

درسنامه ۲

ایزوتوپ‌ها

عدد اتمی و عدد جرمی

عدد اتمی (Z): تعداد پروتون‌های هستهٔ یک اتم را عدد اتمی (Z) آن اتم می‌نامند. واضح است که در یک اتم خنثی تعداد پروتون‌ها برابر با تعداد الکترون‌هاست. از این‌رو، عدد اتمی، تعداد الکترون‌های موجود در اتم خنثی را نیز مشخص می‌کند.

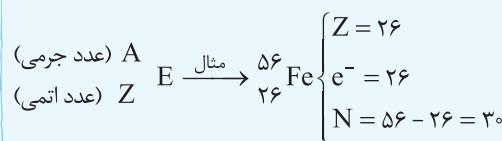
عدد جرمی (A): مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هستهٔ یک اتم را عدد جرمی (A) آن اتم می‌نامند.

$$\text{تعداد نوترون‌ها} + \text{تعداد پروتون‌ها} = \text{عدد جرمی}$$

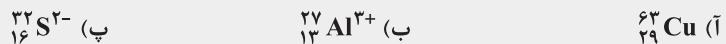
$$A = Z + N$$

نکته

شیوهٔ نمایش عدد اتمی و عدد جرمی پیرامون نماد یک عنصر (E) به صورت زیر است:



می‌خواهیم تعداد پروتون، الکترون و نوترون را در گونه‌های زیر تعیین کنیم:



پاسخ: آ) با توجه به نماد ${}^{63}_{29} \text{Cu}$ می‌توان گفت که عدد اتمی مس برابر ۲۹ است و بنابراین در این اتم ۲۹ پروتون وجود دارد. از آنجاکه اتم مس خنثی است، تعداد پروتون‌ها و تعداد الکترون‌های آن برابر می‌باشد و برابر ۲۹ تا است. حالا می‌توان با استفاده از رابطهٔ عدد جرمی، تعداد نوترون‌ها را نیز به دست آورد:

$$A = Z + N \Rightarrow N = A - Z = 63 - 29 = 34$$

ب) در ${}^{27}_{13} \text{Al}^{3+}$ تعداد پروتون‌ها برابر ۱۳ است. از آنجاکه این یون دارای بار + ۳ است، بنابراین اتم آلومینیم ۳ الکترون از دست داده و درنتیجه دارای ۱۰ الکترون است. برای محاسبهٔ تعداد نوترون‌ها هم می‌توان نوشت:

$$A = Z + N \Rightarrow N = A - Z = 27 - 13 = 14$$

پ) در ${}^{32}_{16} \text{S}^{2-}$ تعداد پروتون‌ها برابر ۱۶ است. از آنجاکه این یون دارای بار - ۲ است، بنابراین اتم گوگرد ۲ الکترون به دست آورده و درنتیجه دارای ۱۸ الکترون است. برای محاسبهٔ تعداد نوترون‌ها هم می‌توان نوشت:

$$A = Z + N \Rightarrow N = A - Z = 32 - 16 = 16$$

عدد جرمی عنصری ۴۰ و تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌های آن برابر ۴ است. عدد اتمی این عنصر را به دست آورید.

پاسخ: اولاً هواستون باشه که به جز اتم هیدروژن (H^1) که فاقد نوترون است، در سایر اتم‌ها تعداد نوترون‌ها از پروتون‌ها بیشتر است ($N \geq Z$)، دوماً به محاسبات زیر توجه کن!

$$\begin{cases} N + Z = 40 \\ N - Z = 4 \end{cases} \Rightarrow N = 22, Z = 18$$

ایزوتوپ‌های یک عنصر

- بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب در یک نمونه طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده، جرم یکسانی ندارند. برای مثال، بررسی یک نمونه منیزیم نشان می‌دهد که همه اتم‌های منیزیم در این نمونه یکسان نیست، بلکه مخلوطی از سه هم‌مکان (ایزوتوپ) هستند.

- ایزوتوپ‌ها اتم‌های یک عنصر هستند که عدد اتمی یکسان اما عدد جرمی متفاوت دارند. به عبارت دیگر، ایزوتوپ‌های یک عنصر، دارای تعداد پروتون‌ها و الکترون‌های برابر و تعداد نوترون‌های متفاوتی هستند.

