مقدمهٔ ناشر

یادمه توی چاپ اول این کتاب، مهندس بقایی زنگ زد گفت آقا بده این مقدمهٔ ناشر رو لطفاً! من اومدم باهاش شوخی کنم، دیدم اصلاً راه نداره، خیلی اوضاع بی‌ریخته و واقعاً باید مقدمهٔ ناشر رو بدم!! انگار کتاب واقعاً تو چاپخونه و زیر چاپ بود!!

همین الانم که دارم براساس ویرایش جدید این کتاب، مقدمه رو می‌نویسم اوضاع فرقی نکرده! آقای سمائی می‌گه آقا بجنب کتاب رفته زیر چاپ هنوز مقدمه‌اش نیومده! انگار من درست‌بشو نیستم ولی در عوض الحق و الانصاف این کتاب نسبت به کتاب قبلی خیلی خوب‌تر و باحال‌تر شده و همهٔ آدمایی که با قلبشون برای این کتاب زحمت کشیدن باعث آن شدن.

با حال و روزی که تست‌های شیمی کنکور دارند این کتاب خیلی می‌تواند کمک‌حال باشد، سعی کنید از همین حالا شروع کنید و در این درس عمیق شوید.

خیلی وقتِ صحبت‌کردن ندارم، الانم یه صداهایی از پشت در داره میاد، فکر کنم دست‌جمعی اومدن مقدمهٔ ناشر رو از زیر دست‌های من دربیارن و ببرن. حالا من یه کم مقاومت می‌کنم ولی بهتره برای این‌که بیشتر از این باعث تأخیر در انتشار یه همچین کتاب توپی نشم، گپ و گفت اصلی‌مون را بذاریم برای بعد.

تا آن موقع! خوب باش؛ کارهای روزانه‌اتو بنویس؛ حتماً هفته‌ای یک روز ورزش کن (شنا مثلاً)؛ هدف‌هات رو بنویس؛ شب‌ها مسواک بزن؛ هر وقت یه کتاب رو تموم کردی برای خودت جایزه بخر؛ به سایت خیلی‌سبز سر بزن؛ سخت تلاش کن ولی زندگی رو سخت نگیر؛ هر وقت حالت بد شد، آواز بخون؛ هم میتونی صبح‌ها دوش بگیری، هم شب‌ها کلاً فرقی نداره، هر جور که حال می‌کنی؛ یه کم دیوونه‌بودن به جایی برنمی‌خوره؛ تنبلی نکن (مثل من توی مقدمه‌نوشتن)؛ آرزوهای بزرگ کن؛ فست‌فود کم‌تر بخور؛ به چیزهای خوبی که داری مثل اعضای خانواده‌ات بیشتر فکر کن؛ روی زمین آشغال نریز؛ با طبیعت مهربون باش؛ تصمیم‌های بزرگ رو با قلبت بگیر؛ هیچ‌وقت سعی نکن مثل کسی باشی و هیچ‌وقت از خارج‌شدن از شیار گرم و نرم زندگیت نترس!

دیگه اومدن توی اتاق!

BOOK BANK

مقدمهٔ مؤلفان

سلام و درود به همه به ویژه دهمی‌ها!

ما خیلی خوشحالیم! اون‌قدر که نگو و نپرس! بالاخره پس از یه عالمه تلاش! کتابی براتون نوشتیم در حد استانداردهای شیمی خیلی‌سبز بلکه هم خیلی بیشتر! خیلی حس خوبیه! که کتاب‌های شیمی تست ما، تو گوشه و کنار کشورمون خونده بشه و بچه‌ها چه قبل و چه بعد از رفتن به دانشگاه! دعامون کنن و البته تشویق و انتقاد که کتابامون رو، روزبه‌روز بهتر و بهتر کنیم!

حالا تو سری جدید کتاب‌های تستمون، با توجه به این‌که انتظارها ازمون خیلی بالا بود، کتابی براتون پختیم! جذاب، دیدنی، خواندنی و خوردنی‌تر! ساختار کتاب ما این‌جوریه که اول تست‌های سری A هستن که شامل تست‌هاییه که برای ۱۰۰٪ زدن شما در کنکور لازمه! تست‌ها رو براتون یه‌طوری مرتب کردیم که با خوندن یه مبحث کوچک کتاب درسی، بیای خودت رو محک بزنی و حسابی آبدیده بشی! به کلمه‌کلمهٔ کتاب درسی گیر دادیم! و تا دلتون هم بخواد از سبک‌های جدید سؤال‌های کنکور سراسری براتون تو تست‌های تألیفی‌مون استفاده کردیم تا خیالتون تخت بشه! واسه چیدمان سؤال‌ها! یه کمی به خودمون فشار آوردیم که روند آموزشی کاملاً رعایت بشه و کار شما راحت و یادگیریتون بهتر! و بعدش رفتیم سراغ تست‌های سری Z که برای ۱۱۰٪ زدن شما تو کنکور نه‌تنها لازمه بلکه کافیه! (چی گفتیم!) در حقیقت این تست‌ها برای روز مباداست که اگر کنکور رو باز هم سخت‌تر از اینی که هست! بگیرند، شما طراح محترم را ضربه‌فنی کنید! در ضمن برخی تست‌های این سری (که لزوماً هم سخت نیست!) از مباحثیه که به طور مستقیم در کتاب درسی اشاره نشده ولی ممکنه یه روز تو کنکور بیاد و ما برای محکم‌کاری براتون آوردیم!

یه خبر خوش! برای دانش‌آموزانی که خیلی وقت ندارند و نمی‌تونن همهٔ تست‌ها رو حل کنن، اونایی که خیلی واجبه رو با علامت ⛑ مشخص کردیم تا با خیال تخت برن سر هر جلسهٔ آزمون آزمایشی یا غیرآزمایشی! تو پاسخ‌ها هم یه عالمه کادرهای اعجاب‌انگیز! داریم که با خوندن اونا دیگه غمی تو شیمی ندارین! اصلاً شیمی خیلی‌سبز به این کادرهاش خیلی معروفه! آموزش هر آن‌چه که در کتاب درسی و کنکور خواهید یافت، یک کلاس خصوصی کامل! بخون و لذت ببر! راستی! اگر زبونمون لال! تو کتاب اشتباهی، چیزی دیدین! زود، تند، سریع! از طریق وبسایتمون، به واحد ویرایش خیلی‌سبز خبر بدین، تا هم خودتون مطمئن بشین! موردی که پیدا کردین درسته و هم دل یه جماعتی رو شاد کنین که تو چاپ‌های بعدی این‌جور اشتباه‌های لپی و غیرلپی! رو دیگه نبینن. ما هم در عوضش به شما قول می‌دیم که شخصاً! از شما تو ویرایش بعدی کتاب تشکر کنیم. خدا رو چه دیدین شاید یه وقتی هم اومدین تو تیم شیمی خیلی‌سبز!

برای ارتباط بیشتر، در فضای مجازی ما را دنبال کنید، مرسی! kheilisabz.chem

در پایان از همهٔ دبیران و همکاران محترم شیمی تقاضا داریم که مثل همیشه! ما را از پیشنهاد و انتقادهای سازنده‌شون محروم نکنن. پیشاپیش ممنون!

سپاس فراوان از:

همراه همیشگی شیمی‌های خیلی‌سبز، خانم دکتر هستی روحانی که این کتاب با تشویق و صبر زیادش، شد این کتاب و صد البته خانم مریم ستاری که پشتیبان ما بود و دوستان خوبمان، دکترها ابوذر و کمیل نصری و مهندس رضا سبزمیدانی که برای نوشته‌شدن این کتاب، هر کاری که از دستشون برمی‌اومد، انجام دادند. دمتون گرم!

محمد مرعشی، یار قدیمی‌مون که جاش تو این کتاب خالیه!

بچه‌های باانگیزه و پرتلاش شیمی خیلی‌سبز که هر روز بهتر از دیروزن!

آقای یاسر عبدالهی که عجیب و غریب! عصای دستمون بود.

خانم دکتر مهرناز رمضان‌زاده که با روحیهٔ جنگندگی مثال‌زدنی! کتاب رو از آب و گل درآورد!

خانم معصومه سعیدی و آقای حسین ایروانی که پشتمون بهشون گرم بود! اونم چه‌جور!

آقای خسرو فیض‌آبادی عزیز که از دانش و تجربیاتش استفاده کرده‌ایم.

آقایان سجاد طهرانچی و میلاد عزیزی و خانم‌ها مرحوم نازنین سداد، راضیه یوسفی تلوکلایی، نجمه فروغی، زهرا پیرایش، اعظم اسماعیلی و مرجان پاک‌طینت که در ویراستاری کتاب بهمون کمک کردند.

خانم انسیه‌سادات میرجعفری که مثل همیشه مسئولیت هماهنگی و پیگیری کارها بر دوشش بود! واقعاً مرسی!

بچه‌های واحد تولید خیلی‌سبز که اگر تلاش اون‌ها نبود، این کتاب حالاحالاها چاپ نمی‌شد!

دوستان و دانش‌آموزان عزیزی که در ویرایش این چاپ ما را یاری کردند:

خانم‌ها: زهرا رحمانیان، زهرا نکونام، فاطمه صنفیان، فاطمه رضازاده، مقدسه حیدری، مریم حامی، نرگس الوندی، مهدیه عماری، فاطمه دوراندیش و سیده زهرا قادری، یاسمن بیگ‌مرادی، زهرا زارع، مینا ستار باقری، فاطمه مرادی، کوثر مهدیزاده، عطیه خسروی، زهرا سادات احمدی، عارفه دلیری

آقایان: حسین انتصاری، علیرضا غلامی، محمد کمال، میلاد بهادری، علیرضا غمگسار، رضا جعفری، بنیامین خوش، حسن نیکو و محمدمعین توتستانی، امیرحسین بابائی توسکی، علی ابوالقاسمی، مانی جدیری، ابوالفضل ملکی، آرش مرادی، محمدرضا خوشنوازی، مصطفی دغلاوی، امیرمحمد محمدزاده، مبین معلمی لائین، مبین پورکرمان

و در آخر خانم قزوان، میثم درویش و همهٔ دوستان خیلی‌سبز که بدون اون‌ها نوشتن این کتاب، اصلاً بهمون نمی‌چسبید!

فهرست

فصل ۱ کیهان، زادگاه الفبای هستی

- تست‌های سری A ۸
- آزمون جامع فصل ۵۵
- تست‌های سری Z ۵۸
- پاسخ‌نامهٔ کلیدی ۶۱
- پاسخ‌نامهٔ تشریحی (+ کادرهای آموزشی) ۶۲

فصل ۲ ردپای گازها در زندگی

- تست‌های سری A ۲۰۲
- آزمون جامع فصل ۲۴۱
- تست‌های سری Z ۲۴۴
- پاسخ‌نامهٔ کلیدی ۲۴۸
- پاسخ‌نامهٔ تشریحی (+ کادرهای آموزشی) ۲۴۹

گیتا مهر
GitaMehr
BOOK BANK

فصل ۳ آب، آهنگ زندگی

- تست‌های سری A ۳۸۴
- آزمون جامع فصل ۴۲۶
- تست‌های سری Z ۴۲۹
- پاسخ‌نامهٔ کلیدی ۴۳۲
- پاسخ‌نامهٔ تشریحی (+ کادرهای آموزشی) ۴۳۳

کنکور ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱

- تست‌های کنکور سراسری ۵۵۲
- پاسخ‌نامه کنکور سراسری ۵۶۲

۱۳- اگر اتم‌های زیر را برحسب تعداد نوترون آن‌ها از مقدار بیشتر به کم‌تر مرتب کنیم، اتم $^{59}_{29}Cu$ در چه رتبه‌ای قرار می‌گیرد؟

(تمرین‌های دوره‌ای صفحهٔ ۴۶ کتاب درسی)

« $^{120}_{50}Sn, ^{40}_{18}Ar, ^{59}_{29}Cu, ^{112}_{48}Cd, ^{58}_{27}Co, ^{39}_{19}K$ »

۱) پنجم ۲) چهارم

۳) سوم ۴) دوم

۱۴- تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در چند اتم زیر، کم‌تر از ۴ است؟

آ) $^{56}_{26}Fe$ ب) $^{51}_{24}Cr$ پ) $^{27}_{13}Al$ ت) $^{7}_{3}Li$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۵- اگر یون Sn^{2+} دارای ۶۹ نوترون و ۴۸ الکترون باشد، عدد اتمی و عدد جرمی آن به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

۱) ۴۶ ـ ۱۱۵ ۲) ۵۰ ـ ۱۱۵ ۳) ۴۶ ـ ۱۱۹ ۴) ۵۰ ـ ۱۱۹

۱۶- در چه تعداد از گونه‌های شیمیایی زیر، تعداد نوترون‌ها برابر با مجموع «تعداد پروتون‌ها و نصف تعداد الکترون‌ها» است؟

(تمرین‌های دوره‌ای صفحهٔ ۴۶ کتاب درسی)

« $^{24}_{12}Mg^{2+}, ^{47}_{24}Cr, ^{60}_{27}Co^{3+}, ^{35}_{17}Cl^{-}, ^{124}_{50}Sn^{2+}, ^{90}_{38}Sr$ »

۱) ۴ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۱

۱۷- اگر در اتم عنصر A، به ازای هر دو ذرهٔ باردار یک ذرهٔ خنثی وجود داشته باشد، نسبت عدد جرمی به عدد اتمی این عنصر کدام است؟

۱) ۱/۲۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۲ ۴) ۳

۱۸- اگر یون X^{2-} دارای ۳۴ پروتون بوده و عدد جرمی آن برابر با ۷۹ باشد، تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌های این یون کدام است؟

۱) ۷ ۲) ۹ ۳) ۴۵ ۴) ۴۷

۱۹- شمار الکترون‌های کدام گونه با بقیه متفاوت است؟ ($_6C$، $_7N$، $_8O$ و $_9F$) *(المپیاد شیمی ۹۰)*

۱) NO_2^+ ۲) CNO^- ۳) OF_2 ۴) CO_2

۲۰- عدد جرمی X^+ برابر ۲۰۰ و شمار نوترون‌های آن ۱/۵ برابر شمار پروتون‌ها است. شمار الکترون‌های اتم عنصر X کدام است؟

۱) ۷۸ ۲) ۷۹ ۳) ۸۰ ۴) ۸۱

۲۱- عدد جرمی اتمی، ۴۵ و تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌های هستهٔ آن برابر با ۳ است. شمار الکترون‌های این اتم کدام است؟

۱) ۲۱ ۲) ۲۲ ۳) ۲۳ ۴) ۲۴

۲۲- اگر در یون $^{79}X^{2-}$، تعداد نوترون‌ها ۲۵ درصد بیشتر از تعداد الکترون‌ها باشد، عدد اتمی عنصر X کدام است؟

۱) ۳۲ ۲) ۳۴ ۳) ۳۶ ۴) ۳۸

۲۳- اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون $^{65}A^{2+}$ برابر با ۷ باشد، شمار الکترون‌های یون A^{2+} کدام است؟

۱) ۲۸ ۲) ۳۰ ۳) ۳۲ ۴) ۳۴

۲۴- با توجه به جدول مقابل، اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در دو اتم $^{A}_{Z}X$ و $^{A'}_{Z'}Y$ با هم برابر باشد، کدام گزینه نادرست است؟

یون	شمار الکترون‌ها	شمار نوترون‌ها
X^{3+}	۳۶	N
Y^{2-}	۳۶	۴۵

۱) $N = 50$ ۲) $N - Z = 11$

۳) $Z - Z' = 5$ ۴) $A = 85$

۲۵- اگر اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون $^{75}X^{3-}$ برابر با ۶ باشد، شمار نوترون‌های این یون، چند برابر شمار الکترون‌های یون NH_4^+ است؟ (عدد اتمی عنصرهای هیدروژن و نیتروژن به ترتیب برابر با ۱ و ۷ است.)

