راهنمای استفاده از کتاب

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

گام ۱ فیلم

ویژگی‌های فیلم آموزشی

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

گام ۲ درس‌نامه

ویژگی‌های درسنامه آموزشی

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.

گام ۳ تست

ویژگی‌های پرسش‌های چهارگزینه‌ای

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.

گام ۴ آزمون

آزمون‌های فصلی و جامع

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. همهٔ آزمون‌ها دارای پاسخ‌های تشریحی هستند.

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

فهرست

	آموزش	تست	FILM
فصل اول: کیهان، زادگاه الفبای هستی	۷	۲۵۶	598 min
فصل دوم: ردّپای گازها در زندگی	۹۱	۳۳۱	1077 min
فصل سوم: آب، آهنگ زندگی	۱۷۱	۴۰۸	577 min

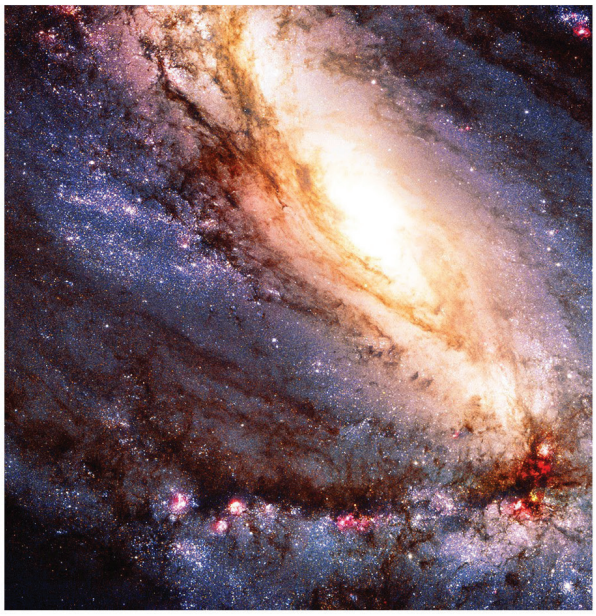
آزمون‌های فصل و جامع

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

شیمی دهم

Chemistry 10

فصل ۱



کیهان، زادگاه الفبای هستی

gajmarket.com

فصل ۱
کیهان زادگاه الفبای هستی

۱ شناخت کیهان

۱ ستارگان پرفروغ آسمان با نوری که می‌تابانند، پیوسته با ما سخن می‌گویند و اطلاعات زیادی از گذشته‌های دور، دربارهٔ چگونه به وجود آمدن جهان هستی و اینکه ذره‌های سازندهٔ جهان هستی طی چه فرایندی و چگونه به وجود آمده‌اند در اختیار ما قرار می‌دهند.

۲ انسان همواره با پرسش‌هایی از این دست که؛ «۱- هستی چگونه پدید آمده است؟ ۲- جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟ ۳- پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟» روبه‌رو بوده و پیوسته تلاش کرده است برای این پرسش‌ها، پاسخ‌های قانع‌کننده بیابد. مسلماً پاسخ به اولین پرسش که پرسشی بسیار بزرگ و بنیادی است در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد. شیمی‌دان‌ها با مطالعهٔ خواص و رفتار ماده و برهم‌کنش نور با ماده در تلاش برای یافتن پاسخ پرسش‌های دوم و سوم هستند. در واقع زمین در برابر عظمت آفرینش همانند آزمایشگاه بسیار کوچکی است که دانشمندان با آزمایش‌های گوناگون در آن، در تلاش برای یافتن پاسخ این پرسش‌ها هستند.

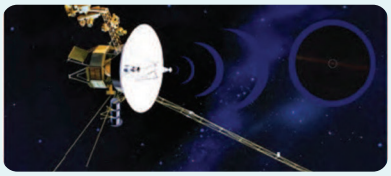
۳ شواهد تاریخی که از سنگ نبشته‌ها و نقاشی‌های دیوار غارها به‌دست آمده است نشان می‌دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهده ستارگان در پی فهم نظام و قانونمندی در آسمان بوده است.

۴ تلاش دانشمندان سبب شده تا دانش ما دربارهٔ جهان مادی افزایش یابد. امروزه ما دربارهٔ کیهان و منشأ آن اطلاعاتی داریم که نیاکان‌مان حتّی نمی‌توانستند آن‌ها را تصور کنند؛ برای نمونه، ما به فضا می‌رویم؛ با عنصرهای موجود در نقاط گوناگون کیهان آشنا شده‌ایم؛ در پی یافتن زندگی در دیگر سیاره‌ها هستیم و مسافرت به مریخ را طراحی می‌کنیم. آشکار است که با گذشت زمان، انسان به پیشرفت‌هایی دست خواهد یافت که امروزه در ذهن ما نمی‌گنجد.

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

دو فضاپیما مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌های گازی مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه کنند و بفرستند. این شناسنامه‌ها می‌تواند حاوی اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی موجود در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد باشد.

۶ آخرین تصویری که وویجر ۱ پیش از خروج از سامانهٔ خورشیدی از زادگاه خود گرفت، عکس کرهٔ زمین از فاصلهٔ تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری است. لازم به ذکر است که وویجر ۱ پس از خروج از سامانهٔ خورشیدی باز هم عکس‌هایی را از کیهان و کرهٔ زمین گرفت.



دیدمفهومی

سامانهٔ خورشیدی، هشت سیاره دارد که به دور خورشید در حال گردش هستند و به دو دسته تقسیم می‌شوند:

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

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

جمع‌بندی توپ

- مأموریت وویجر ۱ و ۲
  - گذر از کنار سیاره‌های گازی مشتری، زحل، اورانوس و نپتون
  - تهیهٔ شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی سیاره‌های گازی
    - نوع عنصرهای سازندهٔ آن‌ها
    - ترکیب‌های شیمیایی موجود در اتمسفر آن‌ها
    - ترکیب درصد مواد موجود در اتمسفر آن‌ها

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 سامانهٔ 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 کرهٔ زمین از فاصلهٔ ۷ میلیارد کیلومتری، آخرین تصویری است که وویجر ۱ گرفت. ☐

۴- از وظایف فضاپیماهای 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- ☒ مریخ جزوشان نبود.

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

۴- ☑

۵- ☒ می‌گنجد.

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 تهیهٔ شناسنامهٔ 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 سازندهٔ مشتری اشاره کرد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

گزینه ۴ ـ هر چهار عبارت نادرست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

آ) شیمی‌دان‌ها با مطالعهٔ خواص و رفتار ماده، هم‌چنین برهم‌کنش نور با ماده سهم به‌سزایی در پاسخ به پرسش‌های «ذره‌های سازندهٔ 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 سامانهٔ خورشیدی به فضا پرتاب شدند و مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌های گازی مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه کنند و بفرستند. [نادرستی عبارت پ]

ت) وظایف وویجر ۱ و ۲ تهیهٔ شناسنامهٔ 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]

۲ مقایسهٔ دو سیارهٔ زمین و مشتری

۱ یکی از پرسش‌های مهمی که شیمی‌دان‌ها در پی یافتن پاسخ آن هستند، چگونگی پیدایش عنصرهاست. جالب است بدانید که مطالعهٔ کیهان به ویژه سامانهٔ خورشیدی برای پاسخ به این پرسش، کمک شایانی می‌کند.

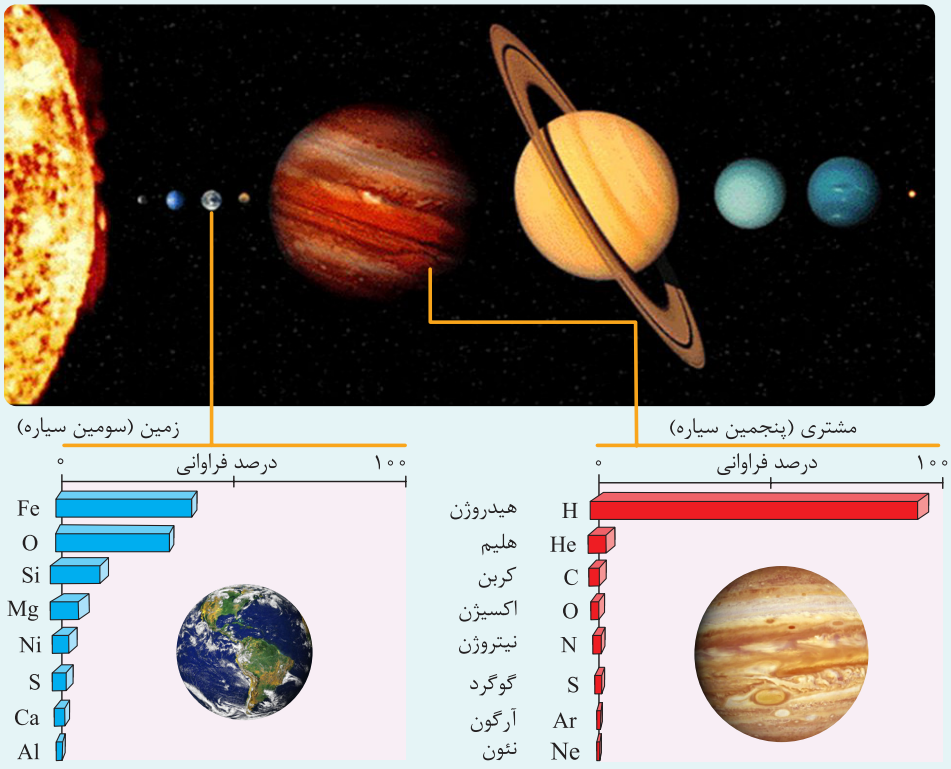
۲ با بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازندهٔ برخی سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی و مقایسهٔ آن‌ها با عنصرهای سازندهٔ خورشید می‌توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست یافت.

۳ سیارهٔ مشتری بزرگ‌ترین سیارهٔ سامانهٔ خورشیدی است. جرم مشتری ۲/۵ برابر مجموع جرم همهٔ سیاره‌های خورشیدی است.

۴ شکل زیر عنصرهای سازندهٔ دو سیارهٔ مشتری و زمین را نشان می‌دهد. نوع و میزان فراوانی عنصرها در دو سیارهٔ زمین و مشتری متفاوت است در حالی‌که عنصرهای مشترکی در این دو سیاره وجود دارد.

۵ به تقریب ۹۰٪ عنصرهای تشکیل‌دهندهٔ سیارهٔ مشتری را گاز هیدروژن و حدود ۱۰٪ آن را گاز هلیم (He) تشکیل می‌دهد، به‌همین دلیل سیارهٔ مشتری بیشتر از جنس گاز است.

۶ درصد فراوانی عنصرهای گوگرد و اکسیژن (عناصر مشترک در دو سیاره) در سیارهٔ زمین بیشتر از سیارهٔ مشتری است.



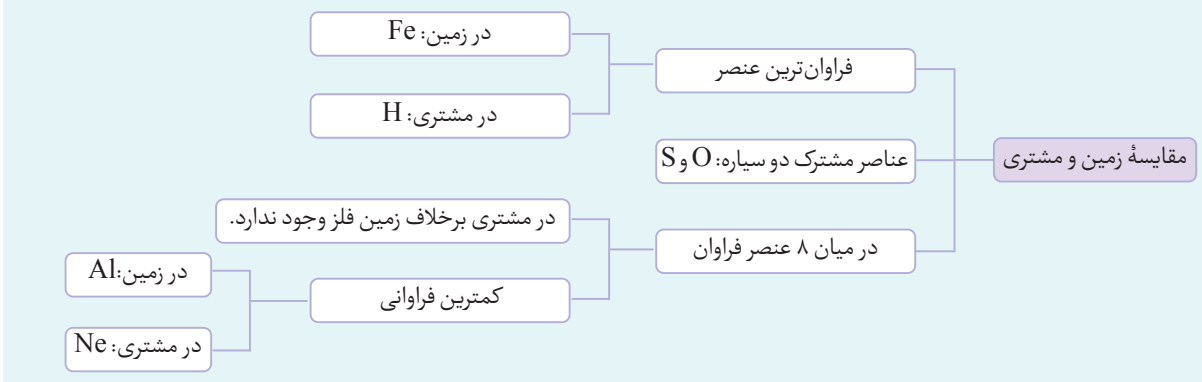
دیدمفهومی

مقایسهٔ زمین و مشتری در جدول زیر آمده است:

مشتری	زمین
مشتری پنجمین سیارهٔ سامانهٔ خورشیدی است.	زمین سومین سیارهٔ سامانهٔ خورشیدی است.
ترتیب فراوانی عناصر: $H > He > C > O > N > S > Ar > Ne$	ترتیب فراوانی عناصر: $Fe > O > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al$
سیارهٔ گازی (عناصر تشکیل‌دهندهٔ آن سبک‌اند.)	سیارهٔ سنگی (عناصر تشکیل‌دهندهٔ آن سنگین‌اند.)
تمام عناصر فراوان به‌جز کربن و گوگرد، گازی‌اند.	تمام عناصر فراوان به‌جز اکسیژن جامدند!!!
تمامی عناصر فراوان نافلزند.	در بین عناصر فراوان ۵ عنصر فلز ($Fe > Mg > Ni > Ca > Al$)، ۲ عنصر نافلز ($O > S$) و ۱ عنصر شبه‌فلز (Si) است.