نکته

۱- ایزوتوپ‌ها خواص شیمیایی یکسان دارند ولی برخی خواص وابسته به جرم آن‌ها مانند چگالی، نقطهٔ ذوب و نقطهٔ جوش متفاوت است. هواست بمع باشه‌ها! این تفاوت در ترکیب‌های شیمیایی دارای آن‌ها نیز مشاهده می‌شود.

۲- ایزوتوپ‌های یک عنصر، به دلیل داشتن خواص شیمیایی یکسان، در جدول دوره‌ای عنصرها تنها یک مکان را اشغال می‌کنند.

درسنامه ۲

پایداری ایزوتوپ‌ها

- هسته ایزوتوپ‌های ناپایدار، ماندگار نیست و با گذشت زمان متلاشی می‌شود. این ایزوتوپ‌ها پرتوزا هستند و اغلب براثر تلاشی (متلاشی شدن) افزون بر ذره‌های پرانرژی، مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می‌کنند.
- پایداری ایزوتوپ‌ها به تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های درون هسته آن‌ها بستگی دارد. برطبق یک قاعدة کلی، اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیش از $\frac{1}{5}$ باشد، ناپایدارند و با گذشت زمان متلاشی می‌شوند.

نکته

یکی از راه‌های تخمین زدن میزان پایداری یک ایزوتوپ، بررسی نیم عمر آن ایزوتوپ است. به طوری که هر چه نیم عمر آن ایزوتوپ بیشتر باشد، پایداری بالاتری دارد. هالا نیم عمر پیه (گله)! نیم عمر، زمان لازم برای متلاشی شدن نصف اتم‌های پرتوزای اولیه است.

مثال: زمان نیم عمر H^3 حدوداً برابر 4496 روز است. فرض کنید همین الان، یهوی! به شما دو گرم H^3 بدهند. با توجه به زمان نیم عمر آن می‌توان گفت که پس از گذشت 4496 روز، نصف مقداری که به شما داده شده است (یک گرم)، متلاشی می‌شود.

نکته

به ایزوتوپ‌های ناپایدار و پرتوزایی یک عنصر، رادیوایزوتوپ می‌گویند. برای مثال در جدول کتاب درسی به 7 ایزوتوپ هیدروژن اشاره شده است که 5 تای آن‌ها رادیوایزوتوپ به شمار می‌روند.

درصد فراوانی هر ایزوتوپ در طبیعت، همونطور که از اسمش تابلوئه!، نشان دهنده فراوانی ایزوتوپ موردنظر نسبت به سایر ایزوتوپ‌های آن عنصر است. با استفاده از رابطه زیر می‌توان درصد فراوانی یک ایزوتوپ را محاسبه کرد:

$$\frac{\text{تعداد اتم‌های آن ایزوتوپ}}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times 100 = \text{درصد فراوانی هر ایزوتوپ}$$

نکته

از میان ایزوتوپ‌های یک عنصر، هرکدام که درصد فراوانی بیشتری دارد، پایدارتر است.

کاربردهای رادیوایزوتوپ‌ها

- از 118 عنصر شناخته شده، تنها 92 عنصر در طبیعت یافت می‌شود، این بدان معنا است که 26 عنصر دیگر ساختگی است. تکنسیم (^{99}Tc) نخستین عنصری بود که در واکنشگاه هسته‌ای ساخته شد. این رادیوایزوتوپ در تصویربرداری پزشکی کاربرد ویژه‌ای دارد.

نکته

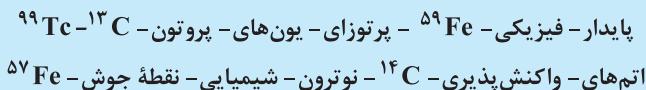
همه ^{99}Tc موجود در جهان باید به طور مصنوعی و با استفاده از واکنش‌های هسته‌ای ساخته شود. از آنجاکه زمان ماندگاری یا نیم عمر آن کم است، نمی‌توان آن را برای مدت طولانی نگهداشی کرد، بنابراین بسته به نیاز، آن را با یک مولد هسته‌ای تولید و سپس مصرف می‌کنند.