۱) ۲/۷۵ ۲) ۳/۳ ۳) ۳/۵ ۴) ۴/۲

۲۶- اگر در یون‌های X^{3+} و $^{79}Y^{2-}$ تعداد الکترون‌ها با هم برابر و تعداد نوترون‌های X، ۵ واحد بیشتر از Y باشد، عدد جرمی X کدام است؟

۱) ۷۸ ۲) ۸۲ ۳) ۸۷ ۴) ۸۹

ایزوتوپ‌ها

(صفحه‌های ۵ و ۶ کتاب درسی) — کادرآموزشی مرتبط: ۹

۲۷- همهٔ اتم‌های یک عنصر، اغلب جرم برابر ..... و چون شمار ..... های اتم‌های هر عنصر یکسان است، پس باید شمار ..... های آن‌ها ..... باشد.

۱) دارند ـ پروتون ـ نوترون ـ برابر ۲) دارند ـ نوترون ـ پروتون ـ برابر

۳) ندارند ـ نوترون ـ پروتون ـ نابرابر ۴) ندارند ـ پروتون ـ نوترون ـ نابرابر

۲۸- برای دو ایزوتوپ یک عنصر، کدام مورد یکسان است؟ (N شمار نوترون، Z عدد اتمی و A عدد جرمی است.)

۱) $A+N$ ۲) $A-N$ ۳) $A-Z$ ۴) $A+Z$

۲۹- چند مورد از موارد داده‌شده، برای پرکردن عبارت زیر نامناسب است؟

«ایزوتوپ‌ها، اتم‌های یک عنصر هستند که ..... یکسان و ..... متفاوت دارند.»

آ) عدد جرمی ـ عدد اتمی
ب) شمار الکترون ـ خواص شیمیایی
پ) عدد اتمی ـ شمار الکترون
ت) خواص شیمیایی ـ عدد جرمی

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳۰- کدام‌یک از اتم‌های $_{Z}^{131}A$ ، $_{Z-1}^{126}B$ ، $_{Z}^{132}C$ ، $_{Z-1}^{131}D$ و $_{Z+1}^{132}E$ ، خواص شیمیایی یکسانی دارند ولی در خواص فیزیکی وابسته به جرم، با هم تفاوت دارند؟

۱) A و D ۲) B و D ۳) A و B ۴) C و E

۳۱- کدام عبارت درست است؟

۱) همواره در یک نمونهٔ طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده، جرم یکسانی ندارند.
۲) یک نمونهٔ طبیعی از منیزیم، مخلوطی از سه هم‌مکان (ایزوتوپ) با فراوانی یکسان است.
۳) چگالی ایزوتوپ‌های یک عنصر برخلاف شمار الکترون‌های آن‌ها، با یکدیگر تفاوت دارند.
۴) همهٔ اتم‌های منیزیم در یک نمونهٔ طبیعی آن، خواص شیمیایی متفاوتی دارند.

۳۲- اگر دو اتم A و B ایزوتوپ یکدیگر باشند و اتم A دارای ۳۶ نوترون و یون B^{+} دارای ۲۸ الکترون باشد، نماد شیمیایی A را به کدام صورت می‌توان نشان داد؟

۱) $_{27}^{63}A$ ۲) $_{29}^{65}A$ ۳) $_{29}^{36}A$ ۴) $_{29}^{63}A$

۳۳- چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟

- اگر یون X^{2+} دارای n نوترون و $n-2$ الکترون باشد، اتم $_{n}^{2n+2}Y$ می‌تواند یکی از ایزوتوپ‌های عنصر X باشد.
- شمار ایزوتوپ‌های منیزیم ($_{12}Mg$) در یک نمونهٔ طبیعی آن، $\frac{1}{4}$ شمار پروتون‌های هر اتم از این عنصر است.
- مجموع شمار ذرات زیراتمی در ایزوتوپ‌های یک عنصر، متفاوت است.
- ایزوتوپ‌های منیزیم عدد جرمی متفاوتی دارند اما در جدول دوره‌ای عنصرها، تنها یک مکان را اشغال می‌کنند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

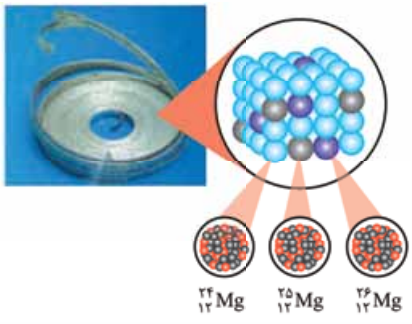
۳۴- عنصر A دارای ۳ ایزوتوپ با جرم‌های اتمی ۲۸، ۲۹ و ۳۰ است. اگر درصد فراوانی سنگین‌ترین ایزوتوپ، $\frac{1}{4}$ ایزوتوپ A^{29} و درصد فراوانی ایزوتوپ A^{29}، $\frac{1}{5}$ سبک‌ترین ایزوتوپ باشد، تفاوت درصد فراوانی سبک‌ترین و سنگین‌ترین ایزوتوپ A کدام است؟

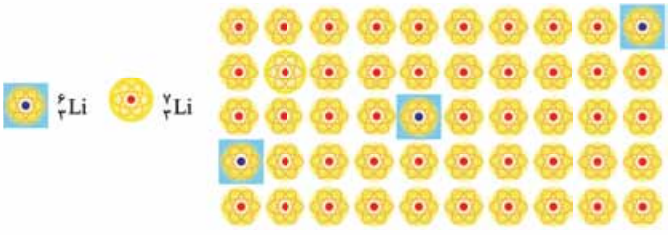
۱) ۶۰ ۲) ۶۴ ۳) ۷۶ ۴) ۹۵

۳۵- با توجه به روند تشکیل عنصرها در ستارگان، از به هم پیوستن حداقل چند اتم از فراوان‌ترین ایزوتوپ هلیم، یک اتم ایزوتوپ $_{12}^{24}Mg$، می‌تواند به وجود آید؟ (از تبادل انرژی و تغییرات اندک جرم صرف نظر شود.) *(سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۸)*

۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۱۲

۳۶- با توجه به شکل‌های زیر که ایزوتوپ‌های دو عنصر منیزیم و لیتیم را در یک نمونه طبیعی از آن‌ها نشان می‌دهد، کدام موارد از مطالب زیر، نادرست‌اند؟





آ) در ۹۶٪ از اتم‌های لیتیم، شمار نوترون‌ها بیشتر از شمار پروتون‌ها است.
ب) در سنگین‌ترین ایزوتوپ منیزیم، بیش از ۳۰٪ ذرات زیراتمی را پروتون تشکیل می‌دهد.
پ) اگر در نمونهٔ طبیعی عنصر منیزیم به ازای ۴ اتم Mg^{25}، ۶ اتم Mg^{26} و ۳۰ اتم Mg^{24} وجود داشته باشد، درصد فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ برابر با ۷۵٪ است.
ت) در هر دو عنصر، ایزوتوپ سبک‌تر درصد فراوانی بیشتری دارد.

۱) آ و ب ۲) پ و ت ۳) ب و پ ۴) آ و ت

۳۷- چند مورد از مطالب زیر دربارهٔ ایزوتوپ‌های موجود در یک نمونهٔ طبیعی منیزیم و لیتیم، درست‌اند؟

آ) در اتم پایدارترین ایزوتوپ منیزیم، شمار نوترون‌ها با شمار الکترون‌ها برابر است.

ب) ایزوتوپ سبک‌تر لیتیم در مقایسه با ایزوتوپ سنگین‌تر آن پایدارتر است.

پ) فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ منیزیم از بقیهٔ ایزوتوپ‌های آن بیشتر است.

ت) عدد جرمی ایزوتوپ فراوان‌تر لیتیم از دو برابر عدد اتمی آن بیشتر است.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۳۸- یک نمونهٔ طبیعی از عنصر لیتیم، شامل ۱۰۰۰ اتم می‌باشد. کدام مطلب در مورد این نمونه، نادرست است؟ (درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر لیتیم، ۶٪ است.)

۱) دارای ۳۹۴۰ ذرهٔ زیراتمی خنثی است.

۲) در ۶۰ اتم لیتیم، شمار ذرات زیراتمی با هم برابر است.

۳) تفاوت تعداد ایزوتوپ‌های سبک و سنگین در این نمونه، ۸۸۰ است.

۴) در ۹۴۰ عدد از اتم‌های لیتیم، مجموع شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها، عددی زوج است.

رادیوایزوتوپ‌ها و ایزوتوپ‌های هیدروژن

(صفحهٔ ۶ کتاب درسی) — کادرآموزشی مرتبط: ۱۰ و ۱۱

۳۹- کدام گزینه نادرست است؟

۱) هستهٔ ایزوتوپ‌های ناپایدار، ماندگار نیست و اغلب بر اثر متلاشی‌شدن هسته، افزون بر ذره‌های پرانرژی، مقدار زیادی انرژی نیز آزاد می‌کنند.

۲) اغلب هسته‌هایی که نسبت عدد اتمی به عدد جرمی آن‌ها برابر یا کوچک‌تر از ۱/۵ باشد، ناپایدارند.

۳) ایزوتوپ‌های پرتوزا و ناپایدار، رادیوایزوتوپ نامیده می‌شوند.

۴) هر چه نیم‌عمر یک ایزوتوپ کوتاه‌تر باشد، آن ایزوتوپ ناپایدارتر است.

۴۰- یون X^{2+} دارای ۵۴ الکترون است. اگر اتم X یک رادیوایزوتوپ باشد، کم‌ترین عدد جرمی ممکن برای این اتم که می‌توان پیش‌بینی کرد، کدام است؟

۱) ۸۴ ۲) ۱۳۸ ۳) ۱۴۰ ۴) ۱۴۲

۴۱- ایزوتوپ‌های هیدروژن در چند مورد از ویژگی‌های زیر مشترک هستند؟

- **تعداد پروتون**
- **نیم‌عمر**
- **عدد جرمی**
- **فراوانی در طبیعت**

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۴۲- چند مورد از عبارت‌های زیر دربارهٔ هیدروژن، درست‌اند؟

آ) هر نمونهٔ طبیعی آن، مخلوطی از سه ایزوتوپ است.

ب) در میان هفت ایزوتوپ آن، چهار مورد از آن‌ها رادیوایزوتوپ به شمار می‌روند.

پ) در همهٔ ایزوتوپ‌های آن، شمار ذره‌های زیراتمی باردار با هم برابر است.

ت) نیم‌عمر ایزوتوپ ساختگی $_{1}^{7}H$ از بقیهٔ ایزوتوپ‌های ساختگی و طبیعی کم‌تر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۳- کدام موارد از مطالب زیر، دربارهٔ ایزوتوپ‌های هیدروژن، نادرست‌اند؟

آ) در بین ایزوتوپ‌های طبیعی آن، دو ایزوتوپ پایدار و یک ایزوتوپ ناپایدار است.

ب) در بین ایزوتوپ‌های ساختگی آن، $_{1}^{4}H$ از همه پایدارتر است چون نیم‌عمر آن از همه بیشتر است.

پ) هیچ‌یک از ایزوتوپ‌های طبیعی آن، خاصیت پرتوزایی ندارند.

ت) در بین رادیوایزوتوپ‌ها، $_{1}^{3}H$ از همه پایدارتر است.

۱) آ و پ ۲) ب و ت ۳) آ و ت ۴) ب و پ

۴۴- 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

۴۵- هر یک از عبارت‌های زیر، به ترتیب از راست به چپ، مربوط به کدام ایزوتوپ هیدروژن است؟

آ) در بین ایزوتوپ‌های ساختگی، نیم‌عمر بیشتری نسبت به ایزوتوپ سبک‌تر و سنگین‌تر از خود دارد.

ب) نسبت شمار پروتون به نوترون‌های آن برابر با ۰/۵ است.

پ) با آن‌که پرتوزا است، نیم‌عمر بالایی در حدود چند سال دارد.

۱) $_{1}^{2}H$ ، $_{1}^{3}H$ ، $_{1}^{4}H$ ۲) $_{1}^{3}H$ ، $_{1}^{3}H$ ، $_{1}^{5}H$ ۳) $_{1}^{2}H$ ، $_{1}^{3}H$ ، $_{1}^{4}H$ ۴) $_{1}^{3}H$ ، $_{1}^{2}H$ ، $_{1}^{5}H$

آزمون جامع فصل

۴۲۸- چه تعداد از عبارت‌های زیر در مورد عنصری با بیشترین فراوانی در سیارهٔ مشتری درست است؟

- نخستین عنصری بود که پس از مهبانگ پا به عرصهٔ جهان گذاشت.
- در واکنش هسته‌ای درون خورشید، به هلیم تبدیل می‌شود.
- تنها اتمی است که ایزوتوپ‌های آن، فاقد نوترون هستند.
- مانند فراوان‌ترین عنصر سیارهٔ زمین (A_{26})، به دستهٔ s جدول دوره‌ای تعلق دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۲۹- اگر تفاوت شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون پایدار X^{3-}_{31} برابر با ۲ باشد، این یون چند پروتون دارد و تفاوت شمار الکترون‌ها با $l=0$ و شمار الکترون‌ها با $l=1$ در اتم عنصر X کدام است؟

۱) ۱۳، ۱ ۲) ۱۵، ۳ ۳) ۱۳، ۲ ۴) ۱۵، ۱

۴۳۰- کدام گزینه درست است؟

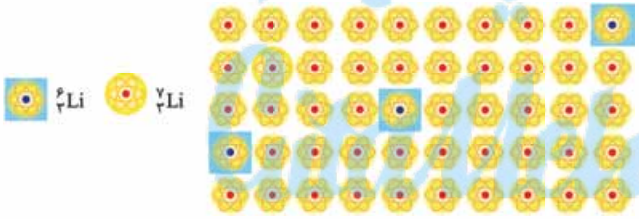
۱) در اغلب موارد، در یک نمونهٔ طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازندهٔ آن جرم یکسانی دارند.

۲) جرم اتم هیدروژن طبیعی پرتوزا به تقریب ۶۰۰۰ برابر جرم الکترون آن است.

۳) در دمای یکسان، چگالی یک نمونه آب که هیدروژن‌های آن $^{1}_{1}H$ هستند، با چگالی نمونه آب دیگری که هیدروژن‌های آن $^{2}_{1}H$ هستند، برابر است.

۴) در یک نمونهٔ طبیعی از یک عنصر، همواره ایزوتوپ‌های سنگین‌تر فراوانی بیشتری دارند.