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)
فراوان‌ترین عنصر: هیدروژن	فراوان‌ترین 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 فراوان‌ترین آن‌ها، هلیم است.	عناصر فراوان هیچ‌کدام گاز نجیب نیستند.
در بین عناصر فراوان: فلز: ندارد!! / شبه فلز: ندارد	فراوان‌ترین فلز: آهن / فراوان‌ترین شبه فلز: سیلیسیم
فراوان‌ترین نافلز: هیدروژن	فراوان‌ترین 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 سیارهٔ مشتری بیشتر از سیارهٔ زمین است. ☐

۸- به‌جز هشت عنصر فراوان در زمین، عنصر دیگری در زمین وجود ندارد. ☐

۹- سیارهٔ زمین از جنس گاز است زیرا حدود ۹۰٪ آن را گاز هلیم تشکیل می‌دهد. ☐

۱۰- با بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازندهٔ برخی سیاره‌های سامانهٔ خورشیدی و مقایسهٔ آن با عنصرهای سازندهٔ خورشید می‌توان به درک بهتری از چگونگی تشکیل عنصرها دست یافت. ☐

۶- ✗ چگونگی پیدایش عنصرها

۷- ✗ در سیارهٔ زمین درصد فراوانی اکسیژن و گوگرد (عناصر مشترک) بیشتر از سیارهٔ مشتری است.

۸- ✗ در سیارهٔ زمین، علاوه بر هشت عنصر فراوان، عناصر دیگر مانند طلا (Au)، نقره (Ag) و... یافت می‌شود.

۹- ✗ ۹۰٪ مشتری از گاز هیدروژن است. زمین بیش‌تر از نوع سنگ است.

۱۰- ✓

تست‌کده

۲ کدام عبارت‌ها نادرست هستند؟

آ) عنصرهای O و S در دو سیارهٔ زمین و مشتری، جزء ۵ عنصر فراوان هستند.

ب) آخرین تصویر وویجر ۱ از سومین سیارهٔ سامانهٔ خورشیدی، از فاصلهٔ ۷ میلیارد کیلومتری گرفته شده است.

پ) قطر سیارهٔ مشتری بیشتر از زمین است.

ت) دور بودن سیارهٔ مشتری از خورشید تنها دلیل گازی بودن آن است.

ث) فراوان‌ترین عنصر در سیاره‌های زمین و مشتری به‌ترتیب 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 سیارهٔ زمین و مشتری ششمین عنصر فراوان است. [نادرستی عبارت آ]

ب) زیرا آخرین تصویری که وویجر ۱ پیش از خروج از سامانهٔ خورشیدی از کرهٔ زمین گرفت در فاصلهٔ 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 سیارهٔ 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 به‌درستی کامل می‌کند؟

«در سیارهٔ زمین ..... سیارهٔ 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 گزینهٔ (۱)]

۳) *زیرا سیارهٔ زمین تا دلت بفواد فلز دارهاا (مثل Fe، Mg و ...)* [نادرستی گزینهٔ (۳)]

۴) زیرا هر دو سیاره دو عنصر مشترک دارند که اکسیژن، گازی شکل و گوگرد، جامد است. [نادرستی گزینهٔ (۴)]

۳ عنصرها چگونه پدید آمدند؟

۱ دانشمندان با مطالعهٔ سیاره‌های متفاوت و مقایسهٔ نوع و میزان فراوانی عناصر سازندهٔ آن‌ها به این نتیجه رسیده‌اند که عنصرها به‌صورت 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 هلیم پا به عرصهٔ جهان گذاشتند. با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده، متراکم شد و مجموعه‌های گازی به‌نام سحابی ایجاد کرد. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند.

۳ انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهدهٔ 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 به‌وجود آمده در جهان، هیدروژن و هلیم می‌باشند.

۳ پس از مهبانگ و به‌وجود آمدن گازهای هیدروژن و هلیم، با گذشت زمان و کاهش دمای جهان این گازها متراکم شده و مجموعه‌های گازی به‌نام سحابی به‌وجود 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 اندازهٔ 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 کارخانهٔ تولید عنصرها دانست.

عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن، طلا و... ← عنصرهای سبک مانند لیتیم، کربن و... ← هلیم ← هیدروژن

۸ خورشید نزدیک‌ترین ستاره به زمین است که دمای بسیار بالایی دارد. انرژی گرمایی و نور خیره‌کنندهٔ خورشید به دلیل تبدیل هیدروژن به هلیم 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 مبادله‌شده بسیار کمتر است.

دیدمفهومی

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

مهبانگ ← ذرات بنیادی زیراتمی ← هیدروژن و هلیم ← سحابی‌ها ← ستاره‌ها ← کهکشان‌ها

۲ مراحل تشکیل عناصر

مهبانگ ← ذره‌های زیراتمی ← هیدروژن ← هلیم ← سحابی‌ها ← ستاره‌ها

ستاره‌ها ← عناصر سنگین‌تر (مانند $_{26}Fe$، $_{79}Au$، ...) ← عناصر سبک‌تر (مانند $_{3}Li$، $_{6}C$، ...)

۳ روند تشکیل عناصر در ستاره‌ها در اثر واکنش‌های هسته‌ای

ستاره‌ها و کهکشان‌ها ← می‌میرند ← پراکنده شدن عنصرهای سازنده ← در دماهای بالا و ویژه ← تشکیل عنصرهای سنگین

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 اندازهٔ 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.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

گزینه ۲ ـ 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 اندازهٔ 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 هلیم 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 به‌صورت 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 به‌ترتیب عبارت است از: مهبانگ، هلیم، هیدروژن و سحابی. ☐

۱۵- سحابی‌ها مجموعهٔ متراکم از گازها با دمای بسیار بالا هستند که یکی از مکان‌های زایش ستاره‌ها می‌باشند. ☐

۱۶- هیدروژن در ستاره‌ها به‌طور 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 هلیم پا به عرصهٔ جهان گذاشتند. ☐

۱۹- دانشمندان معتقد هستند که سرآغاز کیهان با مهبانگ همراه بوده است. ☐

۲۰- عناصر پایهٔ این جهان (که سبب تولید دیگر عناصر هستند) هیدروژن و هلیم بوده است. ☐

۲۱- پس از مهبانگ، اولین و دومین عنصر به‌وجود آمده به‌ترتیب هیدروژن و هلیم بوده است. ☐

۲۲- اولین ذرات به‌وجود آمده بعد از مهبانگ، هیدروژن و هلیم هستند. ☐

۱۱- ☑

۱۲- ☑

۱۳- ☑

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

۱۵- ☒ دمای سحابی‌ها پایین است.

۱۶- ☒ اوّل باید به عناصر سبک تبدیل شود و بعد عنصرهای سنگین‌تر به‌وجود آید.

۱۷- ☑

۱۸- ☑

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

۲۰- ☑

۲۱- ☑

۲۲- ☒ ذرات زیراتمی ابتدا به‌وجود آمده‌اند.

۴ عدد اتمی، عدد جرمی و ایزوتوپ‌ها

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

۲) به مجموع **تعداد پروتون‌ها** و **نوترون‌ها** در هستهٔ 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).
هم‌چنین ذرات **زیراتمی باردار** شامل **پروتون‌ها** و **الکترون‌ها** هستند. در حالیکه نوترون‌ها، بدون بار الکتریکی هستند.

۲) تنها اتمی که نوترون ندارد، $_{1}^{1}H$ است.

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

$_{Z}^{A}E$ ← A: عدد جرمی
$_{Z}^{A}E$ ← Z: عدد اتمی

$$A = Z + N$$

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 رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$e = Z - (\text{بار الکتریکی})$$

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

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

$$\begin{cases} e = Z \rightarrow \text{بار الکتریکی ندارد.} \rightarrow \text{اتم خنثی} \\ e > Z(E^{n-}) \rightarrow \text{آنیون} \rightarrow \text{بار الکتریکی منفی پیدا می‌کند} \rightarrow \text{الکترون بگیرد} \rightarrow \text{اتم خنثی} \\ e < Z(E^{n+}) \rightarrow \text{کاتیون} \rightarrow \text{بار الکتریکی مثبت پیدا می‌کند} \rightarrow \text{الکترون بدهد} \rightarrow \text{اتم خنثی} \end{cases}$$

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

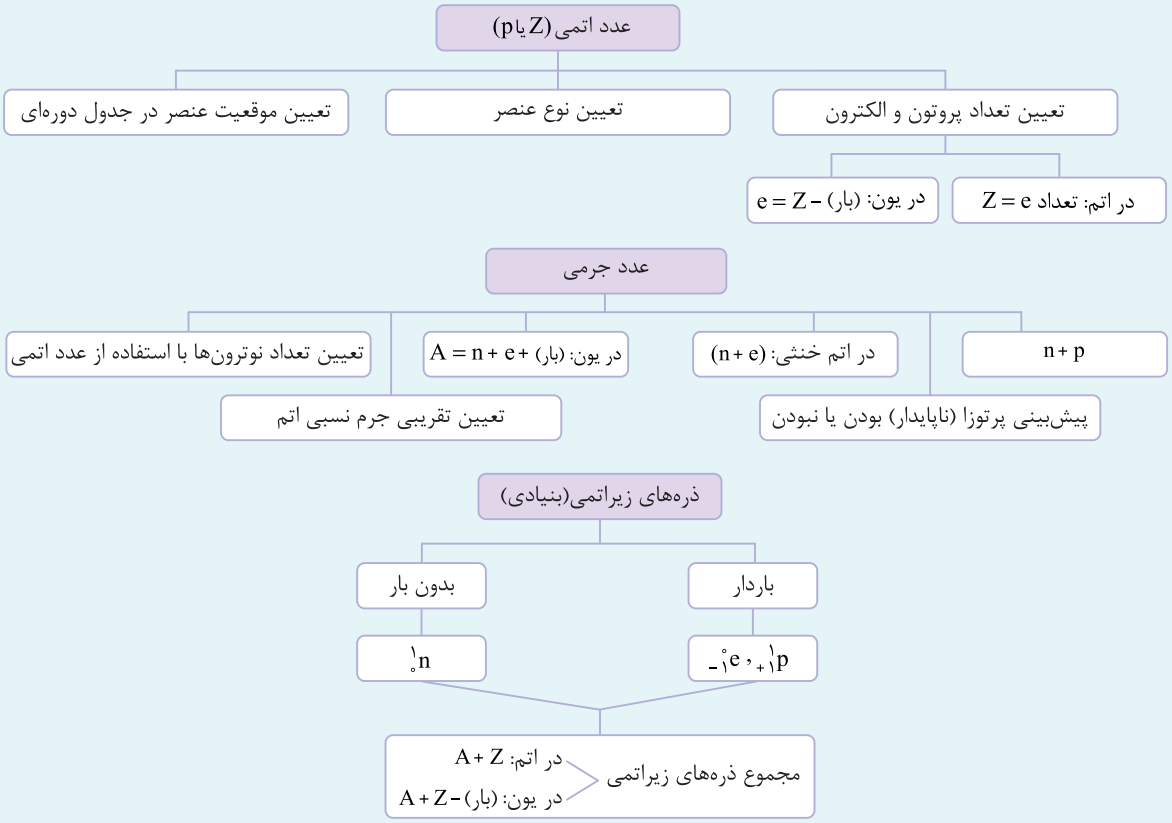
جمع‌بندی توپ

$$_{Z}^{A}E \text{ (اتم خنثی)} \begin{cases} ۱)\ A = \text{عدد جرمی} = Z + N \\ ۲)\ Z = \text{عدد اتمی (تعداد پروتون)} \\ ۳)\ N = A - Z \\ ۴)\ e = Z \end{cases} \xrightarrow{\text{مثال}} {}_{5}^{11}B \text{ (اتم بور)} \begin{cases} A = ۱۱ \\ Z = ۵ \\ N = ۱۱ - ۵ = ۶ \\ e = ۵ \end{cases}$$

$$_{Z}^{A}E^{n+} \text{ (کاتیون)} \begin{cases} ۱)\ A = \text{عدد جرمی} = Z + N \\ ۲)\ Z = \text{عدد اتمی (تعداد پروتون)} \\ ۳)\ N = A - Z \\ ۴)\ e = Z - (+n) = Z - n \end{cases} \xrightarrow{\text{مثال}} {}_{11}^{23}Na^{+} \text{ (کاتیون سدیم)} \begin{cases} A = ۲۳ \\ Z = ۱۱ \\ N = ۲۳ - ۱۱ = ۱۲ \\ e = ۱۱ - (+۱) = ۱۰ \end{cases}$$

$$_{Z}^{A}E^{n-} \text{ (آنیون)} \begin{cases} ۱)\ A = \text{عدد جرمی} = Z + N \\ ۲)\ Z = \text{عدد اتمی (تعداد پروتون)} \\ ۳)\ N = A - Z \\ ۴)\ e = Z - (-n) = Z + n \end{cases} \xrightarrow{\text{مثال}} {}_{15}^{31}P^{3-} \text{ (فسفید)} \begin{cases} A = ۳۱ \\ Z = ۱۵ \\ N = ۳۱ - ۱۵ = ۱۶ \\ e = ۱۵ - (-۳) = ۱۸ \end{cases}$$

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



تست‌کده

تیپ‌بندی 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؟**

۱) ${}^{27}_{13}Al^{3+}$ ۲) ${}^{16}_{8}O^{2-}$ ۳) ${}^{32}_{16}S^{2-}$ ۴) ${}^{23}_{11}Na^{+}$

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

بررسی گزینه‌ها:

۱) ${}^{27}_{13}Al^{3+}$
$N = A - Z = 27 - 13 = 14$
$e = Z - (\text{بار}) = 13 - (+3) = 10$
اختلاف N و e $= 14 - 10 = 4$

۲) ${}^{16}_{8}O^{2-}$
$N = 16 - 8 = 8$
$e = 8 - (-2) = 10$
اختلاف N و e $= 10 - 8 = 2$

۳) ${}^{32}_{16}S^{2-}$
$N = 32 - 16 = 16$
$e = 16 - (-2) = 18$
اختلاف N و e $= 18 - 16 = 2$

۴) ${}^{23}_{11}Na^{+}$
$N = 23 - 11 = 12$
$e = 11 - (+1) = 10$
اختلاف N و e $= 12 - 10 = 2$

نکته اگر تعداد الکترون‌های یک یون را دادند، ابتدا در رابطهٔ $e = Z - (\text{بار})$، به‌جای e، مقدار داده‌شده را قرار می‌دهیم، سپس می‌توانیم Z، A و N را محاسبه کنیم.