• رادیوایزوتوپ‌ها واقعاً خیلی خطرناک هستند اما بشر موفق به مهار و بهره‌گیری از آن‌ها شده است. اورانیم شناخته شده‌ترین فلز پرتوزایی است که از ایزوتوپ U^{235} آن، اغلب به عنوان سوخت در راکتورهای اتمی استفاده می‌شود. فراوانی این ایزوتوپ در مخلوط طبیعی اورانیم کمتر از $\frac{1}{7}$ درصد است. غنی‌سازی ایزوتوپی: به فرایندی که در آن مقدار یک ایزوتوپ خاص را در مخلوط ایزوتوپ‌های یک عنصر افزایش می‌دهند، غنی‌سازی ایزوتوپی می‌گویند. البته بگیما این واژه اغلب برای اورانیم به کار برده می‌شود، بدین معنی که به فرایندی که در آن مقدار ایزوتوپ U^{235} را در مخلوط ایزوتوپ‌های اورانیم (که شامل U^{235} و U^{238} می‌باشد) افزایش می‌دهند، غنی‌سازی ایزوتوپ‌های اورانیم می‌گویند.

نکته

۱- اتم ^{59}Fe یک رادیوایزوتوپ است که برای تصویربرداری از دستگاه گردش خون استفاده می‌شود، زیرا یون‌های آن در ساختار هموگلوبین وجود دارند.
۲- از تکنسیم (^{99}Tc) برای تصویربرداری غده تیروئید استفاده می‌شود زیرا یون یدید (I^-) با یونی که حاوی ^{99}Tc است، اندازه مشابهی دارد و غده تیروئید هنگام جذب یون یدید، این یون را نیز جذب می‌کند. با افزایش مقدار این یون در غده تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.

۱۰. هر یک از عبارت‌های داده شده را با استفاده از موارد زیر کامل کنید. (برخی از موارد اضافی هستند).



- (آ) نماد Z برای نشان دادن تعداد های یک اتم به کار می‌رود.
 (ب) اتم‌های یک عنصر خواص یکسانی دارند ولی در برخی خواص مانند با یکدیگر تفاوت دارند.
 (پ) رادیوایزوتوپ‌ها، ایزوتوپ‌های یک عنصر به شمار می‌آیند.
 (ت) از ایزوتوپ برای تصویربرداری از دستگاه گردش خون استفاده می‌شود، زیرا آن در ساختار هموگلوبین وجود دارد.
 (ث) از ایزوتوپ برای تخمین سن اشیای قدیمی و عتیقه‌ها استفاده می‌شود.

۱۱. درستی یا نادرستی عبارت‌های زیر را تعیین کنید و در صورت نادرست بودن، علت یا شکل درست آن را بنویسید.

(آ) اختلاف تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها در اتم عنصر X $^{\beta}$ برابر ۲ است.

(ب) در هسته تمام عنصرها، پروتون و نوترون وجود دارد.

(پ) ایزوتوپ‌های یک عنصر تعداد الکترون‌های یکسان و تعداد نوترون‌های متفاوت دارند.

(ت) از ۱۱۸ عنصر شناخته شده تنها ۹۴ عنصر در طبیعت یافت می‌شوند.

(ث) می‌توان مقادیر زیادی از عنصر تکنسیم را ساخت و نگهداری کرد.

(ج) هرچه درصد فراوانی یک ایزوتوپ در طبیعت بیشتر باشد، نشان‌دهنده آن است که ایزوتوپ موردنظر پایدارتر است.

۱۲. هر یک از عبارت‌های زیر را با انتخاب یکی از موارد داده شده، کامل کنید.

(آ) تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون $^{19}\text{F}^-$ (بیشتر از / برابر با / کمتر از) این تفاوت در اتم $^{\beta}\text{He}$ است.

(ب) (تمام / اغلب) عنصرها دارای ایزوتوپ هستند، مانند کلر که یک نمونه طبیعی آن دارای (دو / سه) ایزوتوپ است.

(پ) یک نمونه طبیعی از لیتیم دارای (دو / سه) ایزوتوپ است و پایدارترین ایزوتوپ آن، $(^{9}\text{Li}/^{7}\text{Li})$ می‌باشد.

(ت) از ایزوتوپ ($^{59}\text{Tc}/^{99}\text{Fe}$) در تصویربرداری غده تیروئید استفاده می‌شود.