۴۳۱- شکل مقابل یک نمونهٔ طبیعی از لیتیم شامل ۵۰ اتم را نشان می‌دهد. جرم این نمونه به تقریب چند گرم است و چند درصد از جرم این نمونه را نوترون‌ها تشکیل می‌دهند؟



۱) $۵۶/۷ ، ۵/۷۶ \times ۱۰^{-۲۲}$

۲) $۷۶/۱ ، ۵/۷۶ \times ۱۰^{-۲۲}$

۳) $۵۶/۷ ، ۳/۴۷ \times ۱۰^{-۲۲}$

۴) $۷۶/۱ ، ۳/۴۷ \times ۱۰^{-۲۲}$

۴۳۲- چند مورد از مطالب زیر درست است؟ *(سراسری ریاضی ۹۹)*

- جرم اتمی $^{1}_{1}H$ اندکی از ۱ amu بیشتر است.
- عنصر X_{35} با عنصر Z_{17} هم‌گروه و با عنصر Y_{21} هم‌دوره است.
- در تناوب سوم جدول تناوبی، پنج عنصر جای دارند که نماد شیمیایی آن‌ها، دوحرفی است.
- هر ستون جدول تناوبی، شامل عنصرهایی با خواص فیزیکی و شیمیایی یکسان است و گروه نامیده می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴۳۳- اتم X دارای ۳ ایزوتوپ $^{a}_{36}X$، $^{a+2}_{36}X$ و $^{a+4}_{36}X$ است. اگر درصد فراوانی سبک‌ترین و سنگین‌ترین ایزوتوپ به ترتیب برابر ۲۰ و ۴۰ و جرم اتمی میانگین عنصر X برابر ۸۶/۴ amu باشد، در ایزوتوپ سنگین‌تر چند نوترون وجود دارد؟

۱) ۴۴ ۲) ۴۸ ۳) ۵۲ ۴) ۵۶

۴۳۴- در نمونه‌ای به جرم ۳/۸ گرم از یکی از اکسیدهای نیتروژن با فرمول N_2O_x، $۳/۰۱ \times ۱۰^{۲۲}$ مولکول وجود دارد. در ۱۵/۲ گرم از این ترکیب، چند گرم اکسیژن وجود دارد؟ ($O=16 , N=14 : g.mol^{-1}$)

۱) ۵/۶ ۲) ۹/۶ ۳) ۱۱/۳ ۴) ۱۳/۴

۴۳۵- کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟ *(سراسری تجربی ۹۸)*

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

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

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

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

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

BOOK BANK

با توجه به رابطهٔ عدد جرمی، *واضح و مبرهن است*! که برای محاسبهٔ شمار نوترون‌ها، کافی است عدد اتمی را از عدد جرمی کم کنیم یا *به طور خودمونی‌تر! عدد بالایی منهای پایینی می‌شه همون تعداد نوترون‌ها*؛

$$N = A - Z$$

در یک اتم خنثی شمار الکترون‌ها با شمار پروتون‌ها برابر است؛ بنابراین به راحتی می‌توان گفت که عدد جرمی نشان‌دهندهٔ مجموع شمار الکترون‌ها و نوترون‌های اتم هم هست.

تمرین ۱ **تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در کدام اتم، برابر با ۳ است؟**

۱) $^{56}_{26}Fe$ ۲) $^{51}_{24}Cr$ ۳) $^{27}_{13}Al$ ۴) $^{7}_{3}Li$

جواب: گزینهٔ «۲» با هم ببینیم:

عنصر	شمار پروتون‌ها	شمار نوترون‌ها	تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها
$^{56}_{26}Fe$	۲۶	۵۶ − ۲۶ = ۳۰	۳۰ − ۲۶ = ۴
$^{51}_{24}Cr$	۲۴	۵۱ − ۲۴ = ۲۷	۲۷ − ۲۴ = ۳
$^{27}_{13}Al$	۱۳	۲۷ − ۱۳ = ۱۴	۱۴ − ۱۳ = ۱
$^{7}_{3}Li$	۳	۷ − ۳ = ۴	۴ − ۳ = ۱

توجه گفتیم که در اتم خنثی، شمار الکترون‌ها با شمار پروتون‌ها برابر است؛ اما وقتی *طرف حساب شما!* یک یون باشد، *اوضاع فرق می‌کنه!*

بچه‌ها مراقب باشین! شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در اتم‌ها و یون‌های مربوط به آن‌ها هیچ فرقی با هم نمی‌کند؛ زیرا اجزای سازندهٔ هسته به این سادگی‌ها از اتم کنده نمی‌شوند و اما در مورد الکترون‌ها:

آ اگر با یون‌های مثبت مثل X^{2+} سروکار داشته باشیم، در این یون‌ها به تعداد بار مثبت، از شمار الکترون‌ها کم شده است. (یعنی شمار الکترون‌های یون‌های مثبت به تعداد بار مثبتشان از اتم خنثی خود کم‌تر است.)

تمرین ۲ **اگر Hg^{2+} دارای ۱۲۱ نوترون و ۷۸ الکترون باشد، عدد اتمی و عدد جرمی آن به ترتیب کدام‌اند؟ (اعداد را از راست به چپ بخوانید.)**

۱) ۷۶ و ۱۹۷ ۲) ۸۰ و ۲۰۱ ۳) ۷۶ و ۲۰۱ ۴) ۸۰ و ۱۹۷

جواب: گزینهٔ «۲» یون Hg^{2+} با از دست دادن ۲ الکترون نسبت به اتم Hg به وجود آمده است، بنابراین اتم Hg، ۲ الکترون بیشتر از یون Hg^{2+} دارد یعنی ۸۰ تا!

شمار الکترون‌ها = ۷۸ + ۲ = ۸۰ ؛ **در اتم خنثی شمار پروتون‌ها (عدد اتمی)** = **شمار نوترون‌ها** (N) + **شمار پروتون‌ها** (Z) = **عدد جرمی** (A) ⟹ A = ۸۰ + ۱۲۱ = ۲۰۱

از اون‌جاکه شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در اتم‌ها و یون‌های مربوط به آن‌ها هیچ فرقی با هم نمی‌کند عدد اتمی (Z) و عدد جرمی (A) اتم Hg با یون Hg^{2+} یکی است.

ب اگر با یون‌های منفی مثل Y^{3-} سروکار داشته باشیم، در این یون‌ها به تعداد بار منفی، به شمار الکترون‌ها اضافه شده است. (یعنی شمار الکترون‌های یون‌های منفی به تعداد بار منفی‌شان از اتم خنثی خود بیشتر است.)

تمرین ۳ **اگر یون X^- دارای ۵۳ پروتون بوده و عدد جرمی آن برابر با ۱۲۷ باشد، تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌های این یون کدام است؟**

۱) ۲۰ ۲) ۲۱ ۳) ۷۳ ۴) ۷۴

جواب: گزینهٔ «۱» اول از همه شمار نوترون‌های این یون را *می‌سابیم*؛

A = Z + N ⟹ ۱۲۷ = ۵۳ + N ⟹ N = ۷۴

در اتم X، ۵۳ پروتون و در نتیجه ۵۳ الکترون وجود دارد؛ بنابراین در یون X^- شمار الکترون‌ها یک عدد بیشتر از شمار الکترون‌ها در اتم X است؛ یعنی ۵۴ تا.

تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها = ۷۴ − ۵۴ = ۲۰

عبارت‌های اول، سوم و چهارم درست‌اند. بیایید همهٔ عبارت‌ها *رو* بررسی کنیم:

- هلیم، عنصری تک‌اتمی است؛ بنابراین شکل (d) می‌تواند نمونه‌ای از عنصر هلیم باشد.
- در میان ساختارهای داده‌شده، دو مولکول دواتمی دیده می‌شود، یکی شکل (c) که مولکول‌های دواتمی آن از اتصال دو اتم مختلف تشکیل شده و یک ترکیب است و دیگری مولکول‌های دواتمی در مخلوط (a) که از اتصال دو اتم یکسان تشکیل شده و عنصر است.
- شکل (b) اجتماعی از اتم‌های یکسان را به صورت فشرده و منظم نشان می‌دهد؛ بنابراین می‌تواند مربوط به ساختار یک فلز باشد.
- شکل (a) مخلوط دو عنصر، عنصر دواتمی (●●) و عنصر سه‌اتمی (●●●) را نشان می‌دهد.

۱۲- گزینه ۲ در سمت چپ و قسمت بالای نماد شیمیایی یک عنصر، عدد جرمی یعنی مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها نوشته می‌شود، بنابراین نماد شیمیایی اتم آهن گفته‌شده به صورت $^{56}_{26}Fe$ است.

۱۳- گزینه ۲ برای محاسبهٔ تعداد نوترون‌ها، کافی است عدد اتمی را از عدد جرمی کم کنیم:

$^{59}_{29}Cu \longrightarrow n = 59 - 29 = 30$ $\quad$ $^{40}_{18}Ar \longrightarrow n = 40 - 18 = 22$ $\quad$ $^{120}_{50}Sn \longrightarrow n = 120 - 50 = 70$

$^{39}_{19}K \longrightarrow n = 39 - 19 = 20$ $\quad$ $^{58}_{27}Co \longrightarrow n = 58 - 27 = 31$ $\quad$ $^{112}_{48}Cd \longrightarrow n = 112 - 48 = 64$

بنابراین $^{120}_{50}Sn$ با بیشترین تعداد نوترون در رتبهٔ اول و $^{39}_{19}K$ با کم‌ترین تعداد نوترون، در رتبهٔ ششم قرار می‌گیرد.

تعداد نوترون‌ها: $\underset{(1)}{^{120}_{50}Sn} > \underset{(2)}{^{112}_{48}Cd} > \underset{(3)}{^{58}_{27}Co} > \underset{(4)}{^{59}_{29}Cu} > \underset{(5)}{^{40}_{18}Ar} > \underset{(6)}{^{39}_{19}K}$

۱۴- گزینه ۳ در موارد (ب)، (پ) و (ت)، تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها کم‌تر از ۴ است.

مورد	عنصر	شمار پروتون‌ها	شمار نوترون‌ها	تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها
آ	$^{56}_{26}Fe$	۲۶	$56 - 26 = 30$	$30 - 26 = 4$
ب	$^{51}_{24}Cr$	۲۴	$51 - 24 = 27$	$27 - 24 = 3$
پ	$^{27}_{13}Al$	۱۳	$27 - 13 = 14$	$14 - 13 = 1$
ت	$^{7}_{3}Li$	۳	$7 - 3 = 4$	$4 - 3 = 1$

۱۵- گزینه ۴ اتم Sn دو الکترون نسبت به Sn^{2+} بیشتر دارد:

عدد اتمی Sn = **شمار الکترون‌های Sn** $= 48 + 2 = 50 \Longrightarrow Z = 50$

عدد جرمی (A) = **شمار پروتون‌ها (Z)** + **شمار نوترون‌ها (N)** $= 50 + 69 = 119$

۱۶- گزینه ۴ با هم ببینیم:

اتم‌های خنثی ⟵ **شمار الکترون‌ها با عدد اتمی (شمار پروتون‌ها) برابر است.**

یون‌های مثبت ⟵ **شمار الکترون‌ها به تعداد بار مثبت از عدد اتمی (شمار پروتون‌ها) کم‌تر است.**

یون‌های منفی ⟵ **شمار الکترون‌ها به تعداد بار منفی از عدد اتمی(شمار پروتون‌ها) بیشتر است.**

گونه	تعداد پروتون‌ها	تعداد الکترون‌ها	تعداد پروتون‌ها + $\frac{\text{تعداد الکترون‌ها}}{2}$	تعداد نوترون‌ها
$^{24}_{12}Mg^{2+}$	۱۲	$12 - 2 = 10$	$12 + \frac{10}{2} = 17$	$24 - 12 = 12$
$^{47}_{24}Cr$	۲۴	۲۴	$24 + \frac{24}{2} = 36$	$47 - 24 = 23$
$^{60}_{27}Co^{3+}$	۲۷	$27 - 3 = 24$	$27 + \frac{24}{2} = 39$	$60 - 27 = 33$
$^{35}_{17}Cl^{-}$	۱۷	$17 + 1 = 18$	$17 + \frac{18}{2} = 26$	$35 - 17 = 18$
$^{124}_{50}Sn^{2+}$	۵۰	$50 - 2 = 48$	$50 + \frac{48}{2} = 74$	$124 - 50 = 74$
$^{90}_{38}Sr$	۳۸	۳۸	$38 + \frac{38}{2} = 57$	$90 - 38 = 52$

۱۷- گزینه ۳ در بین ذرات زیراتمی، الکترون و پروتون دارای بار الکتریکی هستند؛ در حالی که نوترون ذره‌ای خنثی است. از طرفی می‌دانیم که در اتم خنثی، شمار الکترون‌ها با شمار پروتون‌ها برابر است؛ پس شمار ذرات باردار در یک اتم در واقع دو برابر شمار پروتون‌ها است.

مجموع ذرات باردار در یک اتم = **شمار پروتون‌ها** + **شمار الکترون‌ها** $= Z + Z = 2Z$

نکته! طراح فرموده! در اتم A به ازای هر دو ذرهٔ باردار (یعنی به ازای یک پروتون)، یک ذرهٔ خنثی (یعنی ۱ نوترون) وجود دارد؛ پس در این اتم، شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها با هم برابر است؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{\text{عدد جرمی}}{\text{عدد اتمی}} = \frac{Z+N}{Z} = \frac{Z+Z}{Z} = \frac{2Z}{Z} = 2$$

۱۸- گزینه ۲ یون X^{2-}، دو الکترون بیشتر از اتم X دارد:

$A = Z + N \Longrightarrow$ (N) **شمار نوترون‌ها** $= 79 - 34 = 45$

$_{34}X^{2-}$ **شمار الکترون‌های** $= 34 + 2 = 36$

تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها: $45 - 36 = 9$

۱۹- گزینه ۳

۷ ذره‌های زیراتمی درگونه‌های چنداتمی

برای به دست آوردن شمار ذره‌های زیراتمی در گونه‌های بدون بار که شامل دو یا چند اتم هستند، کافیست شمار ذرات زیراتمی هر یک از اتم‌ها را با هم جمع کنیم.

تمرین ۱ **شمار الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌ها را در H_2O به دست آورید. $(^{1}_{1}H\ ,\ ^{16}_{8}O)$**

جواب: H_2O شامل دو اتم H (شامل ۱ پروتون، ۱ الکترون و ۰ نوترون) و یک اتم O (شامل ۸ پروتون، ۸ الکترون و ۸ نوترون) است؛ بنابراین خواهیم داشت:

H_2O **شمار نوترون‌های** : $2(0)+8=8$ $\qquad$ H_2O **شمار الکترون‌های** : $2(1)+8=10$ $\qquad$ H_2O **شمار پروتون‌های** : $2(1)+8=10$

یادآوری از آن‌جا که H_2O گونه‌ای خنثی است، پس شمار الکترون‌های آن با شمار پروتون‌های آن برابر است.

