{ g}$$

$$\text{مقدار واپاشی شده} = 100 - 6/25 = 93/75 \text{ g}$$

$$\text{درصد واپاشی شده} = \frac{93/75}{100} \times 100 = 93/75\%$$

۳۳

**روش اول:** اگر موافق هستید جرم اولیه هر دو عنصر را ۱۰۰ گرم فرض کنیم. اگر جرم A و B ۷۵ درصد کاهش یابد پس ۲۵ گرم از آن‌ها باقی می‌ماند، بنابراین بر روی نمودار از جرم اولیه (۱۰۰ گرم) شروع می‌کنیم تا به ۲۵ گرم برسیم.

$$A \Rightarrow 100 \xrightarrow{2 \text{ ساعت}} 50 \xrightarrow{2 \text{ ساعت}} 25 \Rightarrow \text{زمان کل فرایند} = 4 \text{ ساعت}$$

برای ماده B هم این کار را تکرار می‌کنیم.

$$B \Rightarrow 100 \xrightarrow{8 \text{ ساعت}} 50 \xrightarrow{8 \text{ ساعت}} 25 \Rightarrow \text{زمان کل فرایند} = 16 \text{ ساعت}$$

پس:

$$\frac{\text{زمان کل فرایند برای ماده A}}{\text{زمان کل فرایند برای ماده B}} = \frac{4}{16} = \frac{1}{4}$$

**روش دوم:** جرم اولیه برای هر دو ماده را ۱۰۰ گرم در نظر می‌گیریم، پس طبق متن سؤال ۲۵ گرم از آن‌ها باقی می‌ماند.

$$A \text{ ماده} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = \frac{\text{مقدار اولیه}}{\text{مقدار باقی مانده}} = \frac{100}{25} = 4 \Rightarrow n = 2$$

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\Delta t}{n} \Rightarrow \Delta t = 2 \times 2 = 4 \text{ ساعت}$$

$$B \text{ ماده} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = \frac{\text{مقدار اولیه}}{\text{مقدار باقی مانده}} = \frac{100}{25} = 4 \Rightarrow n = 2$$

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\Delta t}{n} \Rightarrow \Delta t = 8 \times 2 = 16 \text{ ساعت}$$

$$\frac{\text{زمان کل فرایند برای ماده A}}{\text{زمان کل فرایند برای ماده B}} = \frac{4}{16} = \frac{1}{4}$$

۳۴

**روش اول:** اگر جرم اولیه ماده را ۱۰۰ گرم در نظر بگیریم با از دست رفتن ۹۶/۸۷۵ درصد (معادل ۹۶/۸۷۵ گرم) مقدار باقی‌مانده ماده مورد نظر ۳/۱۲۵ (۱۰۰ - ۹۶/۸۷۵) خواهد بود.

$$100 \xrightarrow{2 \text{ ساعت}} 50 \xrightarrow{2 \text{ ساعت}} 25 \xrightarrow{2 \text{ ساعت}} 12.5 \xrightarrow{2 \text{ ساعت}} 6.25 \xrightarrow{2 \text{ ساعت}} 3.125$$

با توجه به این‌که زمان کل فرایند ۶۱۶ سال است و در این مدت جرم اولیه، پنج بار نصف شده است، پس هر بار نصف شدن ۱۲/۳۲ سال طول می‌کشد. به عبارتی زمان نیم‌عمر آن ۱۲/۳۲ سال است. امیدوارم فراموش نکرده باشید که عدد ۱۲/۳۲ سال، نیم‌عمر ایزوتوپ  $^3\text{H}$  یعنی فراوان‌ترین رادیوایزوتوپ هیدروژن است.

روش دوم:

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\text{مقدار اولیه}}{\text{مقدار باقی مانده}} = \frac{100}{3/125} = 32 \Rightarrow n = 5$$

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\Delta t}{n} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = \frac{616}{5} = 123.2 \text{ سال}$$

۳۵

**روش اول:** اگر فرض کنیم جرم اولیه ماده ۱۰۰ گرم باشد، ۹۳/۷۵ گرم آن متلاشی شده و ۶/۲۵ گرم از آن باقی مانده است. از جرم ۱۰۰ گرم شروع می‌کنیم تا با نصف کردن جرم ماده به عدد ۶/۲۵ برسیم.

$$100 \xrightarrow{2 \text{ ساعت}} 50 \xrightarrow{2 \text{ ساعت}} 25 \xrightarrow{2 \text{ ساعت}} 12.5 \xrightarrow{2 \text{ ساعت}} 6.25$$

با توجه به نمودار فوق، جرم ماده پرتوزا در مدت ۸ روز ۴ بار نصف شده است پس نیم‌عمر آن ۲ روز بوده است.