(ث) ایزوتوپ ($^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$) درصد فراوانی بیشتری در مخلوط طبیعی اورانیم دارد.

(ج) (تمام / اغلب) هسته‌هایی که نسبت شمار پروتون‌ها به نوترون‌های آن برابر با (بزرگتر از ۱/۵ / کوچکتر از ۰/۶۶) باشد، ناپایدارند.

۱۳. در هر یک از موارد زیر، نماد شیمیایی موردنظر را به همراه زیروند و بالاآند مناسب بنویسید.

(آ) اتم روی با ۳۷ نوترون و ۳۰ پروتون

(ب) یون دو بار مثبت آهن با ۲۴ الکترون و عدد جرمی ۵۶

(پ) ذره فرضی X با ۳۴ پروتون، ۴۲ نوترون و ۳۶ الکترون

۱۴. به موارد زیر پاسخ دهید.

(آ) چرا ایزوتوپ‌های عنصر کربن خواص شیمیایی یکسانی دارند؟

(پ) چرا مقدار زیادی از تکنسیم که کاربرد زیادی دارد، نمی‌سازند تا برای مدتی انبار کنند؟

۱۵. جدول زیر را کامل کنید.

گونه	ویژگی	عدد جرمی	تعداد نوترون	تعداد پروتون	تعداد الکترون	بار الکتریکی گونه
^{14}C						
$^{112}_{48}\text{Cd}^{2+}$						
$^{79}_{34}\text{Se}^{2-}$						
$\cdots\text{Pt}^+$		۲۵۵			۷۷	
$\cdots\text{Sb}^{3-}$			۷۲			۵۴
$\cdots\text{X}^{\cdots}$			۷۸			۲۴

.۱۶. تفاوت تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون X^{3+} برابر ۱۸ است. عدد اتمی این عنصر را به دست آورید. (عنصر X فرضی است).

.۱۷. در یون فرضی X^{2+} نسبت تعداد نوترون‌ها به الکترون‌ها برابر $1/25$ است. نسبت تعداد پروتون‌ها به نوترون‌ها را در این یون به دست آورید.

.۱۸. با توجه به جدول زیر، به پرسش‌های داده شده پاسخ دهید.

نماد ایزوتوب ویژگی ایزوتوب	${}_3^4\text{Li}$	${}_3^5\text{Li}$	${}_3^6\text{Li}$	${}_3^7\text{Li}$	${}_3^8\text{Li}$	${}_3^9\text{Li}$	${}_3^{10}\text{Li}$	${}_3^{11}\text{Li}$	${}_3^{12}\text{Li}$
نیم عمر	$9.1 \times 10^{-23}\text{s}$	$3.7 \times 10^{-22}\text{s}$	پایدار	پایدار	$8/4 \times 10^{-1}\text{s}$	$1/8 \times 10^{-1}\text{s}$	$2 \times 10^{-2}\text{s}$	$8/6 \times 10^{-3}\text{s}$	$9 \times 10^{-9}\text{s}$
درصد فراوانی در طبیعت	۰	۰	۷/۵۹	۹۲/۴۱	۰	۰	۰	۰	(ساختگی)

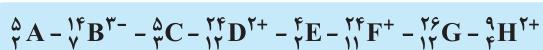
ب) یک نمونه طبیعی از عنصر لیتیم، مخلوطی از چند ایزوتوب است؟

آ) چه شباهت و چه تفاوت‌هایی میان این ایزوتوب‌ها وجود دارد؟

ت) کدام ایزوتوب عنصر لیتیم از همه ناپایدارتر است؟ چرا؟

پ) چه تعداد از ایزوتوب‌های لیتیم، رادیوایزوتوب به شمار می‌روند؟

.۱۹. از میان گونه‌های زیر، کدام موارد دارای تعداد الکترون برابر هستند و کدام موارد، ایزوتوب یکدیگر محسوب می‌شوند؟ (نمادهای داده شده فرضی هستند).



.۲۰. با استفاده از موارد داده شده، شباهت‌ها و تفاوت‌های ایزوتوب‌های یک عنصر را بنویسید.