قبلاً گفتیم که شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در اتم‌ها و یون‌های مربوط به آن‌ها با هم برابر است و برای محاسبهٔ شمار الکترون‌ها در یون‌های مثبت، به تعداد بار مثبت از شمار الکترون‌ها در اتم خنثی کم و برای یون‌های منفی، به تعداد بار منفی، به شمار الکترون‌ها در اتم خنثی اضافه می‌شود. در یون‌های چنداتمی *(یونی که از دو یا چند اتم تشکیل شده!)* هم این قضیه صادق است.

توجه با یون‌های چنداتمی به طور کامل در فصل سوم آشنا خواهیم شد. در آن‌جا خواهیم خواند که بار یک یون چنداتمی به اتم خاصی تعلق ندارد بلکه متعلق به کل مجموعه است؛ بنابراین اگر بار یک یون چنداتمی، مثلاً ۲+ بود، از تعداد کل الکترون اتم‌های سازندهٔ آن یون، ۲ واحد کم می‌کنیم و اگر بار یون، ۲− بود، به تعداد کل الکترون اتم‌ها، ۲ واحد اضافه می‌کنیم.

تمرین ۲ **شمار الکترون‌ها در CO_3^{2-} و H_3O^+ را به دست آورید. $(^{1}_{1}H\ ,\ ^{12}_{6}C\ ,\ ^{16}_{8}O)$**

جواب: H_3O^+ **شمار الکترون‌ها در** : $[3(1)+8]-1=10$ (۳ اتم H، ۱ اتم O، بار یون)

CO_3^{2-} **شمار الکترون‌ها در** : $[6+(3\times 8)]+2=32$ (۱ اتم C، ۳ اتم O، ۲ بار یون)

CNO^- **شمار الکترون‌ها در** : $[6+7+8]+1=22$

NO_3^+ **شمار الکترون‌ها در** : $[7+2(8)]-1=22$

CO_2 **شمار الکترون‌ها در** : $6+2(8)=22$

OF_2 **شمار الکترون‌ها در** : $8+2(9)=26$

۲۰- گزینه ۳ با توجه به اطلاعات ۱ داده‌شده، خواهیم داشت:

$$N+Z=200 \xrightarrow{N=1/5Z} 1/5Z+Z=200 \Longrightarrow Z=\frac{200}{2/5}=80$$

یادآوری شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در اتم‌ها و یون‌های مربوط به آن‌ها، هیچ فرقی با هم نمی‌کند. در اتم خنثی هم، شمار الکترون‌ها و شمار پروتون‌ها با هم برابر است.

۲۱- گزینه ۱

۸ مسائل عدد جرمی با چاشنی دومعادله دومجهول!

یه سری مسئلهٔ اسم و رسم‌دار! تو مبحث عدد جرمی وجود داره که هر از چندگاهی! سروکله‌شون تو کنکورهای آزمایشی و غیرآزمایشی! پیدا می‌شه، به همین خاطر ما همه‌جورش! رو براتون این‌جا آوردیم که با دیدن این مدل سؤال‌ها، چشم‌ها را بسته! لبخندی زده! و در کسری از ثانیه! به خدمت سؤال برسید!

فقط قبلش یک نکتهٔ بسیار کاربردی در حل این مسئله‌ها، باید *بهتون بگیم!*

نکته در همهٔ اتم‌های معروف به‌جز $(^{1}_{1}H)$، شمار نوترون‌ها برابر یا بیشتر از شمار پروتون‌ها است. تنها مورد استثنا *که ما باهاش سروکار داریم*، یعنی $^{1}_{1}H$ در هسته‌اش فقط یک پروتون دارد و در آن *خبری از نوترون نیست!*

تمرین ۱ **عدد جرمی عنصری ۴۵ و تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌های هستهٔ آن برابر با ۳ است. شمار الکترون‌های این عنصر کدام است؟**

۱) ۲۱ $\qquad$ ۲) ۲۲ $\qquad$ ۳) ۲۳ $\qquad$ ۴) ۲۴

جواب: گزینهٔ «۱» تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها برابر با ۳ است؛ پس با توجه به یادآوری قبل، *بدون شک!* شمار نوترون‌ها (N)، ۳ عدد بیشتر از شمار پروتون‌ها می‌باشد: $N-Z=3$

از طرفی با توجه به رابطهٔ عدد جرمی خواهیم داشت: $N+Z=45$

حالا با حل یک دو معادله دو مجهول ساده، *به مراد دلمون می‌رسیم!*

$$\begin{cases} N+Z=45 \\ N-Z=3 \end{cases} \Longrightarrow 2N=48 \Longrightarrow N=24 \Longrightarrow Z=21$$

پس شمار پروتون‌ها یا عدد اتمی این عنصر برابر با ۲۱ است. شمار الکترون‌ها هم که با شمار پروتون‌ها برابر بوده و *خلاص!*

توجه برای مسائلی به فرم بالا که در آن عدد جرمی (مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها) و تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها داده می‌شود، می‌توانیم از فرمول هم استفاده کنیم، اما اول بیایید اثباتش کنیم:

$$\left.\begin{matrix} N+Z=A \\ N-Z=x \xrightarrow{N=Z+x} \end{matrix}\right\} \Longrightarrow Z+x+Z=A \Longrightarrow 2Z=A-x \Longrightarrow Z=\frac{A-x}{2}$$

$$\text{عدداتمی } (Z) = \frac{\text{عدد جرمی } (A) - \text{تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها}}{۲}$$

به طور مثال در تمرین بالا خواهیم داشت: $Z = \frac{۴۵-۳}{۲} = \frac{۴۲}{۲} = ۲۱$

تمرین ۲ **اگر عدد جرمی اتم M برابر با ۱۳۹ و تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون $M^{۳+}$ برابر با ۲۸ باشد، شمار الکترون‌های یون $M^{۳+}$ کدام است؟**

۱) ۵۴ ۲) ۵۷ ۳) ۷۹ ۴) ۸۲

جواب: گزینهٔ «۱» در یون $M^{۳+}$، شمار الکترون‌ها ۳ عدد کم‌تر از شمار پروتون‌ها است $(e = Z - ۳)$.

از طرفی شمار نوترون‌ها (N)، ۲۸ عدد از شمار الکترون‌ها $(Z-۳)$ بیشتر است؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$N - e = ۲۸ \Longrightarrow N - (Z-۳) = ۲۸ \Longrightarrow N - Z + ۳ = ۲۸ \Longrightarrow N - Z = ۲۵$$

حالا با توجه به رابطهٔ عدد جرمی، می‌رویم سراغ دو معادله دو مجهول!

$$\begin{cases} N + Z = ۱۳۹ \\ N - Z = ۲۵ \end{cases} \Longrightarrow ۲N = ۱۶۴ \Longrightarrow N = ۸۲ \Longrightarrow Z = ۵۷$$

فب! شمار الکترون‌ها در یون $M^{۳+}$ باید ۳ عدد کم‌تر باشد؛ پس می‌شود ۵۴ تا! $e = Z - ۳ = ۵۷ - ۳ = ۵۴$

تمرین ۳ **اگر اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون $Y^{۲-}$ برابر با ۹ باشد، شمار نوترون‌های این عنصر کدام است؟**

۱) ۳۴ ۲) ۳۶ ۳) ۴۳ ۴) ۴۵

جواب: گزینهٔ «۴» در یون $Y^{۲-}$ شمار الکترون‌ها، ۲ عدد بیشتر از شمار پروتون‌ها است $(e = Z + ۲)$.

از طرفی سؤال گفته اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر با ۹ است:

$$N - e = ۹ \Longrightarrow N - (Z+۲) = ۹ \Longrightarrow N - Z - ۲ = ۹ \Longrightarrow N - Z = ۱۱$$

حالا با توجه به رابطهٔ عدد جرمی خواهیم داشت:

$$\begin{cases} N + Z = ۷۹ \\ N - Z = ۱۱ \end{cases} \Longrightarrow ۲N = ۹۰ \Longrightarrow N = ۴۵ \quad , \quad Z = ۳۴$$

بچه‌ها مراقب باشید! ممکن است بعضی‌ها با خود بگویند که ما فقط می‌دانیم شمار نوترون‌ها برابر یا بیشتر از شمار پروتون‌ها است. در این‌جا شمار الکترون‌ها هم از پروتون‌ها بیشتر است. *فب!* از کجا بفهمیم وقتی طراح گفته اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون $Y^{۲-}$ برابر ۹ است، یعنی شمار نوترون‌ها ۹ واحد بیشتر است یا شمار الکترون‌ها؟ $N \geq Z \quad , \quad e > Z \Longrightarrow N \boxed{?} e$

جواب: ما برای حل این سؤال، شمار نوترون‌ها را بیشتر از شمار الکترون‌ها در نظر گرفتیم و گفتیم $N - e = ۹$؛ حالا اگر برعکس باشد $(e - N = ۹)$ اتفاق مقابل می‌افتد: $e - N = ۹ \Longrightarrow (Z+۲) - N = ۹ \Longrightarrow Z - N = ۷$

یعنی شمار پروتون‌ها ۷ عدد از شمار نوترون‌ها بیشتر است *که چنین چیزی محاله!*

حالا که فهمیدین جریان چیه! بدانید و آگاه باشید که **اگر اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یک یون منفی بیشتر از قدرمطلق بار یون باشد، حتماً شمار نوترون‌ها بیشتر از شمار الکترون‌ها است؛** به طور مثال در سؤال بالا، اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها (یعنی ۹) بیشتر از قدرمطلق بار یون (یعنی ۲) است؛ پس قطعاً شمار نوترون‌ها بیشتر از شمار الکترون‌ها است و باید بنویسیم $N - e = ۹$ (و نه $e - N = ۹$!).

نکته برای این موارد که اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها بیشتر از مقدار بار یون است، می‌توان از فرمول زیر هم استفاده کرد. اثباتش با شما!

$$Z = \frac{A - (\text{تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها}) + \text{بار یون با علامت}}{۲}$$

به طور مثال در تمرین قبل خواهیم داشت:

$$Z = \frac{۷۹ - ۹ + (-۲)}{۲} = \frac{۷۹-۱۱}{۲} = \frac{۶۸}{۲} = ۳۴ \qquad Z + N = ۷۹ \Longrightarrow N = ۷۹ - ۳۴ = ۴۵$$

جمع‌بندی

- در همهٔ اتم‌های خنثی و کاتیون‌ها (به‌جز $_{۱}H$) ← $N \geq e$
- در همهٔ اتم‌ها و یون‌ها (به‌جز $_{۱}H$) ← $N \geq Z$
- در آنیون‌ها: آیا اختلاف N و e بیشتر از مقدار بار است؟
  - بله ← $N > e$
  - خیر ← $N < e$ یا $N > e$

تمرین ۴ **عدد جرمی عنصر X برابر با ۳۱ است. اگر اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون پایدار $X^{۳-}$ برابر با ۲ باشد، این یون چند پروتون دارد؟**

۱) ۱۳ ۲) ۱۵ ۳) ۱۶ ۴) ۱۸

جواب: گزینهٔ «۲» در یون $X^{۳-}$، شمار الکترون‌ها ۳ عدد بیشتر از شمار پروتون‌ها است $(e = Z + ۳)$.

ف‌ب! باز هم مثل سؤال قبل، طبق یک قاعدهٔ کلی، شمار نوترون‌ها برابر یا بیشتر از شمار پروتون‌ها است. از طرفی در این‌جا شمار الکترون‌ها هم در یون X^{3-} از پروتون‌ها بیشتر است. حالا *ما از کجا بدونیم* در یون X^{3-} شمار نوترون‌ها بیشتر از الکترون‌ها است یا شمار الکترون‌ها بیشتر از نوترون‌ها؟ یا به عبارتی نمی‌دانیم $N-e=2$ است یا $e-N=2$؟

$$N \geq Z \quad , \quad e > Z \Longrightarrow N \boxed{?}\ e$$

هیچ نگران نباشید! با خیال راحت یکی را انتخاب کنید. ما در این‌جا با هر دو حالت ممکن، مسئله را حل می‌کنیم.

حالت اول:

$$N-e=2 \Longrightarrow N-(Z+3)=2 \Longrightarrow N-Z-3=2 \Longrightarrow N-Z=5$$

$$\begin{cases} N+Z=31 \\ N-Z=5 \end{cases} \Longrightarrow 2N=36 \Longrightarrow N=18 \quad , \quad Z=13$$

حالت دوم:

$$e-N=2 \Longrightarrow (Z+3)-N=2 \Longrightarrow Z+3-N=2 \Longrightarrow Z-N=-1$$

$$\begin{cases} N+Z=31 \\ Z-N=-1 \end{cases} \Longrightarrow 2Z=30 \Longrightarrow Z=15 \quad , \quad N=16$$

ف‌ب! در آینده خواهیم خواند عنصری با عدد اتمی ۱۳ متعلق به گروه ۱۳ است و برای رسیدن به آرایش گاز نجیب (آرایش هشت‌تایی)، باید ۳ الکترون از دست بدهد، بنابراین یون **پایدار** آن به صورت X^{3+} است؛ در حالی که عنصری با عدد اتمی ۱۵ متعلق به گروه ۱۵ است و برای رسیدن به آرایش گاز نجیب (آرایش هشت‌تایی) باید ۳ الکترون بگیرد و یون آن به صورت X^{3-} می‌باشد. *فتم‌کلام* این‌که عدد اتمی ۱۵ جواب موردنظر است.