روش دوم:

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\text{مقدار اولیه}}{\text{مقدار باقی مانده}} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = \frac{100}{6/25} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = 16 \Rightarrow n = 4$$

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\Delta t}{n} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = \frac{8}{4} = 2 \text{ روز}$$

۳۶

جرم ماده اولیه برابر ۸۰۰ گرم (۸ kg) است. اگر جرم مصرف‌شده از این ماده را a در نظر بگیریم مقدار انرژی حاصل از مصرف شدن این مقدار جرم برابر است با:

$$E_1 = m_1 c^2 \Rightarrow E_1 = a \times (3 \times 10^8)^2 = 9a \times 10^{16}$$

جرم باقی‌مانده (پس از مصرف a کیلوگرم) برابر (۸ - a) است. مقدار

انرژی که در صورت مصرف این ماده، می‌توان آزاد کرد، برابر است با:

$$E_2 = m_2 c^2 \Rightarrow E_2 = (8 - a) \times (3 \times 10^8)^2 = (8 - a) \times 9 \times 10^{16}$$

$$\Rightarrow E_2 = (7/2 - 9a) \times 10^{16}$$

در متن سؤال نسبت  $\frac{E_1}{E_2} = 3$  مدنظر است، بنابراین:

$$\frac{E_1}{E_2} = 3 \Rightarrow \frac{9a \times 10^{16}}{(7/2 - 9a) \times 10^{16}} = 3 \Rightarrow 9a = 21/2 - 27a$$

$$\Rightarrow 36a = 21/2 \Rightarrow a = 0.6 \text{ kg} = 600 \text{ g}$$

یعنی وقتی ۶۰۰ گرم از مقدار کل (۸۰۰ گرم) مصرف شود، مقدار انرژی آزادشده سه برابر مقدار انرژی است که می‌توان از مصرف جرم باقی‌مانده آزاد کرد. بدیهی است جرم باقی‌مانده ۲۰۰ گرم است.

$$800 \text{ g} \xrightarrow{36 \text{ دقیقه}} 400 \text{ g} \xrightarrow{36 \text{ دقیقه}} 200 \text{ g}$$

بنابراین مدت زمان رسیدن به این جرم ۷۲ دقیقه است.

۳۷

**روش اول:** باز هم تأکید می‌کنیم که هدف، رسیدن به جرم باقی‌مانده است. اگر جرم اولیه را ۱۰۰ گرم فرض کنیم جرم باقی‌مانده برابر است با:

$$100 \times \frac{1}{128} = 0.78125 \text{ g}$$

$$100 \xrightarrow{2 \text{ ساعت}} 50 \xrightarrow{2 \text{ ساعت}} 25 \xrightarrow{2 \text{ ساعت}} 12.5 \xrightarrow{2 \text{ ساعت}} 6.25$$

$$3.125 \xrightarrow{2 \text{ ساعت}} 1.5625 \xrightarrow{2 \text{ ساعت}} 0.78125$$

با توجه به نمودار فوق زمان کل فرایند ۱۴ ساعت به‌دست می‌آید.

روش دوم:

$$2^n = \frac{\text{مقدار اولیه}}{\text{مقدار باقی مانده}} = \frac{100}{78.125} = 128 \Rightarrow 2^n = 128 \Rightarrow n = 7$$

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\Delta t}{n} \Rightarrow \Delta t = 2 \times 7 = 14 \text{ ساعت}$$

۴ ۳ ۲ ۱ ۴۰

از نمودار پیداست که تعداد هسته‌های ماده A در طی سه روز نصف شده، یعنی از ۱۰۰۰ هسته به ۵۰۰ رسیده است. پس نیم‌عمر ماده A، ۳ روز است. به راحتی می‌توان نشان داد که پس از ۹ روز، تعداد هسته‌های A به ۱۲۵ می‌رسد.



طبق نمودار مقدار باقی‌مانده ماده A پس از ۹ روز، با مقدار باقی‌مانده B پس از ۳ روز برابر است.

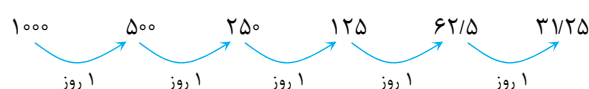
با توجه به مقدار باقی‌مانده ماده B می‌توان نوشت:



این اتفاق ظرف مدت ۳ روز رخ داده، بنابراین و با توجه به این که ۳ بار شاهد نصف شدن جرم هستیم، نیم‌عمر ماده B، ۱ روز است.

حالا باید حساب کنیم که  $\frac{1}{32}$  هسته باقی‌مانده ماده B شامل چند هسته است:  $1000 \times \frac{1}{32} = 31.25$

بنابراین:



واضح است که در مدت ۵ روز، تعداد هسته‌های ماده B از ۱۰۰۰ به ۳۱.۲۵ ( $\frac{1}{32}$ ) می‌رسد.