ت) عدد جرمی

ب) موقعیت در جدول دوره‌ای

آ) نقطه ذوب و جوش

ح) خواص فیزیکی وابسته به جرم

ج) عدد اتمی

ب) تعداد نوترون

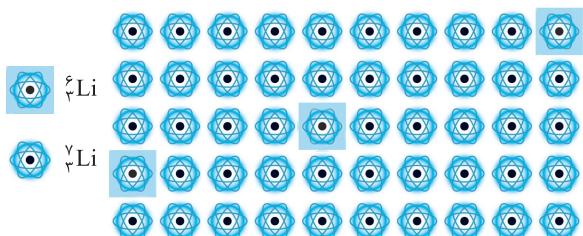
ث) خواص شیمیایی

ج) تعداد الکترون

خ) تعداد پروتون

د) واکنش‌پذیری

.۲۱. به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.



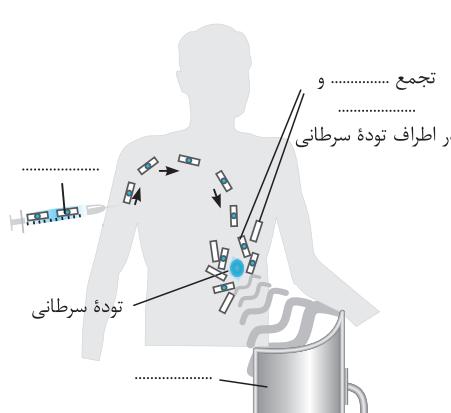
آ) درصد فراوانی هر ایزوتوب در طبیعت نشان‌دهنده چیست؟ توضیح دهید.

ب) شکل مقابله شمار تقریبی اتم‌های لیتیم را در یک نمونه طبیعی از آن نشان می‌دهد. با توجه به آن، درصد فراوانی هر یک از ایزوتوب‌های لیتیم را حساب کنید.

پ) در یک نمونه طبیعی از ایزوتوب‌های عنصر X، نسبت تعداد ایزوتوب‌های سبک‌تر به سنگین‌تر آن برابر $\frac{2}{3}$ است. درصد فراوانی ایزوتوب‌ها را محاسبه کنید.

.۲۲. عنصر X دارای سه ایزوتوب X^a ، X^b و X^c است. اگر نسبت تعداد ایزوتوب‌های X^a به X^b برابر ۳ و به ازای هر اتم X^b ، چهار اتم X^c وجود داشته باشد، درصد فراوانی هر یک از ایزوتوب‌ها را محاسبه کنید.

.۲۳. کدام یک از اتم‌های زیر، هسته ناپایدار دارد؟ دلیل خود را بنویسید. (A، B و C نماد عنصرهایی فرضی هستند).



.۲۴. شکل مقابله فرایند شناسایی توده سرطانی را نشان می‌دهد:

آ) جاهای خالی را در شکل پر کنید.

ب) توده سرطانی چیست؟

پ) فرایند تشخیص این بیماری را توضیح دهید.

پاسخ‌های تشریحی

پ) همه ^{99}Tc موجود در جهان باید به طور مصنوعی ساخته شود. از آن جا که زمان ماندگاری یا نیم عمر این عنصر کم است، نمی‌توان مقادیر زیادی از این عنصر را تهیه و برای مدت طولانی نگهداری کرد.

بار الکترونیکی گونه	تعداد الکترون	تعداد پروتون	تعداد نوترون	عدد جرمی	ویژگی گونه
	۶	۶	۸	۱۴	^{14}C
$2+$	۴۶	۴۸	۶۴	۱۱۲	$^{112}\text{Cd}^{2+}$
$2-$	۳۶	۳۴	۴۵	۷۹	$^{79}\text{Se}^{2-}$
$1+$	۷۷	۷۸	۱۷۷	۲۵۵	$^{255}\text{Pt}^+$
$3-$	۵۴	۵۱	۷۲	۱۲۳	$^{123}\text{Sb}^{3-}$
$2+$	۶۴	۶۶	۷۸	۱۴۴	$^{144}\text{X}^{2+}$

۱۶ با توجه به اطلاعات مربوط به X^{2+} می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} A = N + Z = 79 \\ Z = e + 2 \Rightarrow e = Z - 2 \\ N - e = 18 \Rightarrow N - (Z - 2) = 18 \Rightarrow N - Z = 15 \end{cases}$$