۶ نسبت شمار نوترون‌ها به شمار پروتون در سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن، کدام است؟ (تجربی داخل ۹۸)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۷

گزینه ۲. سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن، ($^{3}_{1}H$) است که دارای ۱ پروتون و ۲ نوترون می‌باشد، بنابراین نسبت شمار نوترون‌ها به شمار پروتون در آن برابر ۲ است.

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

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

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

$$e = Z - (\text{بار}) \Rightarrow ۴۶ = Z - (+۲) \Rightarrow Z = ۴۸$$

$$A = Z + N = ۴۸ + ۶۴ = ۱۱۲$$

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

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

گزینه ۲.

$$e = Z - (\text{بار}) \Rightarrow ۳۶ = Z - (-۲) \Rightarrow Z = ۳۴$$

$$A = Z + N \Rightarrow ۷۹ = ۳۴ + N \Rightarrow N = ۴۵$$

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

۱) ۰/۹۶ ۲) ۱/۰۴ ۳) ۰/۹ ۴) ۰/۸۵

گزینه ۱.

$$\begin{cases} N = e + \frac{۲۰}{۱۰۰} e = ۱/۲e \\ e = Z - (\text{بار}) = Z - (+۳) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N = ۱/۲e \\ e = Z - ۳ \end{cases} \Rightarrow N = ۱/۲(Z - ۳) \Rightarrow N = ۱/۲Z - ۳/۶$$

$$A = Z + N \Rightarrow ۴۷ = Z + ۱/۲Z - ۳/۶ \Rightarrow ۵۰/۶ = ۲/۲Z \Rightarrow Z = \frac{۵۰/۶}{۲/۲} = \frac{۵۰۶}{۲۲} = ۲۳$$

$$N = A - Z = ۴۷ - ۲۳ = ۲۴ \Rightarrow \frac{Z}{N} = \frac{۲۳}{۲۴} \simeq ۰/۹۶$$

تیپ ۲ در این تیپ از مسائل تفاوت شمار نوترون و پروتون را می‌دهند، در این‌صورت با توجه به این‌که $N \geq Z$ می‌باشد رابطهٔ $N - Z = K$ 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، Z و N را به‌دست آوریم:

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

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

$$Z = \frac{A - K}{۲}$$ (Z: عدد جرمی؛ $A - K$: تفاوت شمار نوترون و پروتون)

$$N = \frac{A + K}{۲}$$ (N: شمار نوترون)

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؟

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

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

$$\begin{cases} N + Z = ۴۵ \\ N - Z = ۳ \end{cases}$$

$$۲N = ۴۸ \Rightarrow N = ۲۴, N + Z = ۴۵ \Rightarrow ۲۴ + Z = ۴۵ \Rightarrow Z = ۲۱$$

روش دوم: استفاده از فرمول‌های طلایی:

$$N = \frac{A + K}{۲} = \frac{۴۵ + ۳}{۲} = ۲۴$$

$$Z = \frac{A - K}{۲} = \frac{۴۵ - ۳}{۲} = ۲۱$$

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؟

۱) ۰/۳ ۲) ۰/۷۵ ۳) ۰/۶ ۴) ۰/۵

گزینه ۳. ابتدا در رابطهٔ (بار) $e = Z - $ به جای e مقدار داده شده را قرار می‌دهیم. سپس با توجه به این‌که شمار نوترون‌های آن ۵۰ درصد بیشتر از شمار پروتون‌های آن می‌باشد $(N = Z + \frac{۵۰}{۱۰۰}Z)$، با تشکیل یک دستگاه دو معادله دو مجهول، می‌توانیم عدد جرمی، عدد اتمی و شمار نوترون‌های آن را به‌دست آوریم:

$$A^{۲+} \Rightarrow e = Z - (\text{بار}) \Rightarrow ۷۸ = Z - (+۲) \Rightarrow Z = ۸۰$$

$$N = Z + \frac{۵۰}{۱۰۰}Z = ۱/۵Z = ۱/۵ \times ۸۰ = ۱۲۰ \quad \Rightarrow \quad A = Z + N = ۸۰ + ۱۲۰ = ۲۰۰$$

$$\frac{N}{A} = \frac{۱۲۰}{۲۰۰} = ۰/۶$$

نکته هرگاه تعداد پروتون یا تعداد الکترون یک گونهٔ 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 به‌دست آورده، سپس برای محاسبهٔ تعداد الکترون از رابطهٔ (بار) $e = Z - $ استفاده می‌کنیم که Z مجموع شمار پروتون‌های گونهٔ مورد نظر است.

۱۲ شمار الکترون‌های کدام گزینه با بقیه متفاوت است؟ $(_۸O, _۱H, _۷N)$

۱) $H_۳O^+$ ۲) OH^- ۳) $NH_۴^+$ ۴) NO^+

گزینه ۴. گونه‌های $H_۳O^+$، OH^- و $NH_۴^+$ هر کدام ۱۰ الکترون دارند ولی NO^+ دارای ۱۴ الکترون است.

بررسی گزینه‌ها:

۱) $H_۳O^+ \begin{cases} \text{تعداد پروتون} = ۳(۱) + ۸ = ۱۱ \\ \text{تعداد الکترون} = Z - (\text{بار}) = ۱۱ - (+۱) = ۱۰\,e \end{cases}$

۲) $OH^- \begin{cases} \text{تعداد پروتون} = ۸(۱) + ۱ = ۹ \\ \text{تعداد الکترون} = ۹ - (-۱) = ۱۰\,e \end{cases}$

۳) $NH_۴^+ \begin{cases} \text{تعداد پروتون} = ۷ + ۴(۱) = ۱۱ \\ \text{تعداد الکترون} = ۱۱ - (+۱) = ۱۰\,e \end{cases}$

۴) $NO^+ \begin{cases} \text{تعداد پروتون} = ۷ + ۸ = ۱۵ \\ \text{تعداد الکترون} = ۱۵ - (+۱) = ۱۴\,e \end{cases}$

تیپ ۳ در این تیپ از مسائل، تفاوت شمار نوترون و الکترون یک یون را می‌دهند. از آن‌جا 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 (بار) $Z - $ 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:

۱) اگر | بار الکتریکی یون | ≥ تفاوت نوترون و الکترون باشد، داریم:

$$Z = \frac{A - (\text{تفاوت شمار نوترون و الکترون}) + (\text{بار الکتریکی})}{۲}$$

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

$$Z = \frac{A + (\text{تفاوت شمار نوترون و الکترون}) + (\text{بار الکتریکی})}{۲}$$

۱۳ اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌های یون $_{۴۵}X^{۳+}$ برابر ۶ باشد، عدد اتمی آن کدام است؟

۱) ۱۸ ۲) ۲۱ ۳) ۲۴ ۴) ۲۷

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

$$\begin{cases} N - Z = -a - (\text{بار}) = -۶ - (+۳) = -۹ \text{ (غ ق ق)} \\ N - Z = a - (\text{بار}) = ۶ - (+۳) = ۳ \Rightarrow N - Z = K = ۳ \end{cases}$$

$$Z = \frac{A - K}{۲} = \frac{۴۵ - ۳}{۲} = ۲۱$$

روش دوم: TNT از آن‌جا که تفاوت شمار نوترون و پروتون از قدرمطلق بار الکتریکی (۳) بیشتر است از رابطهٔ طلایی زیر استفاده می‌کنیم:

$$Z = \frac{A - \text{تفاوت شمار نوترون و الکترون} + (\text{بار})}{۲} = \frac{۴۵ - ۶ + ۳}{۲} = ۲۱$$

لازم به ذکر است رابطهٔ بالا در همهٔ 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 $^{۱۲۲}X^{۳-}$ برابر ۱۷ باشد، عدد اتمی آن کدام است؟

۱) ۷۱ ۲) ۵۱ ۳) ۵۴ ۴) ۶۱

گزینه ۲ $N - Z = -a - (\text{بار}) = -۱۷ - (-۳) = -۱۴$ (غ ق ق)

$$N - Z = a - (\text{بار}) = ۱۷ - (-۳) = ۲۰ \Rightarrow N - Z = K = ۲۰$$

$$Z = \frac{A - K}{۲} = \frac{۱۲۲ - ۲۰}{۲} = ۵۱$$

۱۵ اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌های یون $^{۳۱}X^{۳-}$ برابر ۲ باشد، مجموع ذرات زیراتمی باردار آن کدام است؟

۱) ۲۳ ۲) ۳۱ ۳) ۳۴ ۴) ۳۳

گزینه ۴ روش اوّل: استفاده از روش مفهومی بیان شده

$$\begin{cases} N - Z = -a - (\text{بار}) = -۲ - (-۳) = +۱ \Rightarrow N - Z = ۱ \\ N - Z = a - (\text{بار}) = ۲ - (-۳) = ۵ \Rightarrow N - Z = ۵ \end{cases}$$

$$Z = \frac{A - K}{۲} = \frac{۳۱ - ۱}{۲} = ۱۵$$

$$Z = \frac{A - K}{۲} = \frac{۳۱ - ۵}{۲} = ۱۳ \text{ (غ ق ق)}$$

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 کدام‌یک از پاسخ‌های به‌دست آمده در گزینه‌ها موجود است:

$$\begin{cases} N + p = ۳۱ & I \\ N - e = ۲ & II \\ e - p = ۳ & III \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} (I, III): N + e = ۳۴ \\ II: N - e = ۲ \end{matrix} \Rightarrow ۲N = ۳۶ \Rightarrow \begin{cases} N = ۱۸ \\ p = ۱۳ \\ e = ۱۶ \end{cases} \Rightarrow e + p = ۲۹ \rightarrow \text{در گزینه‌ها نیست}$$

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

$$\begin{cases} N + p = ۳۱ & I \\ e - N = ۲ & II \\ e - p = ۳ & III \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} (I, III): N + e = ۳۴ \\ II: e - N = ۲ \end{matrix} \Rightarrow ۲e = ۳۶ \Rightarrow \begin{cases} e = ۱۸ \\ N = ۱۶ \Rightarrow e + p = ۳۳ \\ p = ۱۵ \end{cases}$$

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

$$Z = \frac{A + \text{تفاوت شمار نوترون و الکترون} (\text{بار})}{۲}$$

$$Z = \frac{۳۱ + ۲ + (-۳)}{۲} = ۱۵$$

۱۶ آرایش الکترونی کاتیون $^{۶۵}_{۳۰}Zn^{۲+}$ به ترتیب از راست به چپ با آرایش الکترونی کدام گونه یکسان بوده و شمار نوترون‌های آن با کدام گونه برابر است؟ (ریاضی خارج ۹۴)

۱) $^{۶۰}_{۲۷}Co^{۲+}$ و $_{۳۲}Ge^{۲+}$ ۲) $^{۶۴}_{۲۹}Cu^{+}$ و $_{۳۲}Ge^{۲+}$

۳) $^{۶۰}_{۲۷}Co^{۲+}$ و $_{۳۱}Ga^{۳+}$ ۴) $^{۶۴}_{۲۹}Cu^{+}$ و $_{۳۱}Ga^{۳+}$

گزینه ۴ شمار الکترون‌های $_{۳۰}Zn^{۲+}$ با شمار الکترون‌های $_{۳۱}Ga^{۳+}$ 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.

$$\begin{cases} ^{۶۵}_{۳۰}Zn^{۲+}: N = A - Z = ۶۵ - ۳۰ = ۳۵ \\ ^{۶۴}_{۲۹}Cu^{+}: N = A - Z = ۶۴ - ۲۹ = ۳۵ \end{cases}$$

$$\begin{cases} _{۳۰}Zn^{۲+}: e = Z - (\text{بار}) = ۳۰ - (+۲) = ۲۸ \\ _{۳۱}Ga^{۳+}: e = Z - (\text{بار}) = ۳۱ - (+۳) = ۲۸ \end{cases}$$

۱۷ اگر تفاوت عدد اتمی و شمار نوترون‌های اتم عنصر $A^{۸۰}$ برابر با ۱۰ باشد عدد اتمی آن کدام است؟ (ریاضی داخل ۸۹)

۱) ۳۰ ۲) ۳۲ ۳) ۳۶ ۴) ۳۵

گزینه ۴. در هستهٔ اتم‌ها شمار نوترون‌ها مساوی یا بیشتر از شمار پروتون‌ها می‌باشد $(N \geq Z)$، به‌جز هیدروژن سبک (^{1}H) که نوترون ندارد.

روش اوّل:
$$\begin{cases} N - Z = ۱۰ \\ N + Z = ۸۰ \end{cases}$$
$$۲N = ۹۰ \Rightarrow N = ۴۵ \Rightarrow Z = ۳۵$$

روش دوم: $Z = \frac{A - K}{۲} = \frac{۸۰ - ۱۰}{۲} = ۳۵$

۱۸ اگر تفاوت شمار الکترون‌ها با شمار نوترون‌ها در یون تک اتمی $^{۹۳}X^{۵+}$ برابر ۱۶ باشد، عدد اتمی این عنصر کدام است؟ (تجربی داخل ۸۸)

۱) ۳۶ ۲) ۴۴ ۳) ۴۱ ۴) ۴۲

گزینه ۳.
$$\begin{cases} e = N - ۱۶ \\ e = Z - (\text{بار}) = Z - ۵ \end{cases} \Rightarrow N - ۱۶ = Z - ۵ \Rightarrow N - Z = ۱۱ = K$$

$$Z = \frac{A - K}{۲} = \frac{۹۳ - ۱۱}{۲} = ۴۱$$

۱۹ چند مورد از عبارت‌های زیر درست می‌باشند؟

آ) فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ سیارهٔ مشتری دارای سه ایزوتوپ طبیعی پایدار است.

