

یادمه توی چاپ اول این کتاب، مهندس بقایی زنگ زد گفت آقا بده این مقدمه ناشر رو لطفاً من اومدم باهش شوخی کنم، دیدم اصلاً راه نداره، خیلی اوضاع بی‌ریخته و واقعاً باید مقدمه 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 فرق 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 همه 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 وقت صحبت کردن ندارم، الانم یه صداهایی از پشت در داره میاد، فکر کنم دست‌جمعی اومدن مقدمه ناشر رو از زیر دست‌های من دربیارن و ببرن. حالا من یه کم مقاومت می‌کنم ولی بهتره برای این که 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 بزنی؛ هر وقت یه کتاب رو تموم کردی برای خودت جایزه بخر؛ به سایت خیلی‌سبز سر بزنی؛ سخت تلاش کن ولی زندگی رو سخت نگیری؛ 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 خارج شدن از شیار گرم و نرم زندگیت نترس!


دیگه اومدن توی اتاق!


مقدمه مؤلفان

سلام و درود به همه به ویژه دهمی‌ها!

ما خیلی خوشحالیم! اون قدر که نگو و نپرس! بالاخره پس از یه عالمه تلاش! کتابی براتون نوشتیم در حد استانداردهای شیمی خیلی سبز 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 انتظاراتمون 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 ۱۰٪ زدن شما در کنکور لازمه! تست‌ها رو براتون یه طوری مرتب کردیم که با خوندن یه محث کوچک کتاب درسی، بیای خودت رو محک بزنی و حسابی آبدیده بشی! به کلمه کلمه کتاب درسی گیر دادیم! و تا دلتون هم بخواد از سبک‌های جدید سؤال‌های کنکور سراسری براتون تو تست‌های تألیفی مون 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 ۱۰٪ زدن شما تو کنکور نه تنها 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 محکم کاری براتون آوردیم!

یه خبر خوش! برای دانش‌آموزانی که خیلی وقت ندارند و نمی‌تونن همه تست‌ها رو حل کنن، اونایی که خیلی واجبه رو با علامت  مشخص کردیم تا با خیال تخت برن سر هر جلسه آزمون آزمایشی یا غیرآزمایشی! تو پاسخ‌ها هم یه عالمه کادریهای اعجاب‌انگیز! داریم که با خوندن اونا دیگه غمی تو شیمی ندارین! اصلاً شیمی خیلی سبز به این کادریهای 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 خیلی سبز 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 خیلی سبز!

برای ارتباط بیشتر، در فضای مجازی ما را دنبال کنید، مرسی!  [kheilisabz.chem](https://www.instagram.com/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 خیلی سبز، 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 قدیمی مون که جاش تو این کتاب خالیه!

بچه‌های بانگیزه و پرتلاش شیمی خیلی سبز 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 ابروانی که پشتمون بهشون گرم بود! اونم چه جور!

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

آقایان سجاد طهرانچی و میلاد عزیزی و خانم‌ها مرحوم نازنین سداد، راضیه یوسفی تلوکلائی، 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 خیلی سبز 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 پور کرمان

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

فهرست

فصل ۱. کیهان، زادگاه الفبای هستی

۸	.....	• تست‌های سری A
۵۵	.....	• آزمون جامع فصل
۵۸	.....	• تست‌های سری Z
۶۱	.....	• پاسخ‌نامه کلیدی
۶۲	.....	• پاسخ‌نامه تشریحی (+ کادرهای آموزشی)

فصل ۲. ردیای گازها در زندگی

۲۰۲	.....	• تست‌های سری A
۲۴۱	.....	• آزمون جامع فصل
۲۴۴	.....	• تست‌های سری Z
۲۴۸	.....	• پاسخ‌نامه کلیدی
۲۴۹	.....	• پاسخ‌نامه تشریحی (+ کادرهای آموزشی)

فصل ۳. آب، آهنگ زندگی

۳۸۴	.....	• تست‌های سری A
۴۲۶	.....	• آزمون جامع فصل
۴۲۹	.....	• تست‌های سری Z
۴۳۲	.....	• پاسخ‌نامه کلیدی
۴۳۳	.....	• پاسخ‌نامه تشریحی (+ کادرهای آموزشی)

کنکور ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱

۵۵۲	.....	• تست‌های کنکور سراسری
۵۶۲	.....	• پاسخ‌نامه کنکور سراسری



۱۳- اگر اتم‌های زیر را بر حسب تعداد نوترون آن‌ها از مقدار بیشتر به کم‌تر مرتب کنیم، اتم $^{69}_{29}\text{Cu}$ در چه رتبه‌ای قرار می‌گیرد؟

(تمرین‌های دوره‌ای صفحه ۴۶ کتاب درسی)

« $^{120}_{50}\text{Sn}$, $^{40}_{18}\text{Ar}$, $^{64}_{29}\text{Cu}$, $^{112}_{48}\text{Cd}$, $^{58}_{27}\text{Co}$, $^{39}_{19}\text{K}$ »

(۲) چهارم

(۱) پنجم

(۴) دوم

(۳) سوم

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

(ت) ^7_3Li

(پ) $^{27}_{13}\text{Al}$

(ب) $^{51}_{24}\text{Cr}$

(آ) $^{56}_{26}\text{Fe}$

۴ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۱ (۱)

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؟

۱۱۹ - ۵۰ (۴)

۱۱۹ - ۴۶ (۳)

۱۱۵ - ۵۰ (۲)

۱۱۵ - ۴۶ (۱)