حالا با استفاده از اولین و آخرین معادله و یک دستگاه دو معادله دو مجھول، سؤال را حل می‌کنیم:

$$\begin{cases} N + Z = 79 \\ N - Z = 15 \end{cases} \Rightarrow N = 47, Z = 32$$

۱۷ اگر تعداد پروتون‌های این یون را برابر Z فرض کنیم، تعداد الکترون‌های آن $(Z - 2)$ تا است:

$$\frac{N}{e} = \frac{1/25}{e-Z-2} \rightarrow \frac{N}{Z-2} = 1/25$$

$$\Rightarrow N = 1/25Z - 2/5 \Rightarrow N = 1/25Z - 2/5$$

از آن جا که عدد جرمی این یون برابر ۱۳۷ است، می‌توان گفت $N + Z = 137$ می‌باشد. حالا با استفاده از دو معادله‌ای که بدست آوردهیم، تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها را محاسبه می‌کنیم:

$$\begin{cases} N - 1/25Z = -2/5 \\ N + Z = 137 \end{cases} \Rightarrow N = 75, Z = 62$$

$$\text{بنابراین نسبت خواسته شده برابر } \frac{N}{Z} = \frac{75}{62} = 1/21 \text{ است.}$$

۱۸ ایزوتوپ‌های یک عنصر مانند لیتیم، عدد اتمی یکسان ولی عدد جرمی مختلف دارند. بنابراین در تمام خواص شیمیایی یکسان هستند اما در برخی خواص فیزیکی وابسته به جرم مانند چگالی با یکدیگر تفاوت دارند.

پ) شیمیایی، نقطه جوش

۱۰ آ) پروتون

ت) ^{59}Fe ، یون‌های **ث)** ^{14}C

۱۱ آ) نادرست - تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های عنصر X برابر ۲ است. از این رو اختلاف تعداد پروتون و نوترون این عنصر برابر صفر خواهد بود. کنه اومدی عدد پرمی (۱۴) رو از عدد اتمی (۲) کم کرده و تو Δm افتد؟

ب) نادرست - در هسته اتم هیدروژن H نوترونی وجود ندارد.

پ) درست

ت) نادرست - از ۱۱۸ عنصر شناخته شده تنها ۹۲ عنصر در طبیعت یافته می‌شوند.

ث) نادرست - تکنسیم (^{99}Tc) نیم عمر کوتاهی دارد و نمی‌توان مقادیر زیادی از آن را نگهداری کرد.

ج) درست - این بمله مهمه!

۱۲ آ) برابر با

پ) دو، ^{7}Li

ت) ^{99}Tc , ^{238}U

ج) اغلب، کوچکتر از ^{66}Ge

در ارتباط با قسمت دوم (ج)، نسبت $\frac{\text{تعداد پروتون‌ها}}{\text{تعداد نوترون‌ها}}$ خواسته شده است که بر عکس اون پیزیه که $\frac{\text{تعداد نوترون‌ها}}{\text{تعداد پروتون‌ها}} \geq \frac{1}{1/5}$ هسته اتم موردنظر ناپایدار $\Rightarrow \frac{1}{1/5} \leq \frac{\text{تعداد پروتون‌ها}}{\text{تعداد نوترون‌ها}} \leq \frac{1}{0/66}$ هسته اتم موردنظر ناپایدار $\Rightarrow \frac{1}{0/66} \leq \frac{\text{تعداد نوترون‌ها}}{\text{تعداد پروتون‌ها}} \leq \frac{1}{1/5}$

۱۳ آ) نماد شیمیایی اتم روی، Zn است، از این رو براساس حالت کلی $^{67}_{40}\text{Zn}$ نمایش عنصرها ($\frac{A}{Z} E$) می‌توان نوشت:

ب) یون دو بار مثبت آهن دارای 24 الکترون و پروتون می‌باشد:

پ) از آن جا که تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها با یکدیگر برابر نیست، قطعاً ذره موردنظر باردار می‌باشد و چون تعداد الکترون‌ها به اندازه ۲ واحد بیشتر از تعداد پروتون‌ها است، ذره موردنظر بار منفی خواهد داشت:

۱۴ آ) ایزوتوپ‌های هر عنصر به دلیل داشتن تعداد پروتون‌های برابر، خواص شیمیایی یکسانی دارند.