ب) در دو ایزوتوپ $^{A_1}_{Z}X$ و $^{A_2}_{Z}X$ از عنصر X، رابطهٔ $A_1 - N_1 = A_2 - N_2$ همواره برقرار است.

پ) اغلب هسته‌هایی که $\frac{A}{Z} \geq ۲/۵$ دارند، ناپایدار هستند.

ت) اگر یون $X^{۳-}$ دارای m الکترون و m+۶ نوترون باشد، اتم X با اتم $^{۲m+۳}_{m-۳}C$ ایزوتوپ است.

ث) خواص شیمیایی ایزوتوپ‌های یک عنصر یکسان است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

گزینه ۳. عبارت‌های «ب»، «پ» و «ث» درست می‌باشند.

بررسی سایر عبارت‌ها:

آ) فراوان‌ترین عنصر سازندهٔ سیارهٔ مشتری، هیدروژن است که دارای سه ایزوتوپ طبیعی می‌باشد. ایزوتوپ‌های ^{1}H و ^{2}H پایدار ولی ایزوتوپ طبیعی ^{3}H ناپایدار است. [نادرستی عبارت آ]

ت) عدد اتمی و عدد جرمی عنصر X به‌صورت زیر محاسبه می‌شود. [نادرستی عبارت ت]

$$e = Z - (\text{بار الکتریکی}) \Rightarrow m = Z - (-۳) \Rightarrow Z = m - ۳$$

$$A = Z + N = m - ۳ + m + ۶ = ۲m + ۳ \Rightarrow {}^{۲m+۳}_{m-۳}X$$

اتم $^{۲m+۳}_{m-۳}X$ همان اتم $^{۲m+۳}_{m-۳}C$ است $(X = C)$؛ بنابراین ایزوتوپ نیستند. زیرا باید عدد جرمی یا شمار نوترون‌های آن‌ها متفاوت باشند.

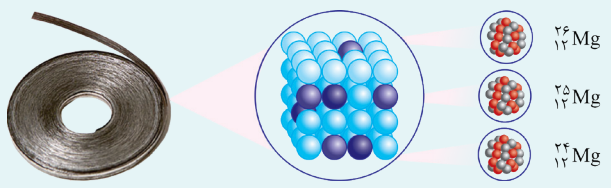
۵ آیا همه اتم‌های یک عنصر پایدارند؟

۱) شیمی‌دان‌ها ماده‌ای را عنصر می‌نامند که از یک نوع اتم تشکیل شده باشد، برای نمونه منیزیم و هلیم عنصر به شمار می‌روند زیرا یک نمونه منیزیم حاوی اتم‌های منیزیم و یک نمونه هلیم حاوی اتم‌های هلیم است.

۲) اغلب در یک نمونهٔ طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده، جرم یکسانی ندارند. (مثال نقض: طلا) برای مثال بررسی یک نمونه منیزیم نشان می‌دهد که جرم همهٔ اتم‌های منیزیم در این نمونه یکسان نیست بلکه مخلوطی از سه هم‌مکان (ایزوتوپ) است.

۳) ایزوتوپ‌های یک عنصر دارای عدد اتمی (Z) یکسان اما عدد جرمی (A) متفاوت هستند. خواص شیمیایی اتم‌های هر عنصر به عدد اتمی (Z) آن وابسته است (همین‌طور الکترون‌های لایهٔ ظرفیت)، بنابراین ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص شیمیایی یکسانی دارند.

۴) Mg دارای ۳ ایزوتوپ طبیعی $^{۲۴}_{۱۲}Mg$، $^{۲۵}_{۱۲}Mg$ و $^{۲۶}_{۱۲}Mg$ می‌باشد. همگی خواص شیمیایی یکسانی دارند و در جدول دوره‌ای عنصرها تنها یک مکان را اشغال می‌کنند.



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 پر انرژی، مقدار زیادی انرژی آزاد می‌کنند. مانند:

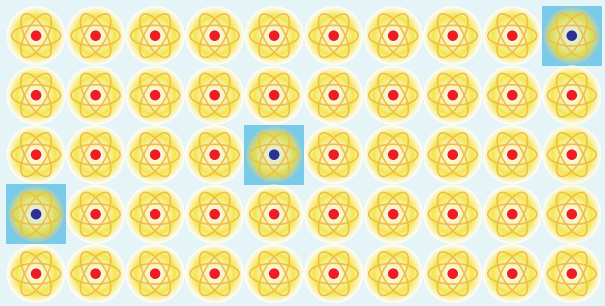
$$\begin{cases} {}^{3}_{1}H : \frac{n}{p} = \frac{2}{1} = 2 \quad \text{(ناپایدار، پرتوزا)} \\ {}^{235}_{92}U : \frac{n}{p} = \frac{143}{92} \geq 1/5 \quad \text{(ناپایدار، پرتوزا)} \end{cases}$$

(مثال نقض)
$$\begin{cases} {}^{59}_{26}Fe : \frac{n}{p} = \frac{33}{26} < 1/5 \rightarrow \text{ناپایدار است.} \\ {}^{99}_{43}Tc : \frac{n}{p} = \frac{56}{43} < 1/5 \rightarrow \text{ناپایدار است.} \end{cases}$$

۷ ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار، رادیوایزوتوپ نامیده می‌شوند.

۸ شکل زیر شمار تقریبی اتم‌های لیتیم را در یک نمونهٔ طبیعی از آن نشان می‌دهد. درصد فراوانی ${}^{7}_{3}Li$ برابر ۹۴٪ و درصد فراوانی ${}^{6}_{3}Li$ برابر ۶٪ است.

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



${}^{6}_{3}Li$ ${}^{7}_{3}Li$

$$\text{درصد فراوانی } {}^{6}Li = \frac{\text{تعداد } {}^{6}Li}{\text{تعداد کل}} \times 100 = \frac{3}{50} \times 100 = 6\% \times 100$$

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

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	${}^{1}H$	${}^{2}H$	${}^{3}H$	${}^{4}H$	${}^{5}H$	${}^{6}H$	${}^{7}H$
نیم‌عمر	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 فراوان‌ترین ایزوتوپ هیدروژن، ${}^{1}H$ می‌باشد و ${}^{3}H$ کم‌ترین فراوانی را بین ایزوتوپ‌های طبیعی دارد.

۲ یک نمونهٔ طبیعی از هیدروژن، مخلوط سه ایزوتوپ ${}^{1}H$، ${}^{2}H$ و ${}^{3}H$ می‌باشد که دو مورد اوّل پایدار و مورد آخر ناپایدار می‌باشد.

۳ هیدروژن دارای ۴ ایزوتوپ ساختگی (مصنوعی) ناپایدار (رادیوایزوتوپ) می‌باشد. به‌طور کلی هیدروژن دارای ۷ ایزوتوپ طبیعی و ساختگی می‌باشد که ۵ مورد آن ناپایدارند.

۴ در ایزوتوپ‌های ناپایدار، رابطه‌ای بین افزایش نوترون و ناپایداری وجود ندارد، به‌طور مثال ${}^{5}H$ پایدارتر از ${}^{4}H$ می‌باشد و همین‌طور ${}^{6}H$ ناپایدارتر از ${}^{5}H$ می‌باشد.

۵ نیم‌عمر یک ایزوتوپ معیاری برای پایداری آن ایزوتوپ است و مدّت زمانی است که طول می‌کشد تا نیمی از هسته‌های پرتوزا متلاشی شوند.

⑥ هرچه یک عنصر پایدارتر باشد، نیم‌عمر آن بیشتر است.

مقایسهٔ نیم‌عمر ایزوتوپ‌های هیدروژن: $^{3}_{1}H > {}^{5}_{1}H > {}^{6}_{1}H > {}^{4}_{1}H > {}^{7}_{1}H$

مقایسهٔ پایداری ایزوتوپ‌های هیدروژن: $^{1}H \simeq {}^{2}H > {}^{3}H > {}^{5}H > {}^{6}H > {}^{4}H > {}^{7}H$

⑦ پایداری و فراوانی ایزوتوپ‌های لیتیم و منیزیم به‌صورت زیر است:

$^{7}_{3}Li(۹۴٪) > {}^{6}_{3}Li(۶٪)$

$^{24}_{12}Mg > {}^{26}_{12}Mg > {}^{25}_{12}Mg$

⑧ شرط ناپایداری: اغلب هسته‌هایی که در آن‌ها $\frac{A}{Z} \geq ۲/۵$ یا $\frac{N}{Z} \geq ۱/۵$ باشد.

دیدمفهومی

دقت برای ایزوتوپ‌های ساختگی فراوانی معنا ندارد؛ زیرا در طبیعت وجود ندارند.

دقت در هر دو حالت $\frac{n}{p} < ۱/۵$ و $\frac{n}{p} \geq ۱/۵$ ممکن است اتمی پایدار یا ناپایدار باشد، مانند: $^{99}_{43}Tc$ ، $(\frac{n}{p} = ۱/۳ < ۱/۵)$ که ناپایدار و $^{195}_{78}Pt$ ، $(\frac{n}{p} = ۱/۵)$ که پایدار است.

نیم‌عمر مدت زمانی است که طول می‌کشد تا نیمی از هسته‌های پرتوزا متلاشی شوند. از رابطهٔ زیر می‌توانیم برای محاسبهٔ نیم‌عمر استفاده کنیم:

(دقت شود که در رابطهٔ زیر واحد صورت و مخرج باید یکی باشد.)

$$\begin{cases} n(\text{تعداد نیم‌عمرها}) = \dfrac{\text{عمر مادهٔ پرتوزا}}{\text{زمان یک نیم‌عمر}} \\ A = A_{\circ}\,(\frac{۱}{۲})^{n} \\ \text{مقدار متلاشی‌شده} = A_{\circ} - A \end{cases}$$

(A: مقدار باقی‌ماندهٔ مادهٔ پرتوزا، $A_{\circ}$: مقدار اولیهٔ مادهٔ پرتوزا)

برای حل تست‌های نیم‌عمر می‌توانیم از طرح سیستمی زیر استفاده کنیم تا سریع‌تر به پاسخ برسیم:

حالت اول: اگر مقدار اوّلیهٔ مادهٔ پرتوزا را ۱۰۰ در نظر بگیریم در این‌صورت می‌توانیم تست‌هایی که مقدار متلاشی شده یا باقی‌مانده را برحسب درصد بخواهند به راحتی پاسخ دهیم:

مقدار اولیهٔ مادهٔ پرتوزا برحسب درصد	۱۰۰٪	$\xrightarrow[\text{نیم‌عمر اول}]{T_1}$	۵۰٪	$\xrightarrow[\text{نیم‌عمر دوم}]{T_2}$	۲۵٪	$\xrightarrow[\text{نیم‌عمر سوم}]{T_3}$	۱۲/۵٪	$\xrightarrow[\text{نیم‌عمر چهارم}]{T_4}$	۶/۲۵٪	$\xrightarrow[\text{نیم‌عمر پنجم}]{T_5}$	۳/۱۲۵٪	$\xrightarrow[\text{نیم‌عمر ششم}]{T_6}$	۱/۵۶۲۵٪
مقدار متلاشی شده برحسب درصد			۵۰٪		۷۵٪		۸۷/۵٪		۹۳/۷۵٪		۹۶/۸۷۵٪		۹۸/۴۳۷۵٪
مقدار باقی‌مانده برحسب درصد			۵۰٪		۲۵٪		۱۲/۵٪		۶/۲۵٪		۳/۱۲۵٪		۱/۵۶۲۵٪

حالت دوم: اگر مقدار اولیه مادهٔ پرتوزا را برحسب درصد ندهند بنابراین مقدار اولیهٔ مادهٔ پرتوزا را $A_{\circ}$ در نظر می‌گیریم و داریم:

$A_{\circ}$ مقدار اولیه مادهٔ پرتوزا		$\xrightarrow[\text{نیم‌عمر اول}]{T_1}$	$\frac{A_{\circ}}{۲}$	$\xrightarrow[\text{نیم‌عمر دوم}]{T_2}$	$\frac{A_{\circ}}{۴}$	$\xrightarrow[\text{نیم‌عمر سوم}]{T_3}$	$\frac{A_{\circ}}{۸}$	$\xrightarrow[\text{نیم‌عمر چهارم}]{T_4}$	$\frac{A_{\circ}}{۱۶}$	$\xrightarrow[\text{نیم‌عمر پنجم}]{T_5}$	$\frac{A_{\circ}}{۳۲}$	$\xrightarrow[\text{نیم‌عمرششم}]{T_6}$	$\frac{A_{\circ}}{۶۴}$
مقدار متلاشی شده			$\frac{A_{\circ}}{۲}$		$\frac{۳A_{\circ}}{۴}$		$\frac{۷A_{\circ}}{۸}$		$\frac{۱۵A_{\circ}}{۱۶}$		$\frac{۳۱A_{\circ}}{۳۲}$		$\frac{۶۳A_{\circ}}{۶۴}$
مقدار باقی‌مانده			$\frac{A_{\circ}}{۲}$		$\frac{A_{\circ}}{۴}$		$\frac{A_{\circ}}{۸}$		$\frac{A_{\circ}}{۱۶}$		$\frac{A_{\circ}}{۳۲}$		$\frac{A_{\circ}}{۶۴}$

جمع‌بندی توپ

- ایزوتوپ‌ها
  - اتم‌های یک عنصرند.
    - شباهت‌ها
      - عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها و الکترون‌ها در اتم خنثی)
      - آرایش الکترونی اتم (آرایش الکترونی لایهٔ ظرفیت)
      - خواص شیمیایی
      - موقعیت در جدول دوره‌ای
    - تفاوت‌ها
      - عدد جرمی (تعداد نوترون‌ها و جرم نسبی اتم)
      - پایداری نسبی و نیم‌عمر
      - برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی
      - درصد فراوانی
      - برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم ترکیب‌های حاصل از آن‌ها

عبرت و عبارت

عبارت‌های زیر را از نظر درستی یا نادرستی با ✓ یا ✗ مشخص کنید.