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

(تمرین‌های دوره‌ای صفحه ۴۶ کتاب درسی)

« $^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}$, $^{47}_{24}\text{Cr}$, $^{60}_{27}\text{Co}^{3+}$, $^{35}_{17}\text{Cl}^-$, $^{114}_{50}\text{Sn}^{2+}$, $^{88}_{38}\text{Sr}$ »

۱ (۴)

۳ (۳)

۲ (۲)

۴ (۱)

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

۳ (۴)

۲ (۳)

۱/۵ (۲)

۱/۲۵ (۱)

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؟

۴۷ (۴)

۴۵ (۳)

۹ (۲)

۷ (۱)

(المپیاد شیمی ۹۰)

۱۹- شمار الکترون‌های کدام گونه با بقیه متفاوت است؟ (^9_4F و ^8_8O ، $^{14}_7\text{N}$ ، ^6_6C)

CO_2 (۴)

OF_2 (۳)

CNO^- (۲)

NO_2^+ (۱)

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

۸۱ (۴)

۸۰ (۳)

۷۹ (۲)

۷۸ (۱)

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

۲۴ (۴)

۲۳ (۳)

۲۲ (۲)

۲۱ (۱)

۲۲- اگر در یون $^{94}\text{X}^{2-}$ ، تعداد نوترون‌ها ۲۵ درصد بیشتر از تعداد الکترون‌ها باشد، عدد اتمی عنصر X کدام است؟

۳۸ (۴)

۳۶ (۳)

۳۴ (۲)

۳۲ (۱)

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

۳۴ (۴)

۳۲ (۳)

۳۰ (۲)

۲۸ (۱)

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

^A_ZY و ^A_ZX در دو اتم

۲۴- با توجه به جدول مقابل، اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها در دو اتم ^A_ZY و ^A_ZX برابر باشد، کدام گزینه نادرست است؟

$N - Z = 11$ (۲)

$N = 50$ (۱)

$A = 85$ (۴)

$Z - Z' = 5$ (۳)

۲۵- اگر اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون $^{75}\text{X}^{3-}$ 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.)

۴/۲ (۴)

۳/۵ (۳)

۳/۳ (۲)

۲/۷۵ (۱)

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

۸۹ (۴)

۸۷ (۳)

۸۲ (۲)

۷۸ (۱)

کادر آموزشی مرتبط: ۹

ایزوتوپ‌ها

(صفحه‌های ۵ و ۶ کتاب درسی)

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

(۲) دارند - نوترون - پروتون - برابر

(۱) دارند - پروتون - نوترون - برابر

(۴) ندارند - پروتون - نوترون - نابرابر

(۳) ندارند - نوترون - پروتون - 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 داده شده، برای پر کردن عبارت زیر نامناسب است؟

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

(آ) عدد جرمی - عدد اتمی

(ب) شمار الکترون - خواص شیمیایی

(پ) عدد اتمی - شمار الکترون

(ت) خواص شیمیایی - عدد جرمی

- (۱) ۱ (۲) ۲ (۳) ۳ (۴) ۴

۳۰- کدام یک از اتمهای ${}_{Z-1}^{122}E$ ، ${}_{Z-1}^{121}D$ ، ${}_{Z}^{122}C$ ، ${}_{Z-1}^{126}B$ ، ${}_{Z}^{131}A$ کدام یک از اتمهای ${}_{Z-1}^{122}E$ ، ${}_{Z-1}^{121}D$ ، ${}_{Z}^{122}C$ ، ${}_{Z-1}^{126}B$ ، ${}_{Z}^{131}A$ 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) E و C

۳۱- کدام عبارت درست است؟

(۱) همواره در یک نمونه طبیعی از عنصری معین، اتمهای سازنده، جرم یکسانی ندارند.

(۲) یک نمونه 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) همه اتمهای منیزیم در یک نمونه 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 ${}_{n+2}^{2n+2}Y$ می‌تواند یکی از ایزوتوپهای عنصر X باشد.

● شمار ایزوتوپهای منیزیم (${}_{12}Mg$) در یک نمونه 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 عناصر، 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 ${}_{29}^{29}A$ و درصد فراوانی ایزوتوپ ${}_{29}^{29}A$ ، $\frac{1}{8}$ سبک‌ترین ایزوتوپ باشد، تفاوت درصد فراوانی سبک‌ترین و سنگین‌ترین ایزوتوپ A کدام است؟

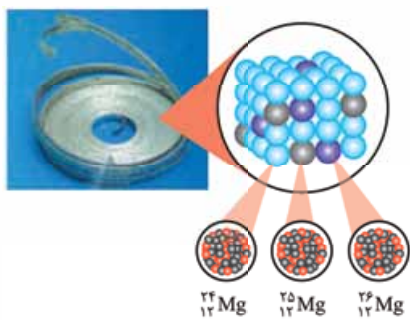
- (۱) ۶۰ (۲) ۶۴ (۳) ۷۶ (۴) ۹۵

۳۵- با توجه به روند تشکیل عناصر در ستارگان، از به هم پیوستن حداقل چند اتم از فراوان‌ترین ایزوتوپ هلیوم، 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 نمونه طبیعی عنصر منیزیم به ازای ۴ اتم ${}_{12}^{25}Mg$ ، ۶ اتم ${}_{12}^{26}Mg$ و ۳۰ اتم ${}_{12}^{24}Mg$ 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.

۴ (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴)

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.