پ) از تکنسیم (^{99}Tc) برای تصویربرداری غده تیروئید استفاده می‌شود، زیرا یون یدید (I^-) با یونی که حاوی یون ^{99}Tc است، اندازه مشابهی دارد و غده تیروئید هنگام جذب یدید، این یون را نیز جذب می‌کند. با افزایش مقدار این یون در غده تیروئید، امکان تصویربرداری فراهم می‌شود.

از آن جا که مجموع درصدهای فراوانی تمام ایزوتوپ‌های یک عنصر برابر ۱۰۰ است، می‌توان نوشت:

$$\alpha_1 + \alpha_2 = 100 \xrightarrow{\text{رابطه ۱}} \frac{2}{3}\alpha_2 + \alpha_2 = 100$$

$$\Rightarrow \frac{5}{3}\alpha_2 = 100 \Rightarrow \alpha_2 = \%60, \alpha_1 = \%40$$

۲۲ درصد فراوانی ایزوتوپ‌های X^a و X^b را برابر با α_1, α_2 در نظر می‌گیریم. با توجه به داده‌های سوال می‌توان نوشت:

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = 3 \Rightarrow \alpha_1 = 3\alpha_2 \quad (\text{رابطه ۱})$$

$$\alpha_2 = \%40 \quad (\text{رابطه ۲})$$

مواستون باشہ که وقتی سؤال می‌گذارد، بیشتر و چهار برابر اتم X^b است.

حالا با توجه به این که مجموع درصد فراوانی ایزوتوپ‌های یک عنصر برابر

۱۰۰ است، می‌توان نوشت:

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 100 \xrightarrow{\text{رابطه ۲ و ۱}} 3\alpha_2 + \alpha_2 + 4\alpha_2 = 100$$

$$\alpha_2 = \%12/5 \xrightarrow{\text{رابطه ۱}} \alpha_1 = \%37/5$$

$$\alpha_3 = \%50 \xrightarrow{\text{رابطه ۲}}$$

۲۳ در این مدل سؤال‌ها، کافی است نسبت تعداد نوترتون‌ها برایر یا بزرگ‌تر

از ۱/۵ باشد، **و یکه کار تمومه!** بنابراین این نسبت را در تمام اتم‌های داده شده به دست می‌آوریم:

$${}^1_1 A \begin{cases} Z=1 \\ N=2 \end{cases} \xrightarrow{\text{هسته A پرتوزاست.}} \frac{N}{Z} = \frac{2}{1} > 1/5$$

$${}^{12}_8 B \begin{cases} Z=8 \\ N=12 \end{cases} \xrightarrow{\text{هسته B پرتوزاست.}} \frac{N}{Z} = \frac{12}{8} = 1/5$$

$${}^{37}_{11} C \begin{cases} Z=37 \\ N=54 \end{cases} \xrightarrow{\text{هسته C پایدار است.}} \frac{N}{Z} = \frac{54}{37} = 1/46$$

۲۴ این شکل به صورت Full HD! در صفحه ۹ کتاب درسی وجود دارد.

۲۵ توده‌های سرطانی، یاخته‌هایی (سلول‌هایی) هستند که رشد غیرعادی و سریع دارند.

۲۶ از رادیوایزوتوپ‌ها در فرایند تشخیص و درمان سرطان‌ها استفاده می‌شود. به مواد دارویی حاوی رادیوایزوتوپ‌ها، اصطلاحاً رادیودارو گفته می‌شود. در این مثال، رادیودارو شامل گلوکز نشان‌دار (گلوکز حاوی اتم پرتوزا) است. با تزریق این ماده به درون بدن، رادیودارو با سازوکار خاص خود در اطراف توده سرطانی جمع می‌شود. وظیفه اصلی رادیودارو، منتشر کردن پرتو در اطراف توده سرطانی است. این پرتوها به وسیله دستگاه آشکارساز ظاهر شده و محل دقیق توده سرطانی شناسایی می‌شود.

۲۷ ایزوتوپ، تنها دو ایزوتوپ Li^6 و Li^7 پایدار هستند و بقیه ایزوتوپ‌ها، ساختگاند و درصد فراوانی آن‌ها در طبیعت برابر صفر است.