۴ ۳ ۲ ۱ ۳۹

تکنسیم ( $^{99}_{43}\text{Tc}$ ) اولین عنصر ساخته دست بشر است که با توجه به نیم‌عمر کم (حدود ۶ ساعت) نمی‌توان مقدار زیادی از آن را تولید و نگهداری کرد. (رد گزینه (۱))

تعداد ذرات زیراتمی در اتم  $^{99}_{43}\text{Tc}$  برابر است با:

$$^{99}_{43}\text{Tc} \Rightarrow p = Z = 43, N = A - Z = 99 - 43 = 56$$

نسبت  $\frac{N}{Z}$  در این اتم تقریباً برابر با  $\frac{1}{3}$  است ( $1/3 < 1/5$ ). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اتم‌هایی هستند که عدد اتمی آن‌ها کوچک‌تر از ۸۴ و یا نسبت  $\frac{N}{Z}$  آن‌ها کوچک‌تر از  $\frac{1}{5}$  است ولی ناپایدار بوده و خاصیت پرتوزایی دارند (دلیل درستی گزینه (۲)).

از یون حاوی  $^{99}_{43}\text{Tc}$  برای عکس‌برداری غده تیروئید استفاده می‌شود، زیرا اندازه یون یدید ( $I^-$ ) که میزان مصرف آن در غده تیروئید زیاد است با اندازه یون حاوی  $^{99}_{43}\text{Tc}$  مشابه است.

در مورد گزینه (۴) همین بس که خدمتتان عرض کنیم که تعداد عناصر ساخته دست بشر (تولید در راکتور) ۲۴ تا است نه ۹۲ تا

۴ ۳ ۲ ۱ ۴۰

مورد اول: درست. مورد دوم: درست. مورد سوم: نادرست. یون حاوی تکنسیم با یون یدید ( $I^-$ ) اندازه مشابهی دارد و به همین جهت غده تیروئید هنگام جذب یون  $I^-$ ، یون حاوی تکنسیم را نیز جذب می‌کند. مورد چهارم: درست.

۴ ۳ ۲ ۱ ۴۱

فقط عبارت (پ) درست است. بررسی عبارت‌ها: (آ) نادرست. تعداد کل عناصر شناخته‌شده ۱۱۸ عنصر است که از این بین ۹۲ عنصر در طبیعت یافت شده و ۲۶ عنصر (باقی‌مانده) همگی ساختگی هستند.

$$\text{درصد عناصر طبیعی} = \frac{92}{118} \times 100 \approx 78$$

$$\text{درصد عناصر مصنوعی} = \frac{26}{118} \times 100 \approx 22$$

(ب) نادرست. تکنسیم ( $^{99}_{43}\text{Tc}$ ) نخستین عنصر ساخته دست بشر است ولی کاربرد آن تصویربرداری از غده تیروئید برای تشخیص بیماری آن است، یعنی برای درمان غده تیروئید از این عنصر استفاده نمی‌شود.

(پ) درست. رادیویزوتوپ‌ها اگرچه بسیار خطرناک هستند اما پیشرفت دانش و فناوری، بشر را موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها کرده است. (صفحه ۷ کتاب درسی)

(ت) نادرست. تمام این عبارت درست بود اگر به جای «اتم‌های» واژه «یون‌های» قرار داده می‌شد. (حاشیه صفحه ۸ کتاب درسی)

۴ ۳ ۲ ۱ ۴۲

دو عبارت (ب) و (ت) نادرست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

(آ) درست. در شکل ۶ از صفحه ۸ کتاب درسی، تصویری از دو رادیویزوتوپ فسفر و تکنسیم آورده شده که در ایران تولید شده‌اند. بنابراین این دو عنصر رادیویزوتوپ دارند. از طرف دیگر، دیدید که در حاشیه صفحه ۸ کتاب درسی از  $^{59}\text{Fe}$  که رادیویزوتوپ آهن است، صحبت به میان آمده است. شکل صفحه ۷ هم که نشان‌دهنده این است که مس رادیویزوتوپ دارد.

(ب) نادرست. هم فسفر و هم هیدروژن رادیویزوتوپ دارند.

(پ) درست. این عبارت کاملاً درست و مربوط به حاشیه صفحه ۸ کتاب درسی است. توجه کنید که با وجود موفقیت در تولید طلا، به دلیل هزینه زیاد، این کار صرفه اقتصادی ندارد.

(ت) نادرست. این که اورانیم ( $^{238}\text{U}$ ) شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا است، قبول! ولی فقط از یکی از ایزوتوپ‌های آن یعنی  $^{235}\text{U}$ ، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی استفاده می‌شود. (تکرار کنم بر نیست سری به صفحه ۷ کتاب درسی بزنید)

(ث) درست.

۴ ۳ ۲ ۱ ۴۳

همان‌طور که دیدید (در پاسخ سؤال ۴۵) درصد تعداد عناصر طبیعی (۹۲ در مقابل ۱۱۸) حدوداً ۷۸ درصد است.

بنابراین درصد فراوانی عناصر ساختگی حدوداً ۲۲ درصد (B) است.

$$\frac{A}{B} = \frac{78}{22} \approx 3.55$$