(صفحة ۶ کتاب درسی) **رادایو ایزوتوپ‌ها و ایزوتوپ‌های هیدروژن** کادر آموزشی مرتبط: ۱۱۰-۱۱۱-

۳۹- کدام گزینه نادرست است؟

- (۱) هستهٔ ایزوتوپ‌های ناپایدار، ماندگار نیست و اغلب بر اثر متلاشی شدن 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؟

۸۴ (۱) ۱۳۸ (۲) ۱۴۰ (۳) ۱۴۲ (۴)

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

- تعداد پروتون ■ نیم‌عمر ■ عدد جرمی ■ فراوانی در طبیعت
- ۴ (۱) ۳ (۲) ۲ (۳) ۱ (۴)

۴۲- چند مورد از عبارات‌های 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 ${}^3\text{H}$ 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، ${}^3\text{H}$ از همه پایدارتر است چون نیم‌عمر آن از همه بیشتر است.
 (پ) هیچ‌یک از ایزوتوپ‌های طبیعی آن، خاصیت پرتوزایی ندارند.
 (ت) در بین رادیوایزوتوپ‌ها، ${}^3\text{H}$ از همه پایدارتر است.

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

(سراسری تهری ۹۸)

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

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۷ (۴)

۴۵- هر یک از عبارات‌های 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 آن که پرتوزا است، نیم‌عمر بالایی در حدود چند سال دارد.

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

آزمون جامع فصل

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

- نخستین عنصری بود که پس از مهبانگ پا به عرصه جهان گذاشت.
- در واکنش هسته‌ای درون خورشید، به هلیوم تبدیل می‌شود.
- تنها اتمی است که ایزوتوپ‌های آن، فاقد نوترون هستند.
- مانند فراوان‌ترین عنصر سیاره زمین (A)، به دسته s جدول دوره‌ای تعلق دارد.

۱ (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴)

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

۱، ۱۳ (۱) ۳، ۱۵ (۲) ۲، ۱۳ (۳) ۱، ۱۵ (۴)

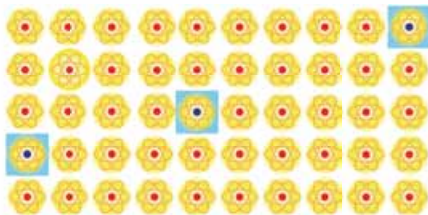
۴۳۰- کدام گزینه درست است؟

- (۱) در اغلب موارد، در یک نمونه طبیعی از عنصری معین، اتم‌های سازنده 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 ${}^1\text{H}$ هستند، با چگالی نمونه آب دیگری که هیدروژن‌های آن ${}^2\text{H}$ هستند، برابر است.
- (۴) در یک نمونه طبیعی از یک عنصر، همواره ایزوتوپ‌های سنگین‌تر فراوانی بیشتری دارند.

۴۳۱- شکل مقابل یک نمونه 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) $56/7, 5/76 \times 10^{-22}$
- (۲) $76/1, 5/76 \times 10^{-22}$
- (۳) $56/7, 3/47 \times 10^{-22}$
- (۴) $76/1, 3/47 \times 10^{-22}$

(سراسری ریاضی ۹۹)

۴۳۲- چند مورد از مطالب زیر درست است؟

- جرم اتمی ${}^1\text{H}$ اندکی از ۱ amu بیشتر است.
- عنصر X با عنصر ${}_{35}\text{Z}$ هم‌گروه و با عنصر ${}_{31}\text{Y}$ 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 ${}^{36}\text{X}$ ، ${}^{37}\text{X}$ و ${}^{38}\text{X}$ 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؟

۴۴ (۱) ۴۸ (۲) ۵۲ (۳) ۵۶ (۴)

۴۳۴- در نمونه‌ای به جرم ۳/۸ گرم از یکی از اکسیدهای نیتروژن با فرمول N_xO_y ، $3/01 \times 10^{22}$ مولکول وجود دارد. در ۱۵/۲ گرم از این ترکیب، چند گرم اکسیژن وجود دارد؟ ($O = 16, N = 14 : \text{g.mol}^{-1}$)

۵/۶ (۱) ۹/۶ (۲) ۱۱/۳ (۳) ۱۳/۴ (۴)

(سراسری تهرانی ۹۸)

۴۳۵- کدام موارد از مطالب زیر، درست‌اند؟

- (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 لایه $n = 2$ است.
- (ت) هر چه فاصله میان لایه‌های انتقال الکترون در اتم برانگیخته 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

با توجه به رابطه عدد جرمی، واضح و مبرهن است! که برای محاسبه شمار نوترون‌ها، کافی است عدد اتمی را از عدد جرمی کم کنیم یا به طور فورمونی‌تر! عدد بالایی منهای پایینی می‌شود 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 نشان‌دهنده مجموع شمار الکترون‌ها و نوترون‌های اتم هم هست.



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



جواب: گزینه «۲» با هم ببینیم:

عنصر	شمار پروتون‌ها	شمار نوترون‌ها	تفاوت شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها
${}^{56}_{26}\text{Fe}$	۲۶	$۵۶ - ۲۶ = ۳۰$	$۳۰ - ۲۶ = ۴$
${}^{51}_{24}\text{Cr}$	۲۴	$۵۱ - ۲۴ = ۲۷$	$۲۷ - ۲۴ = ۳$
${}^{27}_{13}\text{Al}$	۱۳	$۲۷ - ۱۳ = ۱۴$	$۱۴ - ۱۳ = ۱$
${}^7_3\text{Li}$	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 می‌کند!
بچه‌ها مراقب باشین! شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها در اتم‌ها و یون‌های مربوط به آن‌ها هیچ فرقی با هم نمی‌کند؛ زیرا اجزای سازنده هسته به این سادگی‌ها از اتم کنده نمی‌شوند و اما در مورد الکترون‌ها:

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

جواب: گزینه «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!