۲۲- گزینه ۲ عدد اتمی عنصر موردنظر را Z در نظر می‌گیریم:

$$\text{عدد جرمی} = 79 \Longrightarrow Z+N=79$$

$$\text{رابطهٔ الکترون‌ها و عدد اتمی}: e=Z+2$$

$$\text{رابطهٔ نوترون‌ها و الکترون‌ها}: N=e+\frac{25}{100}e^- = 1/25e \xrightarrow{e=Z+2} N=1/25Z+2/5$$

$$Z+N=79 \Longrightarrow Z+1/25Z+2/5=79 \Longrightarrow 2/25Z=76/5 \Longrightarrow Z=\frac{76/5}{2/25}=\frac{76/5}{\frac{9}{4}}=\frac{4\times 76/5}{9}=\frac{306}{9}=34$$

۲۳- گزینه ۱ **روش اول:** مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها (عدد جرمی) برابر با ۶۵ است:

$$N+Z=65$$

فور سؤال گفته، تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها، ۷ است. می‌دانیم که در یون‌های مثبت (کاتیون‌ها)، همواره شمار نوترون‌ها از الکترون‌ها بیشتر است، پس خواهیم داشت:

$$N-e=7$$

در یون A^{2+}، شمار الکترون‌ها ۲ واحد از شمار پروتون‌ها کم‌تر است:

$$e=Z-2$$

حالا کافی است به جای الکترون در رابطهٔ دوم، $Z-2$ قرار داده و بعد به کمک معادلهٔ به دست آمده و معادلهٔ اول، Z را *بسابیم!*

$$\left.\begin{array}{l} N+Z=65 \\ N-e=7 \xrightarrow{e=Z-2} N-(Z-2)=7 \Longrightarrow N-Z=5 \end{array}\right\} \Longrightarrow \begin{cases} N+Z=65 \\ N-Z=5 \end{cases} \Longrightarrow \begin{array}{l} N=35 \\ Z=30 \end{array}$$

هواستون باشه که سؤال، شمار الکترون‌های یون A^{2+} را خواسته:

$$_{30}A^{2+} \text{ شمار الکترون‌های} = 30-2=28$$

روش دوم: به کمک فرمولی که در کادر (۸) گفتیم، خواهیم داشت:

$$Z=\frac{A-(\text{تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها})+\text{بار یون با علامت}}{2} \Longrightarrow Z=\frac{65-7+2}{2}=30$$

$$\Longrightarrow {}_{30}A^{2+} \text{ شمار الکترون‌های} = 30-2=28$$

۲۴- گزینه ۴ *اول از همه!* با توجه به این‌که شمار الکترون‌های X^{3+} و Y^{2-} را داریم، شمار پروتون‌های (عدد اتمی) دو اتم را به دست می‌آوریم:

$$X^{3+} \text{ شمار الکترون‌ها} = \text{شمار پروتون‌ها (عدد اتمی)} - 3 \Longrightarrow 36=Z-3 \Longrightarrow Z=39$$

$$Y^{2-} \text{ شمار الکترون‌ها} = \text{شمار پروتون‌ها (عدد اتمی)} + 2 \Longrightarrow 36=Z'+2 \Longrightarrow Z'=34$$

تا این‌جا درستی گزینهٔ (۳) *لو رفت!* $(Z-Z'=39-34=5)$

با توجه به این‌که تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در دو اتم X و Y با هم برابر است، خواهیم داشت:

$$N-Z=45-Z' \xrightarrow{Z'=34} N-Z=45-34=11 \xrightarrow{Z=39} N-39=11 \Longrightarrow N=50$$

$$A=N+Z=50+39=89$$

ف‌ب! درستی گزینه‌های (۱) و (۲) هم لو رفت! پاره‌ای نیست پز این‌که گزینهٔ (۴) غلط باشه!

۲۵- گزینه ۴ با توجه به این‌که در آنیون داده‌شده، اختلاف شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها (۶) بیشتر از مقدار بار یون (۳) است، قطعاً شمار نوترون‌ها در این یون بیشتر از شمار الکترون‌ها است یعنی باید بنویسیم: $N-e=6$! به این ترتیب به کمک رابطهٔ عدد جرمی و رابطهٔ بار یون با عدد اتمی خواهیم داشت:

$$\begin{cases} N+Z=75 \\ N-e=6 \\ e=Z+3 \end{cases} \Longrightarrow N-(Z+3)=6 \Longrightarrow N-Z=9 \Longrightarrow \begin{cases} N+Z=75 \\ N-Z=9 \end{cases} \Longrightarrow \begin{array}{l} N=42 \\ Z=33 \end{array}$$

به کمک فرمولی هم که در کادر (۸) گفتیم می‌شد اول عدد اتمی و بعد شمار نوترون‌ها را *حساب*ید:

$$Z=\frac{A-(\text{تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها})+\text{بار یون با علامت}}{۲}=\frac{۷۵-۶+(-۳)}{۲}=۳۳$$

$$A=Z+N \Longrightarrow N=۷۵-۳۳=۴۲$$

حالا ببینیم شمار الکترون‌های یون $NH_۴^+$ چندتاست: $\text{شمار الکترون‌های } NH_۴^+ = \text{شمار الکترون‌های } N + (\text{شمار الکترون‌های } H \times ۴) + ۱ = ۷ + ۴(۱) - ۱ = ۱۰$

$$\frac{\text{شمار نوترون‌های } X}{\text{شمار الکترون‌های } NH_۴^+}=\frac{۴۲}{۱۰}=۴/۲$$

۲۶- گزینه ۴

$^{A}_{Z}X^{۳+}$, $^{۷۹}_{Z'}Y^{۲-}$

برابری تعداد الکترون‌ها: $Z-۳=Z'+۲$ (I)

تعداد نوترون‌های Y: $۷۹-Z'$ ، تعداد نوترون‌های X: $A-Z$

$$(A-Z)=(۷۹-Z')+۵ \Longrightarrow A=۸۴+(Z-Z') \quad (II)$$

برای محاسبهٔ عدد جرمی X باید از رابطهٔ (II) استفاده کنیم اما Z و Z′ رو هر کدام به تنهایی نداریم. *اما هیچ دشواری نداره!* از رابطهٔ (I)، $Z-Z'$ را داریم:

$$(I) \Longrightarrow Z-Z'=۵$$

$$(II) \Longrightarrow A=۸۴+Z-Z' \xrightarrow{Z-Z'=۵} A=۸۴+۵=۸۹$$

۲۷- گزینه ۴

ایزوتوپ

بررسی‌ها نشان می‌دهد که **اغلب** در یک نمونهٔ طبیعی از یک عنصر، اتم‌های سازنده، جرم یکسانی ندارند. *باکمی تأمل!* در رابطهٔ $A=Z+N$ و با توجه به این‌که با تغییر شمار پروتون‌ها (عدد اتمی یا همان Z) نوع عنصر تغییر می‌کند *کشف می‌کنیم!* که این تفاوت جرم باید *زیر سر!* تفاوت در شمار نوترون‌های موجود در هستهٔ اتم باشد.

به اتم‌های یک عنصر که عدد اتمی (Z) یکسان و عدد جرمی (A) متفاوت دارند، **ایزوتوپ** می‌گویند. ایزوتوپ یعنی **هم‌مکان**؛ به این معنی که همهٔ ایزوتوپ‌های یک عنصر به علت داشتن عدد اتمی یکسان، دارای خواص شیمیایی یکسانی هستند و به یک خانه از جدول دوره‌ای تعلق دارند.

نتیجه‌گیری

شباهت‌های ایزوتوپ‌ها:
- عدد اتمی (شمار پروتون‌ها)
- شمار الکترون‌ها و موقعیت آن‌ها در جدول دوره‌ای
- خواص شیمیایی

تمرین ۱ **کدام‌یک از تغییرات زیر، اتم اکسیژن را به ایزوتوپ آن تبدیل می‌کند؟**

۱) به هر اتم آن، دو نوترون اضافه کنیم. ✓
۲) به هر اتم آن، یک پروتون و یک نوترون اضافه کنیم.
۳) به هر اتم آن، دو الکترون اضافه کنیم.
۴) به هر اتم آن، یک پروتون، یک الکترون و دو نوترون اضافه کنیم.

با توجه به این‌که شمار نوترون‌ها و در نتیجه جرم ایزوتوپ‌ها با هم فرق می‌کند، *اساساً واضح و مبرهن است!* که خواص **فیزیکی وابسته به جرم** آن‌ها مانند چگالی، نقطهٔ ذوب و نقطهٔ جوش ایزوتوپ‌ها با هم متفاوت است. *تازه!* این تفاوت‌ها در ترکیب‌های شیمیایی دارای این ایزوتوپ‌ها هم مشاهده می‌شود.

بچه‌ها مراقب باشین! *اگه هواستون باشه!* گفتیم اغلب (نه همواره!) در یک نمونهٔ طبیعی از یک عنصر، اتم‌های سازنده، جرم یکسانی ندارند. *حالا چرا؟*

جواب: به خاطر این‌که برای بعضی از عنصرها فقط یک عدد اتمی و عدد جرمی وجود دارد و خبری از ایزوتوپ *براشون نیست!*

به نظر شما! برای جداسازی ایزوتوپ‌ها از یکدیگر باید از روش‌های شیمیایی استفاده کرد یا فیزیکی؟

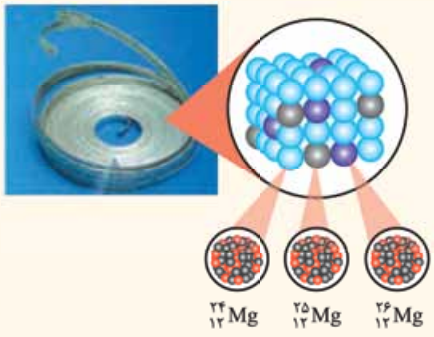
خب معلومه! وقتی خواص شیمیایی ایزوتوپ‌ها یکسان است، پس باید *دور این روش‌ها رو خط کشید!* و با استفاده از روش‌های فیزیکی وابسته به جرم، ایزوتوپ‌ها را از هم شناسایی و جدا کرد.

تمرین ۲ **تجربه نشان می‌دهد که ایزوتوپ‌ها خواص ..... دارند ولی خواص ..... وابسته به ..... آن‌ها با هم تفاوت دارد.**

۱) فیزیکی یکسانی ـ شیمیایی ـ شمار نوترون
۲) شیمیایی یکسانی ـ فیزیکی ـ جرم ✓
۳) فیزیکی مشابهی ـ شیمیایی ـ شمار نوترون
۴) شیمیایی مشابهی ـ فیزیکی ـ جرم

نکته گزارش‌های *رسمی و غیررسمی!* نشان می‌دهند که فراوانی ایزوتوپ‌ها در طبیعت یکسان نیست. *شما عجالتاً در حد سواد دورهٔ متوسطه! بدانید و آگاه باشید!* ایزوتوپی که فراوانی بیشتری دارد، پایدارتر است.

مثال بررسی یک نمونه منیزیم نشان می‌دهد که همهٔ اتم‌های منیزیم در این نمونه از یک نوع نیستند؛ بلکه مخلوطی از سه ایزوتوپ $^{24}_{12}Mg$، $^{25}_{12}Mg$ و $^{26}_{12}Mg$ است که فراوانی $^{24}_{12}Mg$ از دو ایزوتوپ دیگر بیشتر است؛ بنابراین $^{24}_{12}Mg$ از همه پایدارتر است. از طرفی اگر خیلی به شکل صفحهٔ ۵ کتاب درسی *گیر بدین!* متوجه خواهید شد که فراوانی ایزوتوپ $^{26}_{12}Mg$ بیشتر از فراوانی $^{25}_{12}Mg$ است. (*خودکتاب درسی!* در تمرین‌های دوره‌ای صفحهٔ ۴۲ به آن *اعتراف کرده!*) بنابراین مقایسهٔ فراوانی و پایداری این سه ایزوتوپ *این‌طوریاست!*



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

↓

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

مثال اتم لیتیم دارای دو ایزوتوپ $^{6}_{3}Li$ و $^{7}_{3}Li$ است که از هر ۵۰ اتم لیتیم موجود در طبیعت، ۳ اتم $^{6}_{3}Li$ و ۴۷ اتم $^{7}_{3}Li$ وجود دارد؛ بنابراین $^{7}_{3}Li$ پایدارتر است.

مقایسهٔ فراوانی: $^{7}_{3}Li > {}^{6}_{3}Li$

↓

مقایسهٔ پایداری: $^{7}_{3}Li > {}^{6}_{3}Li$

هواستون باشه لزوماً هر چه ایزوتوپی تعداد نوترون کم‌تری داشته باشد و یا به عبارتی سبک‌تر باشد، پایداری آن بیشتر نیست؛ به طور مثال در این‌جا دیدید که پایداری ^{7}Li از ^{6}Li بیشتر است.

توجه **درصد فراوانی**[1] هریک از ایزوتوپ‌ها در یک نمونه را می‌توان به صورت زیر محاسبه کرد:

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ X} = \frac{\text{تعداد ایزوتوپ X}}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times ۱۰۰$$

به طور مثال، درصد فراوانی هر یک از ایزوتوپ‌های لیتیم به صورت زیر است:

$$\text{درصد فراوانی } {}^{7}_{3}Li = \frac{\text{تعداد اتم } {}^{7}_{3}Li}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times ۱۰۰ = \frac{۴۷}{۵۰} \times ۱۰۰ = ٪۹۴$$

$$\text{درصد فراوانی } {}^{6}_{3}Li = \frac{\text{تعداد اتم } {}^{6}_{3}Li}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times ۱۰۰ = \frac{۳}{۵۰} \times ۱۰۰ = ٪۶$$

واضح است که مجموع درصد فراوانی همهٔ ایزوتوپ‌های یک عنصر برابر ۱۰۰ است.

نتیجه‌گیری

تفاوت‌های ایزوتوپ‌ها
- شمار نوترون‌ها
- عدد جرمی
- خواص فیزیکی وابسته به جرم (چگالی، نقطهٔ ذوب و جوش و ...)
- میزان فراوانی در طبیعت و پایداری

۲۸- گزینه ۲ ایزوتوپ‌ها، عدد اتمی (Z) یکسان و عدد جرمی (A) متفاوت دارند.

با توجه به این‌که عدد جرمی (A)، مجموع عدد اتمی (Z) و شمار نوترون‌ها (N) است، $A - N$ همان عدد اتمی را نشان می‌دهد.

$$A = Z + N \Longrightarrow Z = A - N$$

۲۹- گزینه ۳ فقط مورد «ت» برای تکمیل عبارت داده‌شده، مناسب است. با توجه به کادر «۹»، ایزوتوپ‌های یک عنصر، عدد اتمی، شمار پروتون، شمار الکترون، آرایش الکترونی و خواص شیمیایی یکسانی دارند؛ در حالی که شمار نوترون‌ها، عدد جرمی، خواص فیزیکی وابسته به جرم، فراوانی و پایداری آن‌ها با هم متفاوت است.

۳۰- گزینه ۲ *سؤال به زبون بی‌زبونی داره می‌گه کدام اتم‌ها، ایزوتوپ یکدیگرند؟*

B و D ایزوتوپ‌های یک عنصرند؛ زیرا عدد اتمی آن‌ها $(Z-۱)$ برابر ولی عدد جرمی آن‌ها (۱۲۶ و ۱۳۱) با هم متفاوت است. در ضمن A و C نیز ایزوتوپ یکدیگرند *ولی خب! توگزینه‌ها* A و C *با هم نداشتیم!*

۱- Fractional Abundance

۳۱- گزینه ۳ ایزوتوپ‌های یک *عنصر* شمار الکترون‌های یکسانی دارند؛ ولی همین ایزوتوپ‌ها در خواص فیزیکی وابسته به جرم آن‌ها از جمله چگالی، با یکدیگر متفاوت‌اند.

گزینهٔ (۱): اغلب (*نه همواره!*) در یک نمونهٔ طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده جرم یکسانی ندارند. در کادر «۹» گفتیم که برخی از عناصر تنها یک ایزوتوپ دارند.

گزینهٔ (۲): در یک نمونهٔ طبیعی از منیزیم، فراوانی ۳ ایزوتوپ (هم‌مکان) با هم متفاوت است.

گزینهٔ (۴): همان‌طور که قبلاً گفتیم، ایزوتوپ‌های یک عنصر، خواص شیمیایی یکسانی دارند.