۲۳- همهٔ 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- ${}^{3}_{1}H$ 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 ${}^{1}_{1}H$ است که نوترون ندارد، سومین ایزوتوپ از نظر بیش‌ترین مقدار نیم‌عمر ${}^{6}_{1}H$ بوده که ۵ نوترون دارد.

۲۵- ✗ دارای ۲ ایزوتوپ پایدار است.

۲۶- ✗ این ایزوتوپ ناپایدار است. حداقل نیم‌عمر برای ایزوتوپ‌های پایدار تعریف نمی‌شود.

۲۷- ✗ اغلب هسته‌هایی که $\frac{n}{p} \geq 1/5$ دارند، ناپایدار است.

۲۸- ✓ ذرات زیراتمی باردار (الکترون‌ها و پروتون‌ها) در ایزوتوپ‌های هیدروژن یکسان است.

تست‌کده

۲۰ ۴۰ گرم از یک مادهٔ پرتوزا در دسترس است. اگر جرم این مادهٔ پرتوزا هر نیم ساعت نصف شود پس از ۱۸۰ دقیقه، چند میلی‌گرم از مادهٔ پرتوزا باقی خواهد ماند؟

۱) ۰/۶۲۵ ۲) ۶/۲۵ ۳) ۶۲۵ ۴) ۶۲/۵

گزینه ۳

روش اوّل:

$$n = \frac{\text{عمر مادهٔ پرتوزا}}{\text{زمان یک نیم‌عمر}} = \frac{۱۸۰}{۳۰} = ۶$$

$$A = A_{۰}(\frac{۱}{۲})^{n} = ۴۰(\frac{۱}{۲})^{۶} = \frac{۴۰}{۶۴} = ۰/۶۲۵g \times \frac{۱۰^{۳}mg}{۱g} = ۶۲۵mg$$

روش دوم:

مقدار اولیه $۴۰g \xrightarrow{۳۰min} ۲۰g \xrightarrow{۳۰min} ۱۰g \xrightarrow{۳۰min} ۵g \xrightarrow{۳۰min} ۲/۵g \xrightarrow{۳۰min} ۱/۲۵g \xrightarrow{۳۰min} ۰/۶۲۵g$

مقدار باقی‌مانده $= ۶۲۵mg$

Mathematics Test

فصل ۱

[کیهان زادگاه الفبای هستی]

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 ـ ۲۵ درصد ـ اخترشیمی ـ سه
۲) چهارمین و ششمین ـ ۲۵ درصد ـ اخترشیمی ـ دو
۳) سومین و پنجمین ـ ۳۷/۵ درصد ـ اخترشناسی ـ دو
۴) چهارمین و ششمین ـ ۳۷/۵ درصد ـ اخترشناسی ـ 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 هلیم 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 رابطهٔ عکس دارد.
پ) واکنش‌های هسته‌ای انجام‌شده در ستاره‌هایی با دمای بالا شامل تشکیل عنصرهای سبک‌تر از عناصر سنگین است.
ت) اندازهٔ 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 هلیم، یک اتم ایزوتوپ $^{24}_{12}Mg$، می‌تواند به‌وجود آید؟ (از تبادل انرژی و تغییرات اندک جرم صرف‌نظر شود.) (خارج از کشور، ریاضی ۹۸)
۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۲

۹. چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟
آ) همهٔ عنصرها در نهایت فراوردهٔ مجموعه‌های گازی به نام سحابی هستند.
ب) اولین عنصری که پا به عرصهٔ جهان گذاشت، دومین عنصر فراوان در سیارهٔ مشتری است.
پ) منشأ پیدایش سحابی‌ها، عناصر سنگین‌تر و ستاره‌ها به ترتیب گاز هیدروژن و هلیم، 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 ـ مفهوم عدد اتمی ـ مفهوم ایزوتوپ ـ رادیوایزوتوپ

ذره‌های زیراتمی و مسائل آن‌ها

۱۰. مقایسهٔ اختلاف تعداد نوترون و الکترون‌های گونه‌های زیر در کدام گزینه درست است؟
آ) $^{34}_{16}S^{2-}$ ب) $^{70}_{35}Br^{-}$ پ) $^{27}_{13}Al^{3+}$ ت) $^{65}_{30}Zn^{2+}$
۱) پ < آ < ت < ب ۲) پ < ت < آ < ب ۳) آ < ب < پ < ت ۴) پ < آ < ب < ت

۱۱. عدد جرمی X برابر ۲۰۰ و تعداد نوترون‌های آن ۱/۵ برابر تعداد پروتون‌ها است. تعداد الکترون‌های X کدام است؟ (المپیاد شیمی ۸۵)
۱) ۷۸ ۲) ۷۹ ۳) ۸۰ ۴) ۸۱

۱۲. در یون حاصل از M^{165}، اختلاف تعداد نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۶ و تعداد الکترون‌ها ۳ تا کم‌تر از تعداد پروتون‌ها است. عدد اتمی این عنصر کدام است؟
۱) ۸۷ ۲) ۷۹ ۳) ۸۱ ۴) ۸۲

۱۳. اگر در یون M^{2+} تعداد نوترون‌ها ۱/۲۵ 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 زیراتمی آن $2Z+2$ است.
ب) اگر به اتم $^{A}_{Z}X$ سه پروتون اضافه کنیم به $^{A+3}_{Z+3}X$ تبدیل می‌شود.
پ) اختلاف تعداد الکترون‌ها در $^{71}_{35}Cl^{-}$ و $^{25}_{12}Mg^{2+}$ برابر ۱۶ است.
ت) برای همهٔ عنصرها عدد جرمی همواره برابر یا بیش از دو برابر عدد اتمی است.
ث) اگر در یون $^{100}M^{2+}$، 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 هستهٔ اتم A برابر ۷۷ و اختلاف آن‌ها ۱ باشد، به ترتیب تعداد الکترون‌های یون A^{2+} و عدد اتمی A کدام است؟
۱) ۴۰ ، ۳۸ ۲) ۳۷ ، ۳۹ ۳) ۳۶ ، ۳۸ ۴) ۴۱ ، ۳۹

۱۶. تعداد الکترون‌های کدام گونه با سایر گونه‌ها برابر نیست؟ (المپیاد شیمی ۹۰)
۱) NO_2^+ ۲) CNO^- ۳) OF_2 ۴) CO_2

۱۷. اگر تعداد الکترون‌ها در دو ذرهٔ ^{A}M و $^{A}X^{n+}$ برابر باشد، چند مورد از عبارت‌های زیر در مورد مقایسهٔ این دو ذره درست است؟
آ) عدد اتمی X به اندازهٔ 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؟

● نقطهٔ جوش ● آرایش الکترونی ● نیم‌عمر ● پایداری
● موقعیت در جدول دوره‌ای ● عدد اتمی ● عدد جرمی ● جرم اتمی
● فراوانی

۱) ۳ ۲) ۷ ۳) ۴ ۴) ۶

۱۹. چند مورد از عبارت‌های زیر نادرست است؟

آ) در همهٔ 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 هستهٔ این اتم ۱ باشد، کدام‌یک 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؟

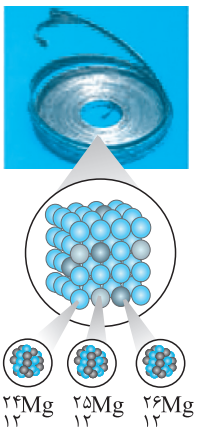
۱) هر چه نیم‌عمر یک ایزوتوپ بیش‌تر باشد، پایداری آن کم‌تر است.

۲) بین تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های هستهٔ یک اتم همواره رابطهٔ $N > p$ وجود دارد.

۳) اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار پروتون‌ها به نوترون‌های آن‌ها برابر یا بیش از ۱/۵ است، ناپایدارند.

۴) خواص شیمیایی کلیهٔ ایزوتوپ‌های منیزیم مشابه است.

۲۲. با توجه به شکل، چند مورد از عبارت‌های 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 عبارت‌های 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.

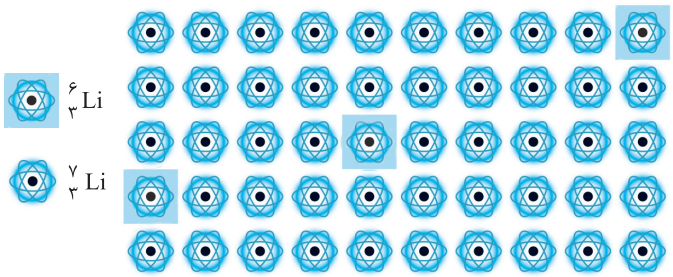
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

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 $^{7}_{4}Li$ پایدارتر است.

ت) در این نمونه تعداد نوترون‌ها ۴۸ تا بیش‌تر از تعداد پروتون‌ها است.

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۱ ۴) ۴

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

آ) ۵ ایزوتوپ ناپایدار دارد که همگی ساختگی هستند.

ب) یک نمونهٔ 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 هستهٔ ایزوتوپ سنگین‌تر ۲ نوترون وجود دارد.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۲۸. نسبت شمار نوترون‌ها به شمار پروتون در سنگین‌ترین ایزوتوپ طبیعی عنصر هیدروژن، کدام است؟ (سراسری تجربی- ۹۸)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۷

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

«در یک نمونهٔ طبیعی اتم منیزیم ..... اتم ..... ، ایزوتوپی که جرم ..... دارد، فراوانی ..... دارد.»

آ) مانند ، هیدروژن ، کم‌تری ، بیش‌تری

ب) مانند ، لیتیم ، بیش‌تری ، بیش‌تری

پ) برخلاف ، لیتیم ، کم‌تری ، بیش‌تری

ت) برخلاف ، هیدروژن ، کم‌تری ، بیش‌تری

۱) (ب) , (ت) ۲) فقط (آ) ۳) (آ) , (پ) ۴) (پ) , (ت)

مسائل نیم‌عمر

۳۰. جرم یک مادهٔ پرتوزا در هر ۳۰۰ ثانیه نصف می‌شود. اگر جرم اولیهٔ 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 اولیهٔ یک مادهٔ 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

۳۲. نیم‌عمر یک مادهٔ پرتوزا ۸ روز است. پس از ۳۲ روز، چند درصد از هسته‌های این ماده دچار واپاشی می‌شود؟ (سراسری ریاضی- ۹۵)

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) $\frac{1}{2}$ ۴) $\frac{1}{4}$

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

۱) ^{71}Zn ۲) ^{235}U ۳) ^{3}H ۴) ^{18}O

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

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

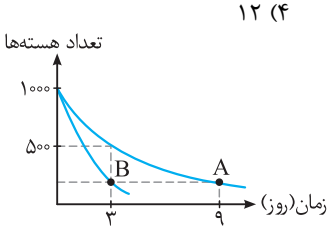
۳۶. ۸۰۰ گرم از یک مادهٔ پرتوزا که نیم‌عمر آن ۳۶ دقیقه است را در نظر بگیرید. پس از گذشت چند دقیقه مقدار انرژی حاصل از مصرف شدن این ماده سه برابر مقدار انرژی است که از جرم باقی‌ماندهٔ آن می‌توان آزاد کرد؟ $(c = 3\times10^{8}\,m/s)$

۱) ۱۰۸ ۲) ۷۲ ۳) ۳۶ ۴) ۱۰۸

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

۱) ۳۶ ۲) ۲۸ ۳) ۱۴ ۴) ۱۲

۳۸. نمودار تعداد هسته‌های دو مادهٔ پرتوزای A و B بر حسب زمان مطابق شکل مقابل است. پس از چند روز، $\frac{1}{32}$ هسته‌های مادهٔ B فعال باقی می‌ماند؟ (خارج از کشور، ریاضی ۹۵، درس فیزیک)



۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

تکنسیم، رادیوایزوتوپ و رادیودارو

۳۹. کدام گزینه دربارهٔ عنصر تکنسیم ($^{99}_{43}Tc$) 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 نوترون‌ها به پروتون‌ها برابر یا بیش از ۱/۵ 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 $^{99}_{43}Tc$ درست‌اند؟ (فارغ از کشور، تجربی ۹۸)

- در تصویربرداری از غدهٔ تیروئید، کاربرد دارد.
- نخستین عنصری است که در واکنشگاه هسته‌ای ساخته شد.
- اندازهٔ یون آن درست به اندازهٔ یون یُدید 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}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) صفر

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؟

۱) $^{32}_{16}S^{2-}$ ۲) $^{26}_{12}Mg^{2+}$ ۳) $^{35}_{17}Cl^{-}$ ۴) $^{18}_{8}O^{2-}$

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 ۰/۹۸ است.

۴۵. اگر تعداد ذره‌های باردار درون هستهٔ اتم اورانیم برابر ۹۲ باشد، مجموع تعداد ذره‌های زیراتمی در یون حاصل از این 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 عنصرها ـ جرم اتمی ـ جرم اتمی میانگین

مقدمه‌ای 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 عنصرها 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 عنصرها، مشابه آن‌چه که امروزه آن را می‌شناسیم، پی برد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

Answers

پاسخ فصل ۱ کیهان زادگاه الفبای هستی

۱ ۱ ۲ ۳ ۴

هر چهار عبارت، نادرست هستند.