$A = ۸۰ + ۱۲۱ = ۲۰۱ \implies A = ۸۰ + ۱۲۱ = ۲۰۱ \implies \text{شمار نوترون‌ها (N)} + \text{شمار پروتون‌ها (Z)} = \text{عدد جرمی (A)}$

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: گزینه «۱» اول از همه شمار نوترون‌های این یون را می‌ساییم؛
 $A = Z + N \implies ۱۲۷ = ۵۳ + N \implies N = ۷۴$

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 $= ۷۴ - ۵۴ = ۲۰$

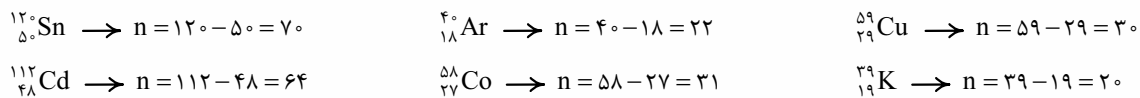
عبارت‌های اول، سوم و چهارم درست‌اند. بیایید همه عبارت‌ها رو بررسی کنیم:

- هلیوم، عنصری تک‌اتمی است؛ بنابراین شکل (d) می‌تواند نمونه‌ای از عنصر هلیوم 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.

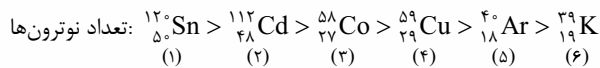


۱۲- گزینه ۲ در سمت چپ و قسمت بالای نماد شیمیایی یک عنصر، عدد جرمی یعنی مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها نوشته می‌شود، بنابراین نماد شیمیایی اتم آهن گفته شده به صورت ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ است.

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



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



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	${}^{56}_{26}\text{Fe}$	۲۶	$56 - 26 = 30$	$30 - 26 = 4$
ب	${}^{51}_{24}\text{Cr}$	۲۴	$51 - 24 = 27$	$27 - 24 = 3$
پ	${}^{27}_{13}\text{Al}$	۱۳	$27 - 13 = 14$	$14 - 13 = 1$
ت	${}^7_3\text{Li}$	۳	$7 - 3 = 4$	$4 - 3 = 1$

۱۵- گزینه ۴ اتم Sn دو الکترون نسبت به Sn^{2+} بیشتر دارد: $\text{عدد اتمی Sn} = \text{شمار الکترون‌های Sn} = 48 + 2 = 50 \implies Z = 50$

$(A) = \text{شمار نوترون‌ها (N)} + \text{شمار پروتون‌ها (Z)} = 69 + 50 = 119$ = عدد جرمی

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	$\frac{\text{تعداد الکترون‌ها}}{2} + \text{تعداد پروتون‌ها}$	تعداد نوترون‌ها
${}^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}$	۱۲	$12 - 2 = 10$	$12 + \frac{10}{2} = 17$	$24 - 12 = 12$
${}^{47}_{24}\text{Cr}$	۲۴	۲۴	$24 + \frac{24}{2} = 36$	$47 - 24 = 23$
${}^{60}_{27}\text{Co}^{3+}$	۲۷	$27 - 3 = 24$	$27 + \frac{24}{2} = 39$	$60 - 27 = 33$
${}^{35}_{17}\text{Cl}^-$	۱۷	$17 + 1 = 18$	$17 + \frac{18}{2} = 26$	$35 - 17 = 18$
${}^{124}_{50}\text{Sn}^{2+}$	۵۰	$50 - 2 = 48$	$50 + \frac{48}{2} = 74$	$124 - 50 = 74$
${}^9_{38}\text{Sr}$	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.

$$Z + Z = 2Z = \text{شمار الکترون‌ها} + \text{شمار پروتون‌ها} = \text{مجموع ذرات باردار در یک اتم}$$

فب! طرح فرموره! در اتم A به ازای هر دو ذره باردار (یعنی به ازای یک پروتون)، یک ذره خنثی (یعنی ۱ نوترون) وجود دارد؛ پس در این اتم، شمار پروتون‌ها و

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

نوترون‌ها با هم برابر است؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$A = Z + N \implies (N) = \text{شمار نوترون‌ها} = 79 - 34 = 45$$

۱۸- گزینه ۲

$$\text{شمار الکترون‌های } X^{2-} = 34 + 2 = 36$$

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

$$\text{تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها} = 45 - 36 = 9$$

ذره‌های زیراتمی در گونه‌های چنداتمی

برای به دست آوردن شمار ذره‌های زیراتمی در گونه‌های بدون بار که شامل دو یا چند اتم هستند، کفایت 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. (${}^1_1H, {}^{16}_8O$)

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:

$$H_2O \text{ نوترون‌های } H_2O : 2(0) + 8 = 8 \quad H_2O \text{ الکترون‌های } H_2O : 2(1) + 8 = 10 \quad H_2O \text{ پروتون‌های } H_2O : 2(1) + 8 = 10$$

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 محاسبه 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 $+2$ بود، از تعداد کل الکترون اتم‌های سازنده آن یون، ۲ واحد کم می‌کنیم و اگر بار یون، -2 بود، به تعداد کل الکترون اتم‌ها، ۲ واحد اضافه می‌کنیم.