۳۲- گزینه ۲ اتم B، یک الکترون بیشتر از B^+ دارد؛ بنابراین تعداد الکترون‌های B و در نتیجه عدد اتمی B، $۲۹ = ۱ + ۲۸$ است. با توجه به این‌که A و B ایزوتوپ هستند، عدد اتمی A نیز ۲۹ است.

$$\text{عدد جرمی } A = Z + N = ۲۹ + ۳۶ = ۶۵ \Longrightarrow {}^{۶۵}_{۲۹}A$$

۳۳- گزینه ۴ همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست‌اند. بیایید آن‌ها را *یکی‌یکی!* بررسی کنیم:

- اتم X دو الکترون بیشتر از $X^{۲+}$ دارد؛ بنابراین تعداد الکترون‌های این اتم برابر با $(n - ۲ + ۲ = n)\,n$ است. در اتم خنثی X، شمار پروتون‌ها و الکترون‌ها برابر است؛ بنابراین عدد اتمی X برابر n و عدد جرمی آن برابر با مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها یعنی $(A = n + n = ۲n)\,۲n$ می‌باشد $({}^{۲n}_{n}X)$.

با توجه به این‌که ایزوتوپ‌های یک عنصر عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوت دارند، اتم ${}^{۲n+۲}_{n}Y$ می‌تواند یکی از ایزوتوپ‌های عنصر X باشد.

- یک نمونهٔ طبیعی منیزیم، مخلوطی از ۳ ایزوتوپ $({}^{۲۴}_{۱۲}Mg\,,\,{}^{۲۵}_{۱۲}Mg\,,\,{}^{۲۶}_{۱۲}Mg)$ است. از طرفی شمار پروتون‌های منیزیم $({}_{۱۲}Mg)$ هم برابر با ۱۲ می‌باشد. *برهمگان آشکار است! که ۳، یک‌چهارم ۱۲ است.*
- ایزوتوپ‌های یک عنصر، شمار الکترون‌ها و پروتون‌های یکسانی دارند اما شمار نوترون‌های آن‌ها با هم متفاوت است؛ پس مجموع شمار ذرات زیراتمی آن‌ها یعنی مجموع شمار الکترون‌ها، پروتون‌ها و نوترون‌های ایزوتوپ‌ها نیز با هم متفاوت خواهد بود.
- ایزوتوپ‌ها عدد جرمی متفاوتی دارند اما چون همهٔ ایزوتوپ‌های یک عنصر عدد اتمی یکسانی دارند، در یک خانه از جدول دوره‌ای قرار می‌گیرند. *اصلاً به همین خاطر بوشون‌ها می‌گن هم‌مکان!*

۳۴- گزینه ۳ درصد فراوانی ایزوتوپ‌های $A^{۲۸}$، $A^{۲۹}$ و $A^{۳۰}$ را به ترتیب $F_۱$، $F_۲$ و $F_۳$ در نظر می‌گیریم.

$$\begin{cases} F_۳ = \frac{۱}{۴}F_۲ \quad (I) \\ F_۲ = \frac{۱}{۵}F_۱ \;(F_۱ = ۵F_۲) \quad (II) \\ F_۱ + F_۲ + F_۳ = ۱۰۰ \quad (III) \end{cases}$$

می‌توانیم همهٔ فراوانی‌ها را برحسب $F_۲$ نوشته و در رابطهٔ (III) قرار دهیم:

$$۵F_۲ + F_۲ + \frac{۱}{۴}F_۲ = ۱۰۰ \Longrightarrow \frac{(۲۰ + ۴ + ۱)\,F_۲}{۴} = ۱۰۰ \Longrightarrow F_۲ = ٪۱۶$$

$$F_۱ = ۵F_۲ = ۵(۱۶) = ۸۰\;,\; F_۳ = \frac{۱}{۴}F_۲ = \frac{۱}{۴}(۱۶) = ۴ \qquad F_۱ - F_۳ = ۸۰ - ۴ = ۷۶$$

۳۵- گزینه ۲ عدد اتمی هلیم برابر با ۲ است. با توجه به این که عدد اتمی منیزیم ۱۲ است، از به هم پیوستن ۶ تا اتم هلیم، یک اتم منیزیم به دست می‌آید.

$$۶({}_۲He) \longrightarrow {}_{۱۲}Mg$$

در ضمن فراوان‌ترین ایزوتوپ هلیم، ${}^{۴}_{۲}He$ است که در کتاب درسی به آن اشاره‌ای نشده! ولی چون فقط با عدد اتمی هم می‌شد به این سؤال جواب داد، *ما پی‌فیالش شدیم!*

۳۶- گزینه ۴ عبارت‌های «آ» و «ت» نادرست‌اند. بیایید عبارت‌ها را *دونه‌دونه!* بررسی کنیم:

آ) در بین دو ایزوتوپ لیتیم، در ${}^{۷}_{۳}Li$ شمار نوترون‌ها $(۴ = ۳ - ۷)$ بیشتر از شمار پروتون‌ها (۳) است. درصد فراوانی این ایزوتوپ برابر با ٪۹۴ است، نه ٪۹۶!

$$\text{درصد فراوانی } {}^{۷}_{۳}Li = \frac{\text{تعداد اتم } {}^{۷}_{۳}Li}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times ۱۰۰ = \frac{۴۷}{۵۰} \times ۱۰۰ = ٪۹۴$$

ب) سنگین‌ترین ایزوتوپ منیزیم، ${}^{۲۶}_{۱۲}Mg$ است که دارای ۱۲ پروتون، ۱۲ الکترون و ۱۴ نوترون است؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\text{درصد شمار پروتون در ذرات زیراتمی} = \frac{\text{شمار پروتون}}{\text{مجموع شمار ذرات زیراتمی}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۲}{۱۲ + ۱۲ + ۱۴} \times ۱۰۰ = \frac{۱۲}{۳۸} \times ۱۰۰$$

$$\xrightarrow{\frac{۱۲}{۳۸} \times ۱۰۰ > \overbrace{\frac{۱۲}{۴۰} \times ۱۰۰}^{(٪۳۰)}} \text{درصد شمار پروتون در ذرات زیراتمی} > ٪۳۰$$

پ) $$\text{درصد فراوانی سبک‌ترین ایزوتوپ } ({}^{۲۴}Mg) = \frac{\text{تعداد اتم } {}^{۲۴}Mg}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times ۱۰۰ = \frac{۳۰}{۴ + ۶ + ۳۰} \times ۱۰۰ = ٪۷۵$$

ت) در عنصر لیتیم، ${}^{۷}_{۳}Li$ (ایزوتوپ سنگین‌تر) و در عنصر منیزیم، ${}^{۲۴}_{۱۲}Mg$ (ایزوتوپ سبک‌تر) بیشترین درصد فراوانی را دارند.

۳۷- گزینه ۲ منیزیم دارای ۳ ایزوتوپ ${}^{۲۴}_{۱۲}Mg$، ${}^{۲۵}_{۱۲}Mg$ و ${}^{۲۶}_{۱۲}Mg$ و لیتیم دارای دو ایزوتوپ ${}^{۶}_{۳}Li$ و ${}^{۷}_{۳}Li$ است. *بریم سراغ عبارت‌ها:*

آ) در میان ایزوتوپ‌های منیزیم، ${}^{۲۴}_{۱۲}Mg$ از همه پایدارتر است. این ایزوتوپ ۱۲ الکترون و ۱۲ نوترون $(۱۲ = ۱۲ - ۲۴)$ دارد؛ پس این عبارت *درسته!*

ب) با توجه به شکل صفحهٔ ۶ کتاب درسی، فراوانی ${}^{۷}_{۳}Li$ از ${}^{۶}_{۳}Li$ بیشتر است؛ بنابراین ${}^{۷}_{۳}Li$ (ایزوتوپ سنگین‌تر) پایدارتر از ${}^{۶}_{۳}Li$ (ایزوتوپ سبک‌تر) بوده و این عبارت *نادرسته!*

پ *همان‌طور که مستحضرید!* فراوانی ایزوتوپ $^{24}_{12}Mg$ از دو ایزوتوپ دیگر منیزیم ($^{25}_{12}Mg$, $^{26}_{12}Mg$) بیشتر است؛ پس در این‌جا، سبک‌ترین ایزوتوپ از همه فراوان‌تر می‌باشد؛ یعنی این عبارت هم *درسته!*

ت ایزوتوپ فراوان‌تر لیتیم، $^{7}_{3}Li$ است که عدد جرمی آن (۷) از دو برابر عدد اتمی آن ($۶ = ۳ \times ۲$) نیز بیشتر است؛ پس این عبارت *درسته!*

بنابراین عبارت‌های «آ»، «پ» و «ت» درست بودند.

تمرین **اتم ایزوتوپ فراوان‌تر لیتیم ($^{6}_{3}Li$)، دارای چند نوترون است و عدد جرمی آن کدام است؟**

۱) ۳ـ۶ ۲) ۳ـ۷ ۳) ۴ـ۷ ۴) ۴ـ۶

۳۸- گزینه ۴ مجموع شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها همان عدد جرمی است. از طرفی می‌دانیم که لیتیم دارای دو ایزوتوپ $^{6}_{3}Li$ (با عدد جرمی زوج) و $^{7}_{3}Li$ (با عدد جرمی فرد) است. با توجه به سؤال، درصد فراوانی ایزوتوپ سبک‌تر ($^{6}_{3}Li$) ٪۶ و بنابراین درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین‌تر ($^{7}_{3}Li$) ٪۹۴ ($۹۴ = ۶ - ۱۰۰$) است. ابتدا باید با توجه به درصدهای فراوانی داده‌شده، تعداد هر یک از ایزوتوپ‌های لیتیم را حساب کنیم. از آن‌جا که این نمونه دارای ۱۰۰۰ اتم لیتیم است، خواهیم داشت:

تعداد اتم‌های $^{6}_{3}Li$: $\frac{۶}{۱۰۰} \times ۱۰۰۰ = ۶۰$

تعداد اتم‌های $^{7}_{3}Li$: $\frac{۹۴}{۱۰۰} \times ۱۰۰۰ = ۹۴۰$

پس در ۶۰ عدد از اتم‌های لیتیم (نه در ۹۴۰ عدد)، عدد جرمی (مجموع شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها) زوج است.

گزینهٔ (۱): منظور از ذرهٔ زیراتمی خنثی همان نوترون است. هر اتم $^{6}_{3}Li$، ۳ نوترون و هر اتم $^{7}_{3}Li$، ۴ نوترون دارد:

تعداد نوترون‌ها در اتم‌های $^{6}_{3}Li$ $= ۶۰ \times ۳ = ۱۸۰$

تعداد نوترون‌ها در اتم‌های $^{7}_{3}Li$ $= ۹۴۰ \times ۴ = ۳۷۶۰$ $\Longrightarrow$ **مجموع تعداد نوترون‌ها** $= ۱۸۰ + ۳۷۶۰ = ۳۹۴۰$

گزینهٔ (۲): در هر یک اتم $^{6}_{3}Li$، ۳ الکترون، ۳ پروتون و ۳ نوترون وجود دارد و تعداد این ایزوتوپ در نمونه هم که ۶۰ تاست.

گزینهٔ (۳): در این نمونه ۹۴۰ ایزوتوپ سنگین ($^{7}_{3}Li$) و ۶۰ ایزوتوپ سبک ($^{6}_{3}Li$) وجود دارد؛ پس تفاوت تعداد ایزوتوپ‌های سنگین و سبک برابر با ۸۸۰ ($۸۸۰ = ۶۰ - ۹۴۰$) خواهد بود.

۳۹- گزینه ۲

۱۰

رادیوایزوتوپ‌ها

برخی عنصرها دارای ایزوتوپ‌های ناپایدارند. هستهٔ ایزوتوپ‌های ناپایدار، ماندگار نیستند و با گذشت زمان به صورت **خودبه‌خودی** متلاشی می‌شوند. این ایزوتوپ‌ها پرتوزا هستند[1] و اغلب بر اثر تلاشی، علاوه بر ذره‌های پرانرژی[2]، مقدار زیادی انرژی هم آزاد می‌کنند. بررسی‌ها نشان داده که اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن‌ها برابر یا بیشتر از ۱/۵ باشد، ناپایدارند. *بیایید به کم با این نسبت بازی کنیم! ببینیم می‌شه تغییرش داد و نسبت‌های جدیدی به دست آورد یا نه!*

$\frac{N}{Z} \geq ۱/۵$ **با معکوس کردن دو طرف** $\Longrightarrow \frac{Z}{N} \leq \frac{۱}{۱/۵} \Longrightarrow \frac{Z}{N} \leq \frac{۲}{۳} \Longrightarrow \frac{Z}{N} \leq ۰/۶۶$

بنابراین می‌توان گفت اغلب هسته‌هایی که نسبت شمار پروتون‌ها به نوترون‌ها در آن‌ها برابر یا کوچک‌تر از $\frac{۲}{۳}$ یا ۰/۶۶ باشد، ناپایدارند.

$\frac{Z}{A} \leq ۰/۴ \Longrightarrow \frac{Z}{A} \leq \frac{۱}{۲/۵} \Longrightarrow \frac{A}{Z} \geq ۲/۵ \Longrightarrow \frac{N+Z}{Z} \geq ۲/۵ \Longrightarrow \frac{N}{Z} + ۱ \geq ۱/۵ + ۱$ **به دو طرف ۱ واحد اضافه می‌کنیم** $\frac{N}{Z} \geq ۱/۵$

پس اغلب هسته‌هایی که نسبت عدد جرمی به عدد اتمی برابر یا بیشتر از ۲/۵ باشد (نسبت عدد اتمی به عدد جرمی آن‌ها برابر یا کوچک‌تر از ۰/۴ باشد.)، ناپایدارند.

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

توجه نیم‌عمر هر ایزوتوپ نشان می‌دهد که آن ایزوتوپ تا چه اندازه پایدار است. *حالا این «نیم‌عمر» که گفتیم یعنی چه؟*

نیم‌عمر، مدت زمانی است که طی آن نیمی از ایزوتوپ موجود متلاشی شود. *طبق این‌طوری! کاملاً واضح و مبرهن است!* که هر چه نیم‌عمر ایزوتوپ کوتاه‌تر باشد، در زمان کوتاه‌تری متلاشی می‌شود (زمان ماندگاری آن کم‌تر است)؛ بنابراین ناپایدارتر خواهد بود.

نیم‌عمر کوتاه‌تر ← زمان متلاشی‌شدن کوتاه‌تر ← ناپایدارتر

۴۰- گزینه ۳ می‌دانیم که اغلب، ایزوتوپی که نسبت شمار نوترون‌ها به پروتون‌های آن برابر یا بیشتر از ۱/۵ باشد، رادیوایزوتوپ است؛ پس اول بریم سراغ محاسبهٔ عدد اتمی X!

۱- این ایزوتوپ‌ها می‌توانند پرتوهای آلفا (α)، بتا (β) یا گاما (γ) از خود ساطع کنند.

۲- پرتوهای آلفا و بتا، ذره‌های پرانرژی به شمار می‌روند. *دوست‌داران شیمی (شیمیوفیل‌ها)! بدانند* که پرتوی آلفا از جنس هستهٔ هلیم ($^{4}_{2}He$) و پرتوی بتا از جنس الکترون است.