۲۸ آگه یارtron باشه، رادیوایزوتوپ به ایزوتوپ‌های ناپایدار و پرتوزای یک عنصر گفته می‌شود. لیتیم دارای ۷ رادیوایزوتوپ است (ایزوتوپ‌های Li^4 , Li^5 , Li^6 , Li^7 , Li^9 , Li^{10} و Li^{12} ناپایدارند).

۲۹ **۲۹** ایزوتوپ Li^4 ، زیرا نسبت به بقیه ایزوتوپ‌ها، نیم عمر کمتری دارد.

۳۰ در این مدل سؤال‌ها معمولی پیز اینه که فونسردی فودtron رو هفظ کنین و تعداد الکترون‌ها، پروtron‌ها و نوترtron‌های هر عنصر رو تعیین کنین.

$${}^5_5 A : P = 2, e = 2, N = 3 ; {}^{14}_7 B^{3-} : P = 7, e = 10, N = 7$$

$${}^5_5 C : P = 3, e = 3, N = 2 ; {}^{24}_{12} D^{2+} : P = 12, e = 10, N = 12$$

$${}^5_5 E : P = 2, e = 2, N = 2 ; {}^{24}_{11} F^+ : P = 11, e = 10, N = 13$$

$${}^{26}_{12} G : P = 12, e = 12, N = 14 ; {}^9_4 H^{2+} : P = 4, e = 2, N = 5$$

اتهایی که تعداد پروtron‌های برابر داشته باشند، ایزوتوپ‌های یک عنصر محسوب می‌شوند:

$$({}^5_5 A, {}^4_2 E) - ({}^{24}_{12} D, {}^{26}_{12} G)$$

هر گونه‌ای که تعداد الکترون برابر داشته باشد، شاید باورtron نشه ولی تعداد الکترون‌هاش برابر.

$$({}^5_5 A, {}^4_2 E, {}^9_4 H^{2+}, {}^{24}_{12} D^{2+}, {}^{26}_{12} G) - ({}^{14}_7 B^{3-})$$

۳۱ شباخته‌ها: موارد ب، ث، ج، چ، خ و د

تفاوت‌ها: موارد آ، آ، ب، ت، ح

* دوره و گروه (موقعیت) تمام ایزوتوپ‌های یک عنصر به دلیل داشتن Z برابر، در جدول دوره‌ای یکسان است.

* ایزوتوپ‌ها خواص شیمیایی (مانند واکنش‌پذیری با فعالیت شیمیایی) یکسانی دارند ولی در برخی خواص فیزیکی و استه به جرم مانند چگالی و نقطه ذوب و جوش با یکدیگر تفاوت دارند.

۳۲ فراوانی ایزوتوپ‌های یک عنصر در طبیعت یکسان نیست. برخی فراوان‌تر و برخی کمیاب‌ترند. هرچه فراوانی (یا درصد فراوانی) یک ایزوتوپ در طبیعت بیشتر باشد، نشان‌دهنده پایداری بیشتر آن ایزوتوپ است.

۳۳ تعداد کل ایزوتوپ‌ها برابر ۵۰ است. ۳ تای آن‌ها Li^6 و ۴۷ تای باقی‌مانده Li^7 هستند، بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{3}{50} \times 100 = \frac{3}{50} \times 100 = \frac{3}{50} \times 100 = \frac{\text{تعداد ایزوتوپ } Li^6}{\text{تعداد کل ایزوتوپ‌ها}} = \frac{\text{درصد فراوانی } Li^6}{\text{درصد فراوانی } Li^7}$$

$$\frac{47}{50} \times 100 = \frac{47}{50} \times 100 = \frac{47}{50} \times 100 = \frac{\text{تعداد ایزوتوپ } Li^7}{\text{تعداد کل ایزوتوپ‌ها}} = \frac{\text{درصد فراوانی } Li^7}{\text{درصد فراوانی ایزوتوپ}}$$

۳۴ درصد فراوانی ایزوتوپ سبکتر را α_1 و درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر را α_2 درنظر می‌گیریم، با توجه به داده‌های سؤال می‌توان نوشت:

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{2}{3} \Rightarrow \alpha_1 = \frac{2}{3} \alpha_2 \quad (\text{رابطه ۱})$$