تمرین ۲ شمار الکترون‌ها در CO_3^{2-} و $H_2PO_4^-$ را به دست آورید. (${}^{16}_8O, {}^{12}_6C, {}^1_1H$)

$$\text{جواب:} \quad H_2PO_4^- \text{ در الکترون‌ها در } [2(1) + 8] - 1 = 10 \quad CO_3^{2-} \text{ در الکترون‌ها در } [6 + (3 \times 8)] + 2 = 32$$

بار ۱ اتم ۱ H
بار ۱ اتم ۱ O
بار ۳ اتم ۳ C
بار ۱ اتم ۱ O
بار ۳ اتم ۳ O
بار ۲ اتم ۲ O

$$CNO^- \text{ در الکترون‌ها در } [6 + 7 + 8] + 1 = 22 \quad NO_3^+ \text{ در الکترون‌ها در } [7 + 2(8)] - 1 = 22$$

$$CO_3^{2-} \text{ در الکترون‌ها در } 6 + 2(8) = 22 \quad OF_2 \text{ در الکترون‌ها در } 8 + 2(9) = 26$$

گزینه ۲۰ - ۲۰ با توجه به اطلاعات ۱ داده‌شده، خواهیم داشت: $N + Z = 200 \xrightarrow{N=1/5Z} 1/5Z + Z = 200 \implies Z = \frac{200}{6/5} = 166$

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.

مسائل عدد جرمی با چاشنی دو معادله دو مجهول!

به سری مسئله اسم و رسم دار! تو بیعت عدد جرمی و بود داره که هر از پندگاهی! سروکله‌شون تو لنگره‌های آزمایشی و غیر آزمایشی! پیدا می‌شه، به همین خاطر ما همه پورش! رو براتون این‌ها آوردیم که با دیدن این مدل سوال‌ها، پشم‌ها را بسته! لبثندی زده! و در کسری از ثانیه! به خدمت سوال برسید!

نکته: در همه اتم‌های معروف به جز $({}^1_1H)$ ، شمار نوترون‌ها برابر یا بیشتر از شمار پروتون‌ها است. تنها مورد استثنای ما باهاش سروکار داریم، یعنی H در هسته‌اش فقط یک پروتون دارد و در آن فیری از نوترون نیست!

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

(۱) ۲۱ (۲) ۲۲ (۳) ۲۳ (۴) ۲۴

جواب: گزینه «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 رابطه عدد جرمی خواهیم داشت: $N + Z = 45$

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

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

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

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:

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



$$\text{تفاوت شمار نوترون‌ها و پروتون‌ها - عدد جرمی (A)} \\ \text{عدد اتمی (Z)} = \frac{\quad}{2}$$

$$Z = \frac{45 - 3}{2} = \frac{42}{2} = 21$$

به طور مثال در تمرین بالا خواهیم داشت:

تمرین ۲ اگر عدد جرمی اتم M برابر با ۱۳۹ و تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون M^{3+} برابر با ۲۸ باشد، شمار الکترون‌های یون M^{3+} کدام است؟

$$82 \text{ (۴)} \qquad 79 \text{ (۳)} \qquad 57 \text{ (۲)} \qquad 54 \text{ (۱)}$$

جواب: گزینه «۱» در یون M^{3+} ، شمار الکترون‌ها ۳ عدد کم‌تر از شمار پروتون‌ها است ($e = Z - 3$).

از طرفی شمار نوترون‌ها (N)، ۲۸ عدد از شمار الکترون‌ها ($Z - 3$) بیشتر است؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$N - e = 28 \implies N - (Z - 3) = 28 \implies N - Z + 3 = 28 \implies N - Z = 25$$

$$\begin{cases} N + Z = 139 \\ N - Z = 25 \end{cases} \implies 2N = 164 \implies N = 82 \implies Z = 57$$

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

فب! شمار الکترون‌ها در یون M^{3+} باید ۳ عدد کم‌تر باشد؛ پس می‌شود ۵۴ تا!

تمرین ۳ اگر اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون Y^{2-} برابر با ۹ باشد، شمار نوترون‌های این عنصر کدام است؟

$$45 \text{ (۴)} \qquad 43 \text{ (۳)} \qquad 36 \text{ (۲)} \qquad 34 \text{ (۱)}$$

جواب: گزینه «۴» در یون Y^{2-} شمار الکترون‌ها، ۲ عدد بیشتر از شمار پروتون‌ها است ($e = Z + 2$).

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

$$N - e = 9 \implies N - (Z + 2) = 9 \implies N - Z - 2 = 9 \implies N - Z = 11$$

$$\begin{cases} N + Z = 79 \\ N - Z = 11 \end{cases} \implies 2N = 90 \implies N = 45, \quad Z = 34$$

حالا با توجه به رابطه عدد جرمی خواهیم داشت:

بچه‌ها مراقب باشین!

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^{2-} برابر ۹ است، یعنی شمار نوترون‌ها ۹ واحد بیشتر است یا شمار الکترون‌ها؟

$$N \geq Z, \quad e > Z \implies N \geq e$$

جواب: ما برای حل این سؤال، شمار نوترون‌ها را بیشتر از شمار الکترون‌ها در نظر گرفتیم و گفتیم $N - e = 9$ ؛ حالا اگر برعکس باشد ($e - N = 9$) اتفاق مقابل می‌افتد:

یعنی شمار پروتون‌ها ۹ عدد از شمار نوترون‌ها بیشتر است که **هنرین پیژی مهاله!**

حالا! که فهمیدین **هریان پیه!** 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 $N - e = 9$ (و نه $e - N = 9$!).