همان‌طور که در صفحهٔ ۲ کتاب درسی آمده، پاسخ به پرسش چگونگی شکل گرفتن هستی، بیش‌تر جنبهٔ 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 (شکل‌گیری جهان کنونی و پدیده‌های طبیعی) در قالب علوم تجربی امکان‌پذیر است و تلاش برای پاسخ به آن‌ها موجب شد تا دانش ما دربارهٔ جهان مادی افزایش یابد.

بنابراین عبارت (آ)، نادرست است.

ب) نادرست. *وویجر (۱) قبل از خروج از سامانهٔ خورشیدی (همون منظومهٔ شمسی) از زادگاه خود (یعنی زمین) یک عکس سلفی! از فاصلهٔ تقریباً ۷ میلیارد (۷×۱۰^{۹}) کیلومتری گرفت و ارسال کرد. می‌گم سلفی به خاطر اینه که خودش بیش‌تر تو عکس افتاده تا زمین! (به شکل صفحهٔ ۲ کتاب درسی نگاه کنید).*

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

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

ت) نادرست. شناسنامهٔ فیزیکی و شیمیایی (هر دو) شامل موارد ذکرشده در این گزینه است نه شناسنامهٔ فیزیکی به تنهایی.

۲ ۱ ۲ ۳ ۴

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

۱- ترتیب درصد فروانی هشت عنصر در سیارهٔ زمین و نوع این عنصرها (فلز، نافلز و شبه‌فلز) به‌صورت زیر است:

Fe	>	O	>	Si	>	Mg	>	Ni	>	S	>	Ca	>	Al
↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓
فلز		نافلز		شبه‌فلز		فلز		فلز		نافلز		فلز		فلز

۲- ترتیب درصد فراوانی هشت عنصر در سیارهٔ مشتری و نوع این عنصرها به‌صورت زیر است:

H	>	He	>	C	>	O	>	N	>	S	>	Ar	>	Ne
↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓
نافلز		گازنجیب (نافلز)		نافلز		نافلز		نافلز		نافلز		گازنجیب (نافلز)		گازنجیب (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- در بین هشت عنصر فراوان زمین، گاز نجیب وجود ندارد در حالی‌که در سیارهٔ مشتری سه عنصر ($\frac{۳}{۸}$) گاز نجیب هستند.

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

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

بررسی گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): درست. فراوان‌ترین عنصر زمین (آهن) دارای فراوانی حدود ۴۰ درصد است. بنابراین همهٔ عناصر فراوان در زمین دارای درصد فراوانی کم‌تر از پنجاه هستند.

گزینهٔ (۲): درست. فراوان‌ترین عنصر سیارهٔ مشتری، هیدروژن با درصد فراوانی حدود ۹۰ درصد است. بنابراین در خوش‌بینانه‌ترین حالت، هفت عنصر بعدی در این سیاره مجموعاً دارای درصد فراوانی حدود ۱۰ درصد هستند (کم‌تر از بیست درصد).

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

$$\frac{\text{تعداد عنصرهای جامد}}{\text{تعداد کل عنصرها}} = \frac{۷}{۸} \times ۱۰۰ = \frac{۷۰۰}{۸} = ۸۷/۵ \simeq ٪۸۸$$

گزینهٔ (۴): *درسته، آخرین ... دقیقاً منظورشون اکسیژن و گوگرده!!*

۳ ۱ ۲ ۳ ۴

هر پنج عبارت درست هستند.

اجازه بدهید تک تک عبارت‌ها را بررسی کنیم:

آ) درست. در سیارهٔ مشتری همهٔ عناصر فراوان نافلز هستند.

ب و پ) درست. در بین هشت عنصر فراوان سیارهٔ زمین، پنج عنصر فلز، دو عنصر نافلز (اکسیژن و گوگرد) و یک عنصر هم شبه‌فلز (سیلیسیم) است. پس در بین عناصر فراوان زمین گاز نجیب وجود ندارد. توجه کنید که طبق تقسیم‌بندی عناصر در کتاب درسی شبه‌فلزها یک دستهٔ جداگانه از عناصر هستند.

ت) درست. رتبهٔ نافلز گوگرد در بین عناصر فراوان هر دو سیاره، ششم است.

ث) درست. همان‌گونه که در توضیح عبارت (ب) گفته شد، در سیارهٔ زمین (سیارهٔ سنگی):

$$\frac{\text{تعداد عناصر فلزی زمین}}{\text{تعداد عناصر نافلزی زمین}} = \frac{۵}{۲} = ۲/۵$$

باز هم تأکید می‌کنم که سیلیسیم یک شبه‌فلز است.

۴ ۱ ۲ ۳ ۴

ابتدا پاسخ درست هر چهار سؤال را مشخص می‌کنیم:

آ) زمین و مشتری به ترتیب سومین و پنجمین سیارهٔ نزدیک به خورشید هستند.

ب) اخترشیمی، یکی از شاخه‌های علم شیمی است که به مطالعهٔ مولکول‌های موجود در فضای بین ستاره‌ای می‌پردازد.

در سته 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 خالی از لطف نیست.

پ) $\frac{۳}{۸}$ عناصر فراوان مشتری را گازهای نجیب (هلیم، آرگون و نئون) تشکیل داده‌اند، بنابراین:

$$\frac{۳}{۸} \times ۱۰۰ = \frac{۳۰۰}{۸} = ٪۳۷/۵$$

ت) در بین هشت عنصر فراوان سیارهٔ زمین اصلاً گاز نجیب وجود ندارد. یعنی هیچی ... .

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

۵ ۱ ۲ ۳ ۴

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

پیدایش سحابی‌ها $\xrightarrow[\text{دما و تراکم}]{\text{گذر زمان، کاهش}}$ پیدایش عنصرهای هیدروژن و هلیم ⇒ پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها

دلایل نادرستی سایر گزینه‌ها:

گزینهٔ (۱): توزیع ناهمگون عنصرها در جهان هستی (مثلاً مقایسهٔ زمین و مشتری) و ... باعث شد تا دانشمندان بتوانند چگونگی پیدایش عنصرها را توضیح دهند.

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

گزینهٔ (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 هلیم که به ترتیب فراوان‌ترین عناصر موجود در سیارهٔ مشتری هستند، به‌وجود آمدند.

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

پ) نادرست. مجموعهٔ 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 *(خدا رحمتشون 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 هستهٔ این عناصر سبک طی واکنش‌های همجوشی به هم متصل شده و عناصر سنگین (مثل آهن و طلا) را پدید می‌آورد.

دما و اندازهٔ 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 رابطهٔ مستقیم برقرار است.

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

ت) درست. به عامل اندازهٔ 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

$$n + {}^{۴}_{۲}He \rightarrow {}^{۲۴}_{۱۲}Mg$$

از به هم پیوستن ۶ اتم ${}^{۴}_{۲}He$، یک اتم ${}^{۲۴}_{۱۲}Mg$ 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 هلیم قبل از تشکیل سحابی‌ها و از ذرات زیراتمی پدید آمدند.

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

$${}^{A}_{Z}E^{q}$$

عدد جرمی (A): مجموع تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها

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 محاسبهٔ تعداد ذره‌های زیراتمی از روابط سادهٔ زیر استفاده می‌کنیم:

تعداد نوترون‌ها : $N = A - Z$

تعداد پروتون‌ها : $p = Z$

تعداد الکترون‌ها : $e = Z - (q)$

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

$${}^{۳۴}_{۱۶}S^{۲-} : \begin{cases} p = Z = ۱۶ \\ N = A - Z = ۳۴ - ۱۶ = ۱۸ \quad \Rightarrow N - e = ۰ \\ e = Z - (q) = ۱۶ - (-۲) = ۱۸ \end{cases}$$

$$^{۷۰}_{۳۵}Br^{-}: \begin{cases} p = Z = ۳۵ \\ N = A - Z = ۷۰ - ۳۵ = ۳۵ \\ e = Z - (q) = ۳۵ - (-۱) = ۳۶ \end{cases} \Rightarrow |N - e| = ۱$$

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

$$^{۲۷}_{۱۳}Al^{۳+}: \begin{cases} p = ۱۳ \\ N = ۱۴ \\ e = ۱۳ - (۳) = ۱۰ \end{cases} \Rightarrow N - e = ۴$$

$$^{۶۵}_{۳۰}Zn^{۲+}: \begin{cases} p = ۳۰ \\ N = ۶۵ - ۳۰ = ۳۵ \\ e = ۳۰ - (۲) = ۲۸ \end{cases} \Rightarrow N - e = ۳۵ - ۲۸ = ۷$$

بنابراین مقایسهٔ موجود در گزینهٔ (۳) درست است.

۱۱ ۱ ۲ ۳ ۴

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

$$N + p = ۲۰۰$$

از طرف دیگر در این اتم $N = ۱/۵p$ است که اگر به جای n در رابطهٔ بالا $۱/۵p$ قرار دهیم به راحتی عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها) به‌دست می‌آید:

$$N + p = ۲۰۰ \Rightarrow ۱/۵p + p = ۲۰۰ \Rightarrow ۲/۵p = ۲۰۰ \Rightarrow p = Z = ۸۰$$

در یک اتم خنثی تعداد پروتون‌ها و الکترون‌ها برابر است $(p = e = ۸۰)$.

۱۲ ۱ ۲ ۳ ۴

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

$$N - e = ۶$$

یون حاصل از M حتماً یک کاتیون است، زیرا تعداد الکترون‌های آن کم‌تر از تعداد پروتون‌ها است. $e = p - ۳$

با جایگذاری این مقدار در عبارت اول $(N - e = ۶)$ داریم:

$$N - e = ۶ \Rightarrow N - (p - ۳) = ۶ \Rightarrow N - p + ۳ = ۶ \Rightarrow N - p = ۳$$

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

$$\begin{array}{r} N + p = ۱۶۵ \\ N - p = ۳ \\ \hline ۲N = ۱۶۸ \end{array} \Rightarrow N = ۸۴ \Rightarrow p = Z = ۸۱$$

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) $M^{۲+}$ برابر ۴۲ است. با توجه به این‌که یون $M^{۲+}$ یک کاتیون است: $p = e + ۲ \Rightarrow e = p - ۲ = ۴۲ - ۲ = ۴۰$

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

$$N = ۱/۲۵e \Rightarrow N = ۱/۲۵ \times ۴۰ = ۵۰$$

مجموع تعداد نوترون و الکترون در یون $M^{۲+}$ 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 $۲Z$ است.

تعداد نوترون‌ها $Z + ۲$، عنوان شده است، بنابراین:

$$\text{مجموع } e, p \text{ و } N = ۲Z + Z + ۲ = ۳Z + ۲$$

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 گونهٔ حاصل به‌صورت $^{A+۳}_{Z+۳}X^{۳+}$ درمی‌آید.

پ) نادرست.

$$^{۷۱}_{۳۵}Cl^{-}: e = Z - (q) \Rightarrow e = ۳۵ - (-۱) = ۳۶$$

$$^{۲۵}_{۱۲}Mg^{۲+}: e = Z - (q) \Rightarrow e = ۱۲ - (۲) = ۱۰$$

اختلاف الکترون این دو یون، ۲۶ است.

ت) نادرست. در مورد سبک‌ترین (و البته فراوان‌ترین) ایزوتوپ هیدروژن یعنی $^{۱}_{۱}H$، هستهٔ اتم فاقد نوترون است. در مورد این اتم عدد اتمی (Z) و عدد جرمی (A) برابرند.

و اما در مورد سایر اتم‌ها:

نکته: در همهٔ اتم‌ها (به‌جز $^{۱}_{۱}H$)، 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: $N - e = ۱۴$

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

$$p = e + ۲ \Rightarrow e = p - ۲ \xrightarrow{N-e=۱۴} N - (p - ۲) = ۱۴$$

$$\Rightarrow N - p = ۱۲$$

بنابراین:

$$\begin{array}{r} N + p = ۱۰۰ \\ N - p = ۱۲ \\ \hline ۲N = ۱۱۲ \end{array} \Rightarrow N = ۵۶ \Rightarrow p = Z = ۴۴$$

۱۵ ۱ ۲ ۳ ۴

همان‌گونه که گفته شد در هستهٔ یک اتم تعداد نوترون‌ها بزرگ‌تر یا حداقل مساوی تعداد پروتون‌ها است، یعنی $n \geq p$ (البته به‌جز هستهٔ اتم $^{۱}_{۱}H$).

بنابراین در این سؤال تعداد نوترون‌ها یک واحد بیش‌تر از تعداد پروتون‌ها است $(N = p + ۱)$.

$$N + p = ۷۷ \Rightarrow (p + ۱) + p = ۷۷ \Rightarrow p = Z = ۳۸$$

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

$$e = p - (q) \Rightarrow e = ۳۸ - (۲) = ۳۶$$

۱۶ ۱ ۲ ۳ ۴

نکته: برای محاسبهٔ تعداد الکترون‌های یک گونهٔ چنداتمی، مجموع عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها) را محاسبه کرده و بار یون را با حفظ علامت از آن کسر می‌کنیم.