اتم X دو الکترون بیشتر از X^{2+} دارد:

$Z = ۵۴ + ۲ = ۵۶$

شمار نوترون‌ها باید حداقل ۱/۵ برابر شمار پروتون‌ها باشد:

$N = ۱/۵Z = \underbrace{۱/۵}_{\frac{۳}{۲}} \times ۵۶ = ۳ \times ۲۸ = ۸۴$

$A = Z + N = ۵۶ + ۸۴ = ۱۴۰$

۴۱- گزینه ۴

ایزوتوپ‌های هیدروژن

مؤلفین محترم کتاب درسی، در «با هم بیندیشیم» صفحهٔ ۶ شما را با *انواع و اقسام*! ایزوتوپ‌های هیدروژن آشنا کرده‌اند؛ به همین خاطر می‌خواهیم این جدول را *مورد نقد و بررسی بیشتری قرار دهیم*!

نماد ایزوتوپ / ویژگی ایزوتوپ	$_{۱}^{۱}H$	$_{۱}^{۲}H$	$_{۱}^{۳}H$	$_{۱}^{۴}H$	$_{۱}^{۵}H$	$_{۱}^{۶}H$	$_{۱}^{۷}H$
نیم‌عمر[۱]	پایدار	پایدار	۱۲/۳۲ سال	$۱/۴ \times ۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۹/۱ \times ۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۹ \times ۱۰^{-۲۲}$ ثانیه	$۲/۳ \times ۱۰^{-۲۳}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)	۰ (ساختگی)

۱ همان‌طور که می‌بینید هیدروژن دارای ۷ ایزوتوپ است که از بین آن‌ها، ۳ ایزوتوپ، طبیعی و ۴ ایزوتوپ، ساختگی هستند.

ایزوتوپ‌های طبیعی ← پایدار: $_{۱}^{۱}H$، $_{۱}^{۲}H$ ؛ ناپایدار: $_{۱}^{۳}H$

ایزوتوپ‌های ساختگی: $_{۱}^{۴}H$، $_{۱}^{۵}H$ ← بیشترین نیم‌عمر، $_{۱}^{۶}H$، $_{۱}^{۷}H$

خلاصه! مواستون باشه! یک **نمونهٔ طبیعی از عنصر هیدروژن**، مخلوطی از **سه ایزوتوپ** است.

یادآوری ایزوتوپ‌های هیدروژن (و به طور کلی ایزوتوپ‌های یک عنصر) در عدد اتمی، شمار پروتون، شمار الکترون، خواص شیمیایی و موقعیت در جدول دوره‌ای مشابه‌اند و در عدد جرمی، شمار نوترون، درصد فراوانی، نیم‌عمر، خواص فیزیکی وابسته به جرم و پایداری با هم تفاوت دارند.

۲ نیم‌عمر ایزوتوپ ساختگی $_{۱}^{۷}H$ از بقیهٔ ایزوتوپ‌های ساختگی و طبیعی کم‌تر است؛ پس از همه ناپایدارتر می‌باشد.

۳ در بین ایزوتوپ‌های طبیعی، ایزوتوپ‌های $_{۱}^{۱}H$ و $_{۱}^{۲}H$ پایدار هستند اما ایزوتوپ $_{۱}^{۳}H$ ناپایدار است.

مقایسهٔ پایداری ایزوتوپ‌های طبیعی: $_{۱}^{۱}H > {}_{۱}^{۲}H > {}_{۱}^{۳}H$

خب! می‌دانیم که هر چه پایداری یک ایزوتوپ بیشتر باشد، فراوانی آن در طبیعت بیشتر است: $_{۱}^{۱}H > {}_{۱}^{۲}H > {}_{۱}^{۳}H$: **درصد فراوانی در طبیعت**

۴ در بین ایزوتوپ‌های ساختگی، $_{۱}^{۵}H$ از همه پایدارتر است چون زمان نیم‌عمر آن از همه بیشتر است و $_{۱}^{۷}H$ از همه ناپایدارتر!

یعنی با افزایش تعداد نوترون و سنگین‌ترشدن ایزوتوپ‌های هیدروژن، نیم‌عمر و پایداری آن‌ها به صورت منظم تغییر نمی‌کند. $_{۱}^{۵}H$ هم از ایزوتوپ سبک‌تر و هم از ایزوتوپ سنگین‌تر خود، نیم‌عمر بیشتری دارد. $_{۱}^{۷}H > {}_{۱}^{۶}H > {}_{۱}^{۴}H > {}_{۱}^{۵}H$: **مقایسهٔ پایداری ایزوتوپ‌های ساختگی**

بچه‌ها مراقب باشین! اگر کسی از شما پرسید درصد فراوانی این ایزوتوپ‌ها در طبیعت، به چه صورت است؟ *یه وقت فدای نکرده! سر کار نروین! کاملاً تابلوئه* که فراوانی طبیعی برای ایزوتوپ‌های ساختگی *اصلاً معنی نداره!*

۵ *با هم دیدیم!* که ایزوتوپ‌های $_{۱}^{۱}H$ و $_{۱}^{۲}H$ پایدارند؛ بنابراین خاصیت پرتوزایی ندارند (نسبت نوترون به پروتون آن‌ها برابر یا بیشتر از ۱/۵ نیست) اما ۵ ایزوتوپ دیگر پرتوزا هستند و رادیوایزوتوپ به شمار می‌روند.

نتیجه‌گیری در بین ایزوتوپ‌های طبیعی *فقط‌وفقط* $_{۱}^{۳}H$ خاصیت پرتوزایی دارد *و بس!*

۶ با توجه به زمان نیم‌عمر ایزوتوپ‌های پرتوزا، $_{۱}^{۳}H$ از همه پایدارتر (با بیشترین زمان نیم‌عمر) و $_{۱}^{۷}H$ از همه ناپایدارتر (با کم‌ترین زمان نیم‌عمر) است.

۷ در بین همهٔ اتم‌های جدول دوره‌ای، $_{۱}^{۱}H$ تنها اتمی است که نوترون ندارد و عدد اتمی آن با عدد جرمی‌اش برابر است $(A = Z)$.

یادآوری در همهٔ اتم‌ها به‌جز $_{۱}^{۱}H$، تعداد نوترون‌ها برابر یا بیشتر از تعداد پروتون‌ها است.

و در آخر! بدانید که تا دلتون بخواد معلم‌های محترم و طراحان گرامی سؤال‌های هوروهور! از عدد اتمی و عدد جرمی ایزوتوپ‌های هیدروژن (به خصوص ایزوتوپ‌های طبیعی آن) طرح می‌کنند.

۱- حفظ‌کردن اعداد نیم‌عمر لازم نیست. فقط به صورت مقایسه‌ای، بلد باشین!

مثال **در کدام ایزوتوپ هیدروژن، شمار نوترون(ها) با پروتون(ها) برابر است؟**

جواب: $_{1}^{2}H$ (این ایزوتوپ دارای ۱ پروتون و ۱ نوترون است.)

مثال **درکدام ایزوتوپ هیدروژن، نسبت پروتون(ها) به نوترون(ها) برابر ۰/۵ است؟**

جواب: $_{1}^{3}H$ (این ایزوتوپ دارای ۱ پروتون و ۲ نوترون است پس نسبت آن‌ها می‌شود $\frac{1}{2}$ یا همان ۰/۵).

با توجه به کادر قبل، ایزوتوپ‌های هیدروژن تعداد پروتون یکسانی دارند ولی نیم‌عمر، عدد جرمی و فراوانی آن‌ها در طبیعت با هم متفاوت است.

۴۲- گزینه ۳ عبارت‌های «آ»، «پ» و «ت» درست‌اند.

آ هر نمونهٔ طبیعی هیدروژن مخلوطی از سه ایزوتوپ $_{1}^{1}H$، $_{1}^{2}H$ و $_{1}^{3}H$ است.

ب در میان هفت ایزوتوپ هیدروژن، ایزوتوپ‌های $_{1}^{1}H$ و $_{1}^{2}H$ پایدار بوده و خاصیت پرتوزایی ندارند (نسبت نوترون به پروتون آن‌ها برابر یا بیشتر از ۱/۵ نیست) و ۵ ایزوتوپ دیگر پرتوزا هستند و رادیوایزوتوپ به شمار می‌روند.

پ ذره‌های زیراتمی باردار همان الکترون‌ها و پروتون‌ها هستند *(نوترون‌ها که بار ندارند!)* همهٔ ایزوتوپ‌های هیدروژن دارای یک الکترون و یک پروتون بوده و در نتیجه شمار ذره‌های زیراتمی باردار آن‌ها یکسان و برابر با ۲ است.

ت *کاملاً درسته!*

۴۳- گزینه ۴ عبارت‌های «ب» و «پ» نادرست‌اند. بیایید عبارت‌ها را *یکی‌یکی!* بررسی کنیم:

آ در بین ایزوتوپ‌های طبیعی هیدروژن، ایزوتوپ‌های $_{1}^{1}H$ و $_{1}^{2}H$ پایدار اما ایزوتوپ $_{1}^{3}H$ ناپایدار است.

نکته با توجه به کتاب درسی، بهتر است شمار ایزوتوپ‌های پایدار (غیر پرتوزا) عنصرهای *مقابل را بلد باشین:*

هیدروژن، لیتیم و کلر ← ۲ ایزوتوپ پایدار

منیزیم ← ۳ ایزوتوپ پایدار

ب در بین ایزوتوپ‌های ساختگی، $_{1}^{5}H$ از همه پایدارتر است چون زمان نیم‌عمر آن از همه *بیشتره!*

پ پس $_{1}^{3}H$ *کشکه؟!*

ت در بین رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن، $_{1}^{3}H$ نیم‌عمر بالاتری دارد و پایدارتر است.

۴۴- گزینه ۲ هیدروژن دارای ۳ ایزوتوپ طبیعی $_{1}^{1}H$، $_{1}^{2}H$ و $_{1}^{3}H$ است: *پس سنگین‌ترینش می‌شه* $_{1}^{3}H$!

$$_{1}^{3}H = \frac{\text{شمار نوترون‌ها}}{\text{شمار پروتون‌ها}} = \frac{3-1}{1} = 2$$

۴۵- گزینه ۲ با هم ببینیم:

آ در بین ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن، $_{1}^{5}H$ نیم‌عمر بیشتری نسبت به ایزوتوپ سبک‌تر $(_{1}^{4}H)$ و ایزوتوپ‌های سنگین‌تر از خود ($_{1}^{6}H$ و $_{1}^{7}H$) دارد.

ب هیدروژن دارای ۱ پروتون است. برای این‌که نسبت پروتون به نوترون برابر با ۰/۵ باشد، ایزوتوپ موردنظر باید دارای ۲ نوترون باشد، یعنی عدد جرمی آن ۳ باشد: $_{1}^{3}H$

پ $_{1}^{3}H$ پرتوزا است و نیم‌عمر آن در حدود ۱۲ سال است.

۴۶- گزینه ۱ همهٔ عبارت‌های داده‌شده درست‌اند. ایزوتوپ‌های موجود در یک نمونهٔ طبیعی هیدروژن $_{1}^{1}H$، $_{1}^{2}H$ و $_{1}^{3}H$ هستند. *بالا بریم سراغ عبارت‌ها:*

- $_{1}^{1}H$ تنها اتمی است که نوترون ندارد.
- در ایزوتوپ $_{1}^{2}H$ تعداد نوترون با پروتون برابر است. (هر دو برابر با ۱ هستند.)
- ایزوتوپ‌های $_{1}^{1}H$ و $_{1}^{2}H$ پایدارند. مجموع تعداد نوترون‌های $_{1}^{1}H$ و $_{1}^{2}H$ برابر با یک $(1=1+0)$ است. از طرفی ناپایدارترین ایزوتوپ طبیعی هیدروژن $(_{1}^{3}H)$ ۲ نوترون $(2=1-3)$ دارد.
- ایزوتوپ پرتوزای طبیعی هیدروژن $(_{1}^{3}H)$ دارای ۱ پروتون و ۲ نوترون است پس نسبت نوترون به پروتون آن می‌شود $\frac{2}{1}$!

تمرین **پاسخ درست پرسش‌های زیر در کدام گزینه آمده است؟**

آ) در یک نمونهٔ طبیعی منیزیم، چند نوع منیزیم وجود دارد که عدد جرمی متفاوتی با $_{12}^{24}Mg$ دارند؟

ب) از میان منیزیم و لیتیم، در کدام عنصر، فراوانی طبیعی ایزوتوپ سنگین‌تر آن، بیشتر است؟

پ) با افزایش شمار نوترون‌ها در ایزوتوپ‌های هیدروژن، نیم‌عمر آن‌ها به طور کلی چه تغییری می‌کند؟

۱) سه ـ منیزیم ـ افزایش می‌یابد. ۲) سه ـ لیتیم ـ افزایش می‌یابد. ۳) دو ـ منیزیم ـ کاهش می‌یابد. ☑ ۴) دو ـ لیتیم ـ کاهش می‌یابد.

۴۷- گزینه ۴ فقط مورد C به درستی معرفی شده است.

می‌دانیم که هیدروژن دارای ۳ ایزوتوپ طبیعی $_{1}^{1}H$، $_{1}^{2}H$ و $_{1}^{3}H$ می‌باشد که در این میان ایزوتوپ‌های $_{1}^{1}H$ و $_{1}^{2}H$ پایدار و ایزوتوپ $_{1}^{3}H$ ناپایدار است. هم‌چنین مقایسهٔ درصد فراوانی این ایزوتوپ‌ها به صورت $_{1}^{1}H > _{1}^{2}H > _{1}^{3}H$ است. با توجه به این اطلاعات مشخص است که ایزوتوپ A همان $_{1}^{3}H$ می‌باشد. در بین ستون‌های دوم و چهارم، ستون چهارم مربوط به ایزوتوپ $_{1}^{2}H$ است زیرا فراوانی کم‌تری در طبیعت دارد. همان‌طور که گفتیم این ایزوتوپ پایدار است بنابراین به جای D باید «پایدار» نوشته شود. به این ترتیب ستون دوم مربوط به $_{1}^{1}H$ است که نوترون ندارد $(B=0)$ و در آخر ستون سوم مربوط به ایزوتوپ $_{1}^{4}H$ است که ساختگی بوده و درصد فراوانی آن صفر است $(C=0)$.

۴۸- گزینه ۳ به‌جز مورد «پ»، بقیهٔ موارد، جملهٔ داده‌شده را به درستی تکمیل می‌کنند. دیدیم که همهٔ ایزوتوپ‌های هیدروژن که شمار نوترون بزرگ‌تر از یک دارند $(n>1)$؛ یعنی ایزوتوپ‌های $_{1}^{3}H$، $_{1}^{4}H$، $_{1}^{5}H$، $_{1}^{6}H$ و $_{1}^{7}H$ ناپایدارند *(نه بیشترشون!)*.

ت بین دو عنصر A و E، عناصر گروه ۱۳ تا ۱۸ در دورهٔ سوم و عناصر گروه ۱ تا ۱۲ در دورهٔ چهارم قرار دارند. عناصر گروه ۱۳ تا ۱۸ که جزو عناصر دستهٔ p *هستن و کاری باهاشون نداریم*. در دورهٔ چهارم، عناصر گروه ۱ و ۲ جزو دستهٔ s (۲ عنصر) و عناصر گروه ۳ تا ۱۲ (۱۰ عنصر) جزو دستهٔ d هستند؛ پس:

$$\frac{\text{عنصرهای دستهٔ d}}{\text{عنصرهای دستهٔ s}} = \frac{۱۰}{۲} = ۵ \neq ۲/۵$$

۴۲۷- گزینه ۲ همهٔ عبارت‌ها نادرست‌اند.