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!

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

به طور مثال در تمرین قبل خواهیم داشت:

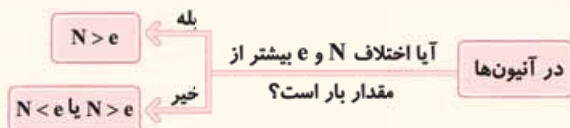
$$Z = \frac{79 - 9 + (-2)}{2} = \frac{79 - 11}{2} = \frac{68}{2} = 34$$

$$Z + N = 79 \implies N = 79 - 34 = 45$$

جمع‌بندی

در همه اتم‌ها و یون‌ها (به جز H^+) $N \geq Z$

در همه اتم‌های خنثی و کاتیون‌ها (به جز H^+) $N \geq e$



تمرین ۴ عدد جرمی عنصر X برابر با ۳۱ است. اگر اختلاف شمار الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون پایدار X^{3-} برابر با ۲ باشد، این یون چند پروتون دارد؟

$$18 \text{ (۴)} \qquad 16 \text{ (۳)} \qquad 15 \text{ (۲)} \qquad 13 \text{ (۱)}$$

جواب: گزینه «۲» در یون X^{3-} ، شمار الکترون‌ها ۳ عدد بیشتر از شمار پروتون‌ها است ($e = Z + 3$).

فب! باز هم مثل سؤال قبل، طبق یک قاعده کلی، شمار نوترون‌ها برابر یا بیشتر از شمار پروتون‌ها است. از طرفی در این جا شمار الکترون‌ها هم در یون X^{3-} از پروتون‌ها بیشتر است. حالا ما از کجا بدویم 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 $e - N = 2$ ؟
هیچ نگران نباشید! با خیال راحت یکی را انتخاب کنید. ما در این جا با هر دو حالت ممکن، مسئله را حل می‌کنیم.

حالت اول: $N - e = 2 \implies N - (Z + 3) = 2 \implies N - Z - 3 = 2 \implies N - Z = 5$

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

حالت دوم: $e - N = 2 \implies (Z + 3) - N = 2 \implies Z + 3 - N = 2 \implies Z - N = -1$

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

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. فتم کلام این که عدد اتمی ۱۵ جواب مورد نظر است.

۲۲- گزینه ۲: عدد اتمی عنصر مورد نظر را Z در نظر می‌گیریم: $Z + N = 79 = \text{عدد جرمی}$

رابطه الکترون‌ها و عدد اتمی: $e = Z + 2$

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

$$Z + N = 79 \implies Z + 1/25Z + 2/5 = 79 \implies 2/25Z = 76/5 \implies Z = \frac{76/5}{2/25} = \frac{76/5}{2} \times \frac{25}{5} = \frac{4 \times 76}{9} = \frac{304}{9} = 34$$

۲۳- گزینه ۱: روش اول: مجموع شمار پروتون‌ها و نوترون‌ها (عدد جرمی) برابر با ۶۵ است: $N + Z = 65$

فرد 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 رابطه دوم، $Z - 2$ قرار داده و بعد به کمک معادله به دست آمده و معادله اول، Z را بساییم!

$$\begin{cases} N + Z = 65 \\ N - e = 7 \xrightarrow{e=Z-2} N - (Z - 2) = 7 \implies N - Z = 5 \end{cases} \implies \begin{cases} N + Z = 65 \\ N - Z = 5 \end{cases} \implies \begin{cases} N = 35 \\ Z = 30 \end{cases}$$

مواستون باشه که سؤال، شمار الکترون‌های یون A^{2+} را خواسته: ${}_{30}A^{2+}$ شمار الکترون‌های ${}_{30}A^{2+}$ = $30 - 2 = 28$

روش دوم: به کمک فرمولی که در کادر (۸) گفتیم، خواهیم داشت: $Z = \frac{A - (\text{تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها})}{2}$ بار یون با علامت $\implies Z = \frac{65 - 7 + 2}{2} = 30$

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

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

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

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

تا این جا درستی گزینه (۳) لو رفت! $(Z - Z' = 39 - 34 = 5)$

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

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

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

فب! درستی گزینه‌های (۱) و (۲) هم لو رفت! پاره‌ای نیست می‌بینی که گزینه (۴) غلط باشه!

۲۵- گزینه ۴: با توجه به این که در آنیون داده شده، 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 رابطه عدد جرمی و رابطه بار یون با عدد اتمی خواهیم داشت:

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



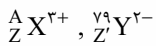
به کمک فرمولی هم که در کادر (۸) گفتیم می‌شد اول عدد اتمی و بعد شمار نوترون‌ها را مسابید:

$$Z = \frac{A - (-3) + (4 \times H) - 1}{2} = \frac{75 - 6 + (-3)}{2} = 33$$

$$A = Z + N \implies N = 75 - 33 = 42$$

حالا ببینیم شمار الکترون‌های یون NH_4^+ چندتا است: $10 = 7 + 4(1) - 1 = 10$ = شمار الکترون‌های N + شمار الکترون‌های H (۴ × H) - ۱ = شمار الکترون‌های NH_4^+

$$\frac{\text{شمار نوترون‌های X}}{\text{شمار الکترون‌های } NH_4^+} = \frac{42}{10} = 4.2$$