البته طراح محترم انتظار داشتن (و ما هم از شما کنکوری‌های عزیز انتظار داریم) که عدد اتمی گونه‌های مهمی مثل $_{6}C$، $_{7}N$، $_{8}O$ و $_{9}F$ رو حفظ باشید.

$$NO_2^+ : e = (1\times N) + (2\times O) - (q)$$
$$\Rightarrow e = (1\times 7) + (2\times 8) - (+1) = 22$$
$$CNO^- : e = (1\times C) + (1\times N) + (1\times O) - (q)$$
$$\Rightarrow e = (1\times 6) + (1\times 7) + (1\times 8) - (-1) = 22$$
$$CO_2 : e = (1\times 6) + (2\times 8) - (0) = 22$$
$$OF_2 : e = (1\times 8) + (2\times 9) - (0) = 26$$

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 اندازهٔ 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 اندازهٔ 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 ...

۱۹ ۱ ۲ ۳ ۴

دو عبارت (ب) و (ت) نادرست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

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

ب) نادرست.

نکته: منیزیم دارای سه ایزوتوپ (هم مکان است) که مقایسهٔ فراوانی این سه ایزوتوپ به‌صورت زیر است:

$$\underbrace{{}^{24}_{12}Mg}_{\text{ایزوتوپ سبک‌تر}} > \underbrace{{}^{26}_{12}Mg}_{\text{ایزوتوپ سنگین‌تر}} > {}^{25}_{12}Mg$$

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 (${}^{6}_{3}Li$ و ${}^{7}_{3}Li$) و منیزیم سه ایزوتوپ دارند.

۲۰ ۱ ۲ ۳ ۴

در یک کاتیون: $x^{n+} \Rightarrow p - n = e$ یا $p = e + n$

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

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

منظور از ذره‌های باردار و بدون بار موجود در هسته به ترتیب پروتون و نوترون‌ها است که در همهٔ اتم‌ها (به غیر از ${}^{1}_{1}H$)، 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 ${}^{27}_{13}B$ دقیقاً خود M است، در حالی‌که ایزوتوپ‌های یک عنصر عدد اتمی مشابه (مثلاً هر دو ۱۳) و عدد جرمی متفاوت دارند.

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

۲۱ ۱ ۲ ۳ ۴

از موارد مشابه در بین ایزوتوپ‌های یک عنصر خواص شیمیایی مشابه است. یعنی همهٔ 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.

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

گزینهٔ (۲): رابطهٔ بین تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های یک هسته به صورت $N \geq p$ است. *تازه اگر به علامت مساوی هم گیر ندیم، اتم هیدروژن $({}^{1}_{1}H)$ فوردش استثناء بزرگی است. هستهٔ این اتم فاقد نوترون است.*

گزینهٔ (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 ۱/۵ است، ناپایدارند $(\frac{N}{Z} \geq 1/5)$.

۲۲ ۱ ۲ ۳ ۴

دو عبارت (پ) و (ت) درست هستند. با اجازهٔ 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 $({}^{24}_{12}Mg)$ فراوان‌ترین و پایدارترین ایزوتوپ است (دلیل نادرستی عبارت (ب)). از طرف دیگر همهٔ 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 همهٔ ایزوتوپ‌های منیزیم با اکسیژن هوا یکسان است (عبارت (آ) نادرست است). در مورد عبارت (ت) توجه کنید که مقایسهٔ فراوانی ایزوتوپ‌های منیزیم به‌صورت زیر است:

$${}^{24}_{12}Mg > {}^{26}_{12}Mg > {}^{25}_{12}Mg$$

بنابراین تعداد نوترون‌ها در ایزوتوپ با فراوانی کم‌تر $({}^{25}_{12}Mg)$ برابر $(A-Z)$ ۱۳ است.
از طرف دیگر می‌دانید (البته بعداً به آن به‌صورت کامل خواهیم پرداخت) که پایدارترین رادیوایزوتوپ هیدروژن ${}^{3}_{1}H$ است که در این ایزوتوپ تعداد نوترون‌ها برابر ۲ است $(A-Z=2)$. بنابراین:

$$\frac{\text{تعداد نوترون در } {}^{25}_{12}Mg}{\text{تعداد نوترون در } {}^{3}_{1}H} = \frac{13}{2} = 6/5$$

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- مقایسهٔ فراوانی این هفت ایزوتوپ به‌صورت زیر است:

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

۲- سه ایزوتوپ $({}^{1}_{1}H، {}^{2}_{1}H، {}^{3}_{1}H)$ ایزوتوپ‌های طبیعی هستند و چهار ایزوتوپ $({}^{4}_{1}H$ تا ${}^{7}_{1}H)$ ساختگی هستند.
۳- پنج ایزوتوپ از میان هفت ایزوتوپ، رادیوایزوتوپ محسوب می‌شوند. چهار رادیوایزوتوپ ساختگی (از ${}^{4}_{1}H$ تا ${}^{7}_{1}H$) و یک رادیوایزوتوپ طبیعی است $({}^{3}_{1}H)$.
۴- درصد فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ حدود ۹۹/۹۸ درصد و بیش از سایرین است.
۵- ایزوتوپ ${}^{3}_{1}H$، نیم‌عمری معادل ۱۲/۳۲ سال دارد. یعنی این ایزوتوپ هم به نوعی ناپایدار است.

آ) درست. تعداد کل ایزوتوپ‌های هیدروژن ۷ و تعداد ایزوتوپ‌های پایدار $({}^{1}_{1}H$ و ${}^{2}_{1}H)$، ۲ است. نسبت این دو، برابر ۳/۵ است. توجه کنید که ${}^{3}_{1}H$ طبیعی ولی ناپایدار است.

ب) درست. سبک‌ترین ایزوتوپ هیدروژن ${}^{1}_{1}H$ است که فاقد نوترون است. سنگین‌ترین ایزوتوپ هیدروژن هم ${}^{7}_{1}H$ است که تعداد نوترون آن ۶ است. بنابراین تفاوت تعداد نوترون‌ها در سبک‌ترین و سنگین‌ترین ایزوتوپ، ۶ واحد است.

پ) نادرست. دومین و آخرین ایزوتوپ هیدروژن به ترتیب ${}^{2}_{1}H$ و ${}^{7}_{1}H$ هستند. اختلاف تعداد نوترون‌ها در این دو گونه ۵ است.

ت) درست. هیدروژن دارای ۵ رادیوایزوتوپ است که چهار تا ساختگی و یکی $({}^{3}_{1}H)$ طبیعی است.

۲۴ ۱ ۲ ۳ ۴

هر چهار عبارت درست است.

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

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

$$\frac{N}{Z} \geq 1/5 \Rightarrow \frac{A-Z}{Z} \geq 1/5 \Rightarrow \frac{A}{Z} - 1 \geq 1/5 \Rightarrow \frac{A}{Z} \geq 2/5$$

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

$$\frac{Z}{A} \leq \frac{1}{2/5} \Rightarrow \frac{Z}{A} \leq 0/4$$

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

$$\frac{A}{Z} \geq 2/5$$

ت) درست.

$$\frac{N}{p} \geq 1/5 \Rightarrow \frac{p}{N} \leq \frac{1}{1/5} \Rightarrow \frac{p}{N} \leq 0/66$$

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 ۲۲ خواهد بود. بنابراین نماد این عنصر ${}^{42}_{20}M$ است (همان ${}^{42}_{20}A$) که فقط با ${}^{44}_{20}D$ (عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوت) ایزوتوپ است. حتماً توجه داشته‌اید که ${}^{42}_{20}A$ دقیقاً همان عنصر M است و ایزوتوپ M محسوب نمی‌شود.

۲۶ ۱ ۲ ۳ ۴

سه عبارت (آ)، (پ) و (ت) نادرست است.

بررسی عبارت‌ها:

آ) نادرست. در اتم منیزیم، سبک‌ترین ایزوتوپ ($^{24}_{12}Mg$) فراوان‌ترین ایزوتوپ است. در حالی‌که مطابق شکل ایزوتوپ سنگین‌تر لیتیم ($^{7}_{3}Li$) نسبت به ایزوتوپ سبک‌تر ($^{6}_{3}Li$) فراوانی بیش‌تری دارد.

ب) درست. در این شکل در برابر هر ۳ ایزوتوپ سبک ($^{6}_{3}Li$)، ۴۷ ایزوتوپ سنگین ($^{7}_{3}Li$) وجود دارد. بنابراین درصد ایزوتوپ سنگین‌تر برابر است با:

$$\text{٪}\,{}^{7}_{3}Li = \frac{\text{تعداد ایزوتوپ مورد نظر}}{\text{تعداد کل ایزوتوپ‌ها}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \frac{۴۷}{۵۰} \times ۱۰۰ = \text{٪}۹۴$$

درصد ایزوتوپ سبک‌تر ٪۶ است، بنابراین:

$$\frac{\text{درصد فراوانی } {}^{7}_{3}Li}{\text{درصد فراوانی } {}^{6}_{3}Li} = \frac{۹۴}{۶} \simeq ۱۵/۶۶ > ۱۵$$

پ) نادرست. ایزوتوپ $^{7}_{3}Li$ پایدارتر است ولی این ایزوتوپ خاصیت پرتوزایی ندارد یعنی رادیوایزوتوپ نیست.

ت) نادرست. با توجه به حضور ۴۷ اتم $^{7}_{3}Li$ و ۳ اتم $^{6}_{3}Li$ در این نمونه:

$$^{7}_{3}Li: \begin{cases} p = ۳ \\ N = ۴ \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} \text{تعداد نوترون‌ها} = ۴۷ \times ۴ = ۱۸۸ \\ \text{تعداد پروتون‌ها} = ۴۷ \times ۳ = ۱۴۱ \end{matrix}$$

$$^{6}_{3}Li: \begin{cases} p = ۳ \\ N = ۳ \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} \text{تعداد نوترون‌ها} = ۳ \times ۳ = ۹ \\ \text{تعداد پروتون‌ها} = ۳ \times ۳ = ۹ \end{matrix}$$

$$\Rightarrow \text{اختلاف} = ۴۷ \begin{matrix} \text{تعداد کل نوترون‌ها در این نمونه} = ۱۸۸ + ۹ = ۱۹۷ \\ \text{تعداد کل پروتون‌ها در این نمونه} = ۱۴۱ + ۹ = ۱۵۰ \end{matrix}$$

۲۷ ۱ ۲ ۳ ۴

دو عبارت (آ) و (ت) نادرست هستند.

آ) نادرست. *درسته که هیدروژن پنج ایزوتوپ ناپایدار یا رادیوایزوتوپ دارد ولی همگی ساختگی نیستند و یکی از آن‌ها یعنی $^{3}_{1}H$ طبیعی و نیم‌عمری معادل ۱۲/۳۲ سال داره.*

ب) درست. دقیقاً یک نمونهٔ طبیعی هیدروژن مخلوطی از سه ایزوتوپ $^{1}_{1}H$، $^{2}_{1}H$ و $^{3}_{1}H$ است.

پ) درست. تنها ایزوتوپ ناپایدار طبیعی هیدروژن، $^{3}_{1}H$ است. تعداد ایزوتوپ‌های با نیم‌عمر کم‌تر از یک ثانیه (*اتفاقاً خیلی خیلی کم‌تر از یک ثانیه*) هم ۴ تا هستند (*همان ایزوتوپ‌های ساختگی*) که این نسبت برابر $\frac{۱}{۴}$ یا ٪۲۵ است.

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

۲۸ ۱ ۲ ۳ ۴

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

$$^{3}_{1}H \Rightarrow p = ۱,\ n = A - Z = ۳ - ۱ = ۲ \Rightarrow \frac{n}{p} = ۲$$

۲۹ ۱ ۲ ۳ ۴

در اتم‌های منیزیم و هیدروژن، ایزوتوپ‌های سبک‌تر پایدارتر و فراوان‌ترند، برعکس در مورد اتم لیتیم ایزوتوپ سنگین‌تر ($^{7}_{3}Li$) فراوانی بیش‌تری دارد. فقط عبارت‌های (آ) و (پ)، جملهٔ مورد نظر را به درستی کامل می‌کنند.

۳۰ ۱ ۲ ۳ ۴

برای حل این سؤال‌ها از دو روش استفاده می‌کنیم.

روش اول: با توجه به صورت سؤال اگر ۲۰۰۰ گرم مادهٔ 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 به‌صورت پیاپی انجام می‌شود. بنابراین:

۲۰۰۰ گرم —(۵ دقیقه)→ ۱۰۰۰ گرم —(۵ دقیقه)→ ۵۰۰ گرم —(۵ دقیقه)→ ۲۵۰ گرم

۲۵۰ گرم —(۵ دقیقه)→ ۱۲۵ گرم —(۵ دقیقه)→ ۶۲/۵ گرم —(۵ دقیقه)→ ۳۱/۲۵ گرم

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

روش دوم:

برای حل سؤالات نیم‌عمر ($T_{\frac{۱}{۲}}$) می‌توان از روابط زیر نیز کمک گرفت:

$$T_{\frac{۱}{۲}} = \frac{\Delta t}{n} \qquad ۲^{n} = \frac{\text{مقدار اولیه}}{\text{مقدار باقی‌مانده}}$$

که n در رابطهٔ فوق تعداد دفعات نصف شدن، Δt زمان کل فرایند و $T_{\frac{۱}{۲}}$ زمان نیم‌عمر است.