آ فراوان‌ترین ایزوتوپ منیزیم، $^{۲۴}_{۱۲}Mg$ است؛ از طرفی می‌دانیم که منیزیم در گروه دوم قرار دارد و یون دو بار مثبت تشکیل می‌دهد:

$$^{۲۴}_{۱۲}Mg^{۲+} \begin{cases} P = ۱۲ \\ e = ۱۲ - ۲ = ۱۰ \\ N = ۲۴ - ۱۲ = ۱۲ \end{cases} \Longrightarrow P + e + N = ۱۲ + ۱۰ + ۱۲ = ۳۴$$

ب در عنصرهای دستهٔ S لزوماً زیرلایهٔ لایهٔ ظرفیت پر نیست! مانند لیتیم ($1s^2 2s^1$) که در زیرلایهٔ 2s فقط یک الکترون دارد.

پ تعداد لایه‌های الکترونی **اشغال‌شده** در عنصرهای یک دوره با هم برابر است؛ مثلاً در همهٔ عنصرهای دورهٔ چهارم، ۴ لایه از الکترون اشغال شده است اما در ۱۰ عنصر اول این دوره، تنها ۲ لایهٔ الکترونی به طور کامل پر شده‌اند و در ۸ عنصر انتهایی این دوره، ۳ لایهٔ الکترونی به طور کامل پر شده‌اند (به دلیل پربودن زیرلایهٔ 3d!)

ت *نه اصلاً!* تفاوت انرژی دو لایهٔ $n = ۱$ و $n = ۲$ با تفاوت انرژی دو لایهٔ $n = ۴$ و $n = ۵$، *فرق داره!* به همین دلیل طول موج پرتو نشرشده در دو انتقال الکترونی گفته‌شده با هم *فرق داره!*

ث آرایش الکترونی عنصرهای دستهٔ p به $ns^2 np^{۱\to۶}$ ختم می‌شود؛ بنابراین در آخرین لایهٔ الکترونی اشغال‌شدهٔ آن‌ها بین ۳ ($۲+۱=۳$) تا ۸ ($۲+۶=۸$) الکترون وجود دارد. اگر گفته بود آخرین زیرلایهٔ الکترونی اشغال‌شده، درست بود!

۴۲۸- گزینه ۲ عبارت‌های اول و دوم درست‌اند.

- عنصری با بیشترین فراوانی در مشتری و هم‌چنین نخستین عنصر به وجود آمده پس از مهبانگ، همان هیدروژن است.
- *درسته!* درون خورشید، هیدروژن به هلیم تبدیل می‌شود.
- همهٔ ایزوتوپ‌های هیدروژن که فاقد نوترون نیستند! فقط $^{۱}_{۱}H$ نوترون *نداره!*
- عنصر هیدروژن به دستهٔ s تعلق دارد، اما فراوان‌ترین عنصر زمین یعنی آهن (^{۵۶}F) به دستهٔ d تعلق دارد.

۴۲۹- گزینه ۲ برای قسمت اول این سؤال، اصلاً نیازی به نوشتن معادله و پیداکردن Z نیست. اگر به گزینه‌ها دقت کنید، عدد اتمی X یا ۱۳ است یا ۱۵! عنصری با عدد اتمی ۱۳ (همان آلومینیم در گروه ۱۳) یون پایدار $X^{۳+}$ و عنصری با عدد اتمی ۱۵ (همان فسفر در گروه ۱۵)، یون پایدار $X^{۳-}$ تشکیل می‌دهد؛ بنابراین در این‌جا، عدد اتمی X، ۱۵ است.

توجه اگر بخواهیم به کمک نوشتن معادله، عدد اتمی X را حساب کنیم، از اون‌جایی که تفاوت شمار الکترون و نوترون‌ها (۲) از مقدار بار یون (۳) کم‌تر است، باید هر دو حالت $n - e = ۲$ و $e - n = ۲$ را در نظر بگیریم. با حل معادله‌های مربوطه، به $Z = ۱۳$ و $Z = ۱۵$ می‌رسیم که باز هم به کمک همان نکته که *کدومش می‌تونه* یون $X^{۳-}$ تشکیل *بده*، باید جواب درست رو انتخاب کنیم.

$$_{۱۵}X : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 \Longrightarrow \begin{cases} l = ۰ \Rightarrow (3s^2, 2s^2, 1s^2) \text{ ۶ الکترون} \\ l = ۱ \Rightarrow (3p^3, 2p^6) \text{ ۹ الکترون} \end{cases}$$

$۹ - ۶ = ۳$

۴۳۰- گزینه ۲ اتم هیدروژن طبیعی پرتوزا، $^{۳}_{۱}H$ است. می‌دانیم که جرم یک اتم برحسب amu تقریباً برابر با عدد جرمی آن است. با توجه به این‌که $^{۳}_{۱}H$، ۱ الکترون دارد و جرم هر الکترون به تقریب $\frac{۱}{۲۰۰۰}$ amu است، خواهیم داشت:

$$\frac{\text{جرم اتم } ^{۳}_{۱}H}{\text{جرم ۱ الکترون در } ^{۳}_{۱}H} = \frac{۳ \text{ amu}}{۱ \times \frac{۱}{۲۰۰۰} \text{ amu}} = ۶۰۰۰$$

گزینهٔ (۱): در اغلب موارد به دلیل وجود ایزوتوپ‌ها، اتم‌های سازندهٔ یک نمونهٔ طبیعی از عنصری معین، جرم یکسانی **ندارند**.

گزینهٔ (۳): چگالی ایزوتوپ‌های یک عنصر و ترکیب‌های دارای آن‌ها، *با هم فرق داره!*

گزینهٔ (۴): *نه کی گفته؟!* مثلاً در یک نمونهٔ منیزیم، ایزوتوپ سبک‌تر ($^{۲۴}_{۱۲}Mg$) فراوانی بیشتری دارد.

۴۳۱- گزینه ۱ در نمونهٔ ۵۰ تایی از لیتیم، ۳ اتم $Li^{۶}$ با جرم اتمی ۶ amu و ۴۷ اتم $Li^{۷}$ با جرم اتمی ۷ amu وجود دارد:

$$\text{جرم کل} = \underbrace{(۳ \times ۶)}_{\text{جرم اتم‌های } Li^{۶}} + \underbrace{(۴۷ \times ۷)}_{\text{جرم اتم‌های } Li^{۷}} = ۳۴۷ \text{ amu} \xrightarrow{۱\text{amu} = ۱/۶۶ \times ۱۰^{-۲۴} \text{g}} \text{جرم کل} = ۳۴۷ \times ۱/۶۶ \times ۱۰^{-۲۴} \simeq ۵/۷۶ \times ۱۰^{-۲۲} \text{g}$$

حالا باید ببینیم چند درصد جرم این نمونه را نوترون‌ها تشکیل داده‌اند.

در هر اتم $Li^{۶}$، ۳ نوترون و در هر اتم $Li^{۷}$، ۴ نوترون وجود دارد:

$$\text{جرم کل نوترون‌ها} = ۱۹۷ \text{ amu} \xrightarrow{\text{جرم نوترون} \simeq ۱ \text{ amu}} \text{تعداد کل نوترون‌ها} = (۳ \times ۳) + (۴۷ \times ۴) = ۱۹۷$$

$$\text{درصد جرمی نوترون‌ها} = \frac{\text{جرم نوترون‌ها}}{\text{جرم کل}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۹۷}{۳۴۷} \times ۱۰۰ \simeq ٪۵۶/۷۷$$

۴۳۲- گزینه ۲ عبارت‌های اول و دوم درست‌اند.

- $^{۱}_{۱}H$ دارای یک پروتون و یک الکترون است و جرم آن حدود ۱/۰۰۸ amu است.

● عنصرهایی با عدد اتمی ۱۷ و ۳۵ هر دو در گروه ۱۷ قرار دارند، زیرا عدد اتمی آن‌ها یک واحد کم‌تر از گازهای نجیب $_{18}Ar$ و $_{36}Kr$ (عنصرهای گروه ۱۸) است (*اگه شک دارین، می‌تونید از آرایش الکترونی استفاده کنید*). از طرفی عنصرهای $_{35}X$ و $_{21}Y$ هر دو در دورهٔ چهارم قرار دارند (عنصرهایی با عددهای اتمی ۱۹ تا ۳۶ در دورهٔ چهارم قرار دارند).

● در دورهٔ سوم، نماد شیمیایی ۶ عنصر (Na, Mg, Al, Si, Cl, Ar) دوحرفی است.

● خواص فیزیکی عنصرهای هم‌گروه که یکسان نیست. *تازه* خواص شیمیایی عناصر هم‌گروه، مشابه هم است نه یکسان!

۴۳۳- گزینه ۳ با نوشتن رابطهٔ جرم اتمی میانگین و جای‌گذاری اعداد، می‌تونیم a رو حساب کنیم:

روش اول:

$$M=\frac{M_1F_1+M_2F_2+M_3F_3}{F_1+F_2+F_3} \Longrightarrow ۸۶/۴=\frac{(a\times۲۰)+(a+۲)\times۴۰+(a+۴)\times۴۰}{۱۰۰}$$

$$\Longrightarrow ۸۶۴۰=۲۰a+۴۰a+۸۰+۴۰a+۱۶۰ \Longrightarrow ۱۰۰a=۸۴۰۰ \Longrightarrow a=۸۴$$

روش دوم:

$$M=M_1+\frac{F_2}{۱۰۰}(M_2-M_1)+\frac{F_3}{۱۰۰}(M_3-M_1) \Longrightarrow ۸۶/۴=a+\underbrace{\frac{۴۰}{۱۰۰}\times۲+\frac{۴۰}{۱۰۰}\times۴}_{۲/۴} \Longrightarrow a=۸۴$$

ایزوتوپ سنگین‌تر، $^{a+4}_{36}X$ $(^{88}_{36}X)$ است که در ساختار آن، ۵۲ نوترون $(۵۲=۳۶-۸۸)$ وجود دارد.

۴۳۴- گزینه ۲ ابتدا باید x را حساب کنیم:

روش اول: استفاده از کسر تبدیل:

$$N_2O_x \text{ جرم مولی} = ۲۸+۱۶x$$

$$۳/۸\,g\,N_2O_x\times\frac{۱\,mol\,N_2O_x}{(۲۸+۱۶x)\,g\,N_2O_x}\times\frac{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ \text{مولکول}}{۱\,mol\,N_2O_x}=۳/۰۱\times۱۰^{۲۲}\ \text{مولکول}$$

$$۲۸+۱۶x=۷۶ \Longrightarrow ۱۶x=۴۸ \Longrightarrow x=۳$$

روش دوم: استفاده از فرمول:

$$\text{مول}=\frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}}=\frac{\text{تعداد ذره}}{\text{عدد آووگادرو}} \Longrightarrow \frac{۳/۸}{۲۸+۱۶x}=\frac{۳/۰۱\times۱۰^{۲۲}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}} \Longrightarrow ۲۸+۱۶x=۷۶ \Longrightarrow ۱۶x=۴۸ \Longrightarrow x=۳$$

بنابراین فرمول اکسید موردنظر، N_2O_3 است:

$$N_2O_3 \text{ جرم مولی} = ۲(۱۴)+۳(۱۶)=۷۶\ g.mol^{-1}$$

$$۱۵/۲\,g\,N_2O_3\times\frac{۱\,mol\,N_2O_3}{۷۶\,g\,N_2O_3}\times\frac{۳\,mol\,O}{۱\,mol\,N_2O_3}\times\frac{۱۶\,g\,O}{۱\,mol\,O}=۹/۶\,g\,O$$

۴۳۵- گزینه ۴ عبارت‌های «آ» و «پ» درست‌اند.

آ) مقایسهٔ طول موج رنگ‌های مرئی به صورت مقابل است:

بنفش < نیلی < آبی < سبز < زرد < نارنجی < سرخ :طول موج

ب) *نفیر!* انرژی با طول موج رابطهٔ وارونه دارد.

پ) *درسته!* نوارهای رنگی در طیف نشری خطی هیدروژن ناشی از انتقال الکترون‌ها از لایه‌های $n=۶,۵,۴,۳$ به لایهٔ $n=۲$ است.

ت) هر چه فاصلهٔ میان لایه‌های انتقال الکترون در اتم هیدروژن بیشتر باشد (تفاوت انرژی لایه‌ها بیشتر باشد)، طول موج نور حاصل، کوتاه‌تر خواهد بود.

توجه منظور طراح محترم در عبارت «ت»، همان بیشترشدن تفاوت انرژی میان دو لایه است، اما واقعیت *یه چیز دیگه‌ست!* زیرا ممکن است با بیشترشدن فاصلهٔ میان دو لایه، انرژی آن‌ها به هم نزدیک‌تر شود. البته این موضوع در حد کتاب درسی نیست!

۴۳۶- گزینه ۴ لیتیم و هیدروژن، در همهٔ موارد به‌جز مورد چهارم، مشترک‌اند.

● در طیف نشری خطی هر دو عنصر هیدروژن و لیتیم در گسترهٔ مرئی، ۴ خط یا نوار رنگی وجود دارد.

● لیتیم دارای ۲ ایزوتوپ پایدار $^{6}_{3}Li$ و $^{7}_{3}Li$ و هیدروژن دارای ۲ ایزوتوپ پایدار $^{1}_{1}H$ و $^{2}_{1}H$ است.

● هر دو اتم لیتیم $(_3Li)$ و هیدروژن $(_1H)$ دارای یک الکترون ظرفیت هستند.

● طیف نشری خطی هیدروژن را می‌توان به کمک مدل بور توجیه کرد اما طیف لیتیم را نه! مدل بور فقط *تو کار* ذره‌های تک‌الکترونی بود و بس!

● هر دو عنصر هیدروژن $(1s^1)$ و لیتیم $(1s^2 2s^1)$ به دستهٔ s جدول تعلق دارند.

۴۳۷- گزینه ۲ در دو عنصر $_8A$ و $_{12}B$، شمار الکترون‌ها با $l=0$ (زیرلایه‌های s) با شمار الکترون‌ها با $l=1$ (زیرلایه‌های p) برابر است:

$$_8A: \underbrace{1s^2 2s^2}_{۴\text{ الکترون با } l=0} \underbrace{2p^4}_{۴\text{ الکترون با } l=1}$$

$$_{12}B: 1s^2 2s^2 \underbrace{2p^6}_{۶\text{ الکترون با } l=1} 3s^2$$

۶ الکترون با $l=0$

۴۳۸- گزینه ۳ بیایید ابتدا تعداد الکترون‌ها و عدد اتمی هر یک از این دو عنصر را تعیین کنیم:

I) این عنصر دارای ۳ لایهٔ الکترونی است. می‌دانید که گنجایش لایهٔ اول و دوم به ترتیب ۲ و ۸ الکترون است. از آن‌جا که در لایهٔ سوم این اتم ۲ الکترون وجود دارد، تعداد الکترون‌ها و عدد اتمی این عنصر برابر ۱۲ $(۱۲=۲+۸+۲)$ است.