۲۶ - گزینه ۴

$$(I) \quad Z - 3 = Z' + 2$$

$$Z - Z' = 5 \quad \text{تعداد نوترون‌های Y} = 79 - Z'$$

$$(II) \quad A - Z = (79 - Z') + 5 \implies A = 84 + (Z - Z')$$

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

$$(I) \implies Z - Z' = 5$$

$$(II) \implies A = 84 + Z - Z' \xrightarrow{Z-Z'=5} A = 84 + 5 = 89$$

۲۷ - گزینه ۴

۹

ایزوتوپ

بررسی‌ها نشان می‌دهد که اغلب در یک نمونه طبیعی از یک عنصر، اتم‌های سازنده، جرم یکسانی ندارند. با کمی تأمل! در رابطه $A = Z + N$ و با توجه به این که 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 هسته 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 همه ایزوتوپ‌های یک عنصر به علت داشتن عدد اتمی یکسان، دارای خواص شیمیایی یکسانی هستند و به یک خانه از جدول دوره‌ای تعلق دارند.

نتیجه‌گیری



تمرین ۱ کدام یک 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 این که شمار نوترون‌ها و در نتیجه جرم ایزوتوپ‌ها با هم فرق می‌کند، *السا و واضح و مبرهن است!* که خواص فیزیکی وابسته به جرم آن‌ها مانند چگالی، نقطه ذوب و نقطه جوش ایزوتوپ‌ها با هم متفاوت است. تازه! این تفاوت‌ها در ترکیب‌های شیمیایی دارای این ایزوتوپ‌ها هم مشاهده می‌شود.

بچه‌ها مراقب باشین! آگه مواستون باشه! گفتیم اغلب (نه همواره!) در یک نمونه طبیعی از یک عنصر، اتم‌های سازنده، جرم یکسانی ندارند. حالا چرا؟

جواب: به خاطر این که برای بعضی از عنصرها فقط یک عدد اتمی و عدد جرمی وجود دارد و خبری از ایزوتوپ برایشون نیست!

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

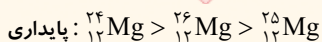
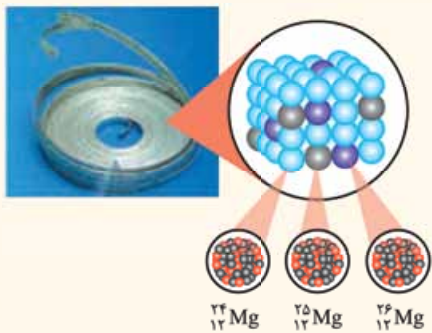
فب معلومه! وقتی خواص شیمیایی ایزوتوپ‌ها یکسان است، پس باید دور این روش‌ها رو فط کشید! و با استفاده از روش‌های فیزیکی وابسته به جرم، ایزوتوپ‌ها را از هم شناسایی و جدا کرد.

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

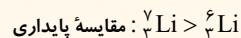
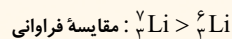
- ۱) فیزیکی یکسانی - شیمیایی - شمار نوترون
- ۲) شیمیایی یکسانی - فیزیکی - جرم
- ۳) فیزیکی مشابهی - شیمیایی - شمار نوترون
- ۴) شیمیایی مشابهی - فیزیکی - جرم

نکته: گزارش‌های رسمی و غیررسمی! نشان می‌دهند که فراوانی ایزوتوپ‌ها در طبیعت یکسان نیست. شما عموماً در هر سواد دوره متوسطه! بدانید و آگاه باشید! ایزوتویی که فراوانی بیشتری دارد، پایدارتر است.

مثال بررسی یک نمونه منیزیم نشان می‌دهد که همه اتم‌های منیزیم در این نمونه از یک نوع نیستند؛ بلکه مخلوطی از سه ایزوتوپ ^{24}Mg ، ^{25}Mg و ^{26}Mg است که فراوانی ^{24}Mg از دو ایزوتوپ دیگر بیشتر است؛ بنابراین ^{24}Mg از همه پایدارتر است. از طرفی اگر خیلی به شکل صفحه ۵ کتاب درسی گیر بفرمایید! متوجه خواهید شد که فراوانی ایزوتوپ ^{24}Mg بیشتر از فراوانی ^{25}Mg است. (فرد کتاب درسی! در تمرین‌های دوره‌ای صفحه ۴۲ به آن اعتراف کرده!) بنابراین مقایسه فراوانی و پایداری این سه ایزوتوپ این طور است!



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



مواستون 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 ^7Li از ^6Li بیشتر است.

توجه درصد فراوانی هر یک از ایزوتوپ‌ها در یک نمونه را می‌توان به صورت زیر محاسبه کرد:

$$\text{درصد فراوانی ایزوتوپ } X = \frac{\text{تعداد ایزوتوپ } X}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times 100$$

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

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

$$\text{درصد فراوانی } ^7\text{Li} = \frac{\text{تعداد اتم } ^7\text{Li}}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times 100 = \frac{47}{50} \times 100 = 94\%$$

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

نتیجه‌گیری



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.

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

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) سوال به زبون بی‌زبونی داره می‌گه کدام اتم‌ها، ایزوتوپ یکدیگرند؟

B و D ایزوتوپ‌های یک عنصرند؛ زیرا عدد اتمی آن‌ها (Z-1) برابر ولی عدد جرمی آن‌ها (۱۲۶ و ۱۳۱) با هم متفاوت است. در ضمن A و C نیز ایزوتوپ یکدیگرند ولی فب! تو گزینه‌ها A و C با هم نداشتیم!



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.

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

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

گزینه 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 این که A و B ایزوتوپ هستند، عدد اتمی A نیز ۲۹ است.