با استفاده از فرمول‌های فوق داریم: $T_{\frac{۱}{۲}} = ۳۰۰\,s = ۵\,min$

$$T_{\frac{۱}{۲}} = \frac{\Delta t}{n} \Rightarrow ۵ = \frac{۳۰}{n} \Rightarrow n = ۶$$

$$۲^{n} = \frac{\text{مقدار اولیه}}{\text{مقدار باقی‌مانده}} \Rightarrow ۲^{۶} = \frac{۲۰۰۰}{\text{مقدار باقی‌مانده}}$$

$$\Rightarrow \text{مقدار باقی‌مانده} = ۳۱/۲۵g$$

۳۱ ۱ ۲ ۳ ۴

روش اول: با استفاده از نمودار زیر داریم:

۶۰۰ گرم —← ۳۰۰ گرم —← ۱۵۰ گرم —← ۷۵ گرم

با توجه به نمودار مشخص می‌شود که جرم مادهٔ 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:

$$۲^{n} = \frac{\text{مقدار اولیه}}{\text{مقدار باقی‌مانده}} \Rightarrow ۲^{n} = \frac{۶۰۰}{۷۵} = ۸ \Rightarrow ۲^{n} = ۸ \Rightarrow n = ۳$$

$$T_{\frac{۱}{۲}} = \frac{\Delta t}{n} \Rightarrow T_{\frac{۱}{۲}} = \frac{۱۵}{۳} = ۵ \text{ روز}$$

۳۲ ۱ ۲ ۳ ۴

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

روش اول:

۱۰۰ —(۸ روز)→ ۵۰ —(۸ روز)→ ۲۵ —(۸ روز)→ ۱۲/۵ —(۸ روز)→ ۶/۲۵

$$\text{جرم واپاشی‌شده (مصرف‌شده)} = ۱۰۰ - ۶/۲۵ = ۹۳/۷۵g$$

$$\text{درصد واپاشی‌شده} = \frac{\text{جرم واپاشی‌شده (مصرف‌شده)}}{\text{جرم اولیه}} \times ۱۰۰$$

$$= \frac{۹۳/۷۵}{۱۰۰} \times ۱۰۰ = ۹۳/۷۵\,\text{٪}$$

روش دوم:

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\Delta t}{n} \Rightarrow n = \frac{۳۲}{۸} = ۴$$

$$۲^n = \frac{\text{مقدار اولیه}}{\text{مقدار باقی‌مانده}} \Rightarrow ۲^۴ = \frac{۱۰۰}{\text{مقدار باقی‌مانده}}$$

$$\Rightarrow \text{مقدار باقی‌مانده} = ۶/۲۵g$$

$$\text{مقدار واپاشی‌شده} = ۱۰۰ - ۶/۲۵ = ۹۳/۷۵g$$

$$\text{درصد واپاشی‌شده} = \frac{۹۳/۷۵}{۱۰۰} \times ۱۰۰ = ۹۳/۷۵٪$$

۳۳ ۱ ۲ ۳ ۴

روش اول: اگر موافق هستید جرم اولیهٔ 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.

ساعت ۴ = زمان کل فرایند ⇒ A ⇒ ۱۰۰ (۲ ساعت) ۵۰ (۲ ساعت) ۲۵

برای مادهٔ B هم این کار را تکرار می‌کنیم.

ساعت ۱۶ = زمان کل فرایند ⇒ B ⇒ ۱۰۰ (۸ ساعت) ۵۰ (۸ ساعت) ۲۵

پس:

$$\frac{\text{زمان کل فرایند برای مادهٔ A}}{\text{زمان کل فرایند برای مادهٔ B}} = \frac{۴}{۱۶} = \frac{۱}{۴}$$

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

$$\text{مادهٔ A} \Rightarrow ۲^n = \frac{\text{مقدار اولیه}}{\text{مقدار باقی‌مانده}} = \frac{۱۰۰}{۲۵} = ۴ \Rightarrow n = ۲$$

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\Delta t}{n} \Rightarrow \Delta t = ۲ \times ۲ = ۴ \text{ ساعت}$$

$$\text{مادهٔ B} \Rightarrow ۲^n = \frac{\text{مقدار اولیه}}{\text{مقدار باقی‌مانده}} = \frac{۱۰۰}{۲۵} = ۴ \Rightarrow n = ۲$$

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\Delta t}{n} \Rightarrow \Delta t = ۸ \times ۲ = ۱۶ \text{ ساعت}$$

$$\frac{\text{زمان کل فرایند برای مادهٔ A}}{\text{زمان کل فرایند برای مادهٔ B}} = \frac{۴}{۱۶} = \frac{۱}{۴}$$

۳۴ ۱ ۲ ۳ ۴

روش اول: اگر جرم اولیهٔ ماده را ۱۰۰ گرم در نظر بگیریم با از دست رفتن ۹۶/۸۷۵ درصد (معادل ۹۶/۸۷۵ گرم) مقدار باقی‌ماندهٔ مادهٔ مورد نظر ۳/۱۲۵ (۱۰۰ − ۹۶/۸۷۵) خواهد بود.

۱۰۰ (۲ ساعت) ۵۰ (۲ ساعت) ۲۵ (۲ ساعت) ۱۲/۵ (۲ ساعت) ۶/۲۵ (۲ ساعت) ۳/۱۲۵

با توجه به این‌که زمان کل فرایند ۶۱/۶ 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 $^{۳}_{۱}H$ یعنی فراوان‌ترین رادیوایزوتوپ هیدروژن است.

روش دوم:

$$۲^n = \frac{\text{مقدار اولیه}}{\text{مقدار باقی‌مانده}} = \frac{۱۰۰}{۳/۱۲۵} = ۳۲ \Rightarrow n = ۵$$

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\Delta t}{n} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = \frac{۶۱/۶}{۵} = ۱۲/۳۲ \text{ سال}$$

۳۵ ۱ ۲ ۳ ۴

روش اول: اگر فرض کنیم جرم اولیهٔ 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.

۱۰۰ (۲ روز) ۵۰ (۲ روز) ۲۵ (۲ روز) ۱۲/۵ (۲ روز) ۶/۲۵

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

روش دوم:

$$۲^n = \frac{\text{مقدار اولیه}}{\text{مقدار باقی‌مانده}} \Rightarrow ۲^n = \frac{۱۰۰}{۶/۲۵} \Rightarrow ۲^n = ۱۶ \Rightarrow n = ۴$$

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{\Delta t}{n} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = \frac{۸}{۴} = ۲ \text{ روز}$$

۳۶ ۱ ۲ ۳ ۴

جرم مادهٔ اولیه برابر ۸۰۰ گرم (۰/۸kg) است. اگر جرم مصرف‌شده از این ماده را a در نظر بگیریم مقدار انرژی حاصل از مصرف شدن این مقدار جرم برابر است با:

$$E_۱ = m_۱c^۲ \Rightarrow E_۱ = a \times (۳ \times ۱۰^۸)^۲ = ۹a \times ۱۰^{۱۶}$$

جرم باقی‌مانده (پس از مصرف a کیلوگرم) برابر (۰/۸ − a) است. مقدار انرژی که در صورت مصرف این ماده، می‌توان آزاد کرد، برابر است با:

$$E_۲ = m_۲c^۲ \Rightarrow E_۲ = (۰/۸ - a) \times (۳ \times ۱۰^۸)^۲ = (۰/۸ - a) \times ۹ \times ۱۰^{۱۶}$$

$$\Rightarrow E_۲ = (۷/۲ - ۹a) \times ۱۰^{۱۶}$$

در متن سؤال نسبت $\frac{E_۱}{E_۲} = ۳$ مدنظر است، بنابراین:

$$\frac{E_۱}{E_۲} = ۳ \Rightarrow \frac{۹a \times ۱۰^{۱۶}}{(۷/۲ - ۹a) \times ۱۰^{۱۶}} = ۳ \Rightarrow ۹a = ۲۱/۶ - ۲۷a$$

$$\Rightarrow ۳۶a = ۲۱/۶ \Rightarrow a = ۰/۶kg = ۶۰۰g$$

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.

۸۰۰g (۳۶ دقیقه) ۴۰۰g (۳۶ دقیقه) ۲۰۰g

بنابراین مدت زمان رسیدن به این جرم ۷۲ دقیقه است.

۳۷ ۱ ۲ ۳ ۴

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:

$$۱۰۰ \times \frac{۱}{۱۲۸} = ۰/۷۸۱۲۵g$$

۱۰۰ (۲ ساعت) ۵۰ (۲ ساعت) ۲۵ (۲ ساعت) ۱۲/۵ (۲ ساعت) ۶/۲۵ (۲ ساعت) ۳/۱۲۵ (۲ ساعت) ۱/۵۶۲۵ (۲ ساعت) ۰/۷۸۱۲۵

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

روش دوم:

$$۲^{n}=\frac{\text{مقدار اولیه}}{\text{مقدار باقی‌مانده}}=\frac{۱۰۰}{۰/۷۸۱۲۵}=۱۲۸\Rightarrow ۲^{n}=۱۲۸\Rightarrow n=۷$$

$$T_{\frac{۱}{۲}}=\frac{\Delta t}{n}\Rightarrow \Delta t=۲\times ۷=۱۴\ \text{ساعت}$$

۳۸ ۱ ۲ ۳ ۴

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

طبق نمودار مقدار باقی‌ماندهٔ مادهٔ A پس از ۹ روز، با مقدار باقی‌ماندهٔ B پس از ۳ روز برابر است.

با توجه به مقدار باقی‌ماندهٔ مادهٔ B می‌توان نوشت:

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

حالا باید حساب کنیم که $\frac{۱}{۳۲}$ هستهٔ باقی‌ماندهٔ مادهٔ B شامل چند هسته است:

$$۱۰۰۰\times\frac{۱}{۳۲}=۳۱/۲۵$$

بنابراین:

واضح است که در مدت ۵ روز، تعداد هسته‌های مادهٔ B از ۱۰۰۰ به ۳۱/۲۵ $(\frac{۱}{۳۲})$ می‌رسد.

۳۹ ۱ ۲ ۳ ۴

تکنسیم $(^{۹۹}_{۴۳}Tc)$ اولین عنصر ساختهٔ دست بشر است که با توجه به نیم‌عمر کم (حدود ۶ ساعت) نمی‌توان مقدار زیادی از آن را تولید و نگهداری کرد. (رد گزینهٔ (۱))

تعداد ذرات زیراتمی در اتم $^{۹۹}_{۴۳}Tc$ برابر است با:

$$^{۹۹}_{۴۳}Tc\Rightarrow p=Z=۴۳\ ,\ N=A-Z=۹۹-۴۳=۵۶$$

نسبت $\frac{N}{Z}$ در این اتم تقریباً برابر با ۱/۳ است $(۱/۳<۱/۵)$. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که اتم‌هایی هستند که عدد اتمی آن‌ها کوچک‌تر از ۸۴ و یا نسبت $\frac{N}{Z}$ آن‌ها کوچک‌تر از ۱/۵ است ولی ناپایدار بوده و خاصیت پرتوزایی دارند (دلیل درستی گزینهٔ (۲)).

از یون حاوی $^{۹۹}_{۴۳}Tc$ برای عکس‌برداری غدهٔ تیروئید استفاده می‌شود، زیرا اندازهٔ یون یدید (I^{-}) که میزان مصرف آن در غدهٔ تیروئید زیاد است با اندازهٔ یون حاوی $^{۹۹}_{۴۳}Tc$ مشابه است.

در مورد گزینهٔ (۴) همین بس که خدمتتان عرض کنیم که تعداد عناصر ساختهٔ دست بشر (تولید در راکتور) ۲۶ تا است نه ۹۲ تا!

۴۰ ۱ ۲ ۳ ۴

مورد اول: درست. مورد دوم: درست.

مورد سوم: نادرست. یون حاوی تکنسیم با یون یدید (I^{-}) اندازهٔ مشابهی دارد و به همین جهت غدهٔ تیروئید هنگام جذب یون I^{-}، یون حاوی تکنسیم را نیز جذب می‌کند.

مورد چهارم: درست.

۴۱ ۱ ۲ ۳ ۴

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.

درصد عناصر طبیعی $=\frac{۹۲}{۱۱۸}\times ۱۰۰\simeq$ درصد ۷۸

درصد عناصر مصنوعی $=\frac{۲۶}{۱۱۸}\times ۱۰۰\simeq$ درصد ۲۲

ب) نادرست. تکنسیم $(^{۹۹}_{۴۳}Tc)$ نخستین عنصر ساختهٔ دست بشر است ولی کاربرد آن تصویربرداری از غدهٔ تیروئید برای تشخیص بیماری آن است، یعنی برای درمان غدهٔ تیروئید از این عنصر استفاده نمی‌شود.

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

ت) نادرست. تمام این عبارت درست بود اگر به جای «اتم‌های» واژهٔ «یون‌های» قرار داده می‌شد. (حاشیهٔ صفحهٔ ۸ کتاب درسی)

۴۲ ۱ ۲ ۳ ۴

دو عبارت (ب) و (ت) نادرست هستند.

بررسی عبارت‌ها:

آ) درست. در شکل ۶ از صفحهٔ ۸ کتاب درسی، تصویری از دو رادیوایزوتوپ فسفر و تکنسیم آورده شده که در ایران تولید شده‌اند. بنابراین این دو عنصر رادیوایزوتوپ دارند. از طرف دیگر، دیدید که در حاشیهٔ صفحهٔ ۸ کتاب درسی از ^{۵۹}Fe که رادیوایزوتوپ آهن است، صحبت به میان آمده است. شکل صفحهٔ ۷ هم که نشان‌دهندهٔ این است که مس رادیوایزوتوپ دارد.

ب) نادرست. هم فسفر و هم هیدروژن رادیوایزوتوپ دارند.

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

ت) نادرست. این‌که اورانیم $(_{۹۲}U)$ شناخته‌شده‌ترین فلز پرتوزا است، قبول! ولی فقط از یکی از ایزوتوپ‌های آن یعنی ^{۲۳۵}U، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی استفاده می‌شود. *(فکر کنم بر نیست سری به صفحهٔ ۷ کتاب درسی بزنید)*

ث) درست.

۴۳ ۱ ۲ ۳ ۴

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.

$$\frac{A}{B}=\frac{۷۸}{۲۲}\simeq ۳/۵۵$$