۳۳- گزینه ۴ همه عبارت‌های داده شده درست‌اند. بیایید آن‌ها را یکی یکی بررسی کنیم:

• اتم X دو الکترون بیشتر از X²⁺ دارد؛ بنابراین تعداد الکترون‌های این اتم برابر با n (n - 2 + 2 = 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 2n (A = n + n = 2n) می‌باشد (X²⁺).

با توجه به این که ایزوتوپ‌های یک عنصر عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوت دارند، اتم ²ⁿ⁺²Y می‌تواند یکی از ایزوتوپ‌های عنصر X باشد.

• یک نمونه طبیعی منیزیم، مخلوطی از ۳ ایزوتوپ (²⁴Mg، ²⁵Mg، ²⁶Mg) است. از طرفی شمار پروتون‌های منیزیم (¹²Mg) هم برابر با ۱۲ می‌باشد. برهنگان آشکار است که ۳، یک چهارم 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 همه ایزوتوپ‌های یک عنصر عدد اتمی یکسانی دارند، در یک خانه از جدول دوره‌ای قرار می‌گیرند. اصلاً به همین خاطر پوهشون می‌کن هم‌مکان!

۳۴- گزینه ۳ درصد فراوانی ایزوتوپ‌های ²⁸A، ²⁹A و ³⁰A را به ترتیب F_۱، F_۲ و F_۳ در نظر می‌گیریم.

$$\begin{cases} F_3 = \frac{1}{4}F_1 & \text{(I)} \\ F_2 = \frac{1}{5}F_1 \quad (F_1 = \Delta F_2) & \text{(II)} \\ F_1 + F_2 + F_3 = 100 & \text{(III)} \end{cases}$$

می‌توانیم همه فراوانی‌ها را برحسب F_۱ نوشته و در رابطه (III) قرار دهیم:

$$\Delta F_2 + F_2 + \frac{1}{4}F_2 = 100 \implies \frac{(20 + 4 + 1)F_2}{4} = 100 \implies F_2 = 16\%$$

$$F_1 = \Delta F_2 = 5(16) = 80, \quad F_3 = \frac{1}{4}F_1 = \frac{1}{4}(80) = 20 \quad F_1 - F_3 = 80 - 20 = 60$$

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

۳۶- گزینه ۴ در ضمن فراوان‌ترین ایزوتوپ هلیوم، ⁴He است که در کتاب درسی به آن اشاره‌ای نشده ولی چون فقط با عدد اتمی هم می‌شد به این سؤال جواب داد، ما می‌فیلش شریتم! عبارت‌های «آ» و «ت» نادرست‌اند. بیایید عبارت‌ها را دوباره بررسی کنیم:

آ در بین دو ایزوتوپ لیتیم، در ⁷Li شمار نوترون‌ها (7 - 3 = 4) بیشتر از شمار پروتون‌ها (۳) است. درصد فراوانی این ایزوتوپ برابر با ۹۴٪ است، نه ۹۶٪!

$$\text{درصد فراوانی } ^7\text{Li} = \frac{\text{تعداد اتم } ^7\text{Li}}{\text{تعداد کل اتم‌ها}} \times 100 = \frac{47}{50} \times 100 = 94\%$$

ب سنگین‌ترین ایزوتوپ منیزیم، ²⁶Mg است که دارای ۱۲ پروتون، ۱۲ الکترون و ۱۴ نوترون است؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\text{درصد شمار ذرات زیراتمی} = \frac{\text{شمار پروتون}}{\text{مجموع شمار ذرات زیراتمی}} \times 100 = \frac{12}{12 + 12 + 14} \times 100 = \frac{12}{38} \times 100$$

$$\frac{12}{38} \times 100 > \frac{12}{40} \times 100 \implies \text{درصد شمار پروتون در ذرات زیراتمی} > 30\%$$

پ در عنصر لیتیم، ⁷Li (ایزوتوپ سنگین‌تر) و در عنصر منیزیم، ²⁴Mg (ایزوتوپ سبک‌تر) بیشترین درصد فراوانی را دارند.

۳۷- گزینه ۲ منیزیم دارای ۳ ایزوتوپ ²⁴Mg، ²⁵Mg و ²⁶Mg و لیتیم دارای دو ایزوتوپ ⁶Li و ⁷Li است. بریم سراغ عبارت‌ها؛

آ در میان ایزوتوپ‌های منیزیم، ²⁴Mg از همه پایدارتر است. این ایزوتوپ ۱۲ الکترون و ۱۲ نوترون (۱۲ - ۱۲ = ۰) دارد؛ پس این عبارت درسته!

ب با توجه به شکل صفحه ۶ کتاب درسی، فراوانی ⁷Li از ⁶Li بیشتر است؛ بنابراین ⁷Li (ایزوتوپ سنگین‌تر) پایدارتر از ⁶Li (ایزوتوپ سبک‌تر) بوده و این عبارت نادرسته!



پ همان طور که مستفید شد! فراوانی ایزوتوپ ^{24}Mg از دو ایزوتوپ دیگر منیزیم (^{24}Mg و ^{25}Mg) بیشتر است؛ پس در این جا، سبک ترین ایزوتوپ از همه فراوان تر می باشد؛ یعنی این عبارت هم درسته!

ت ایزوتوپ فراوان تر لیتیم، ^7Li است که عدد جرمی آن (۷) از دو برابر عدد اتمی آن ($2 \times 3 = 6$) نیز بیشتر است؛ پس این عبارت درسته! بنابراین عبارت های «آ»، «پ» و «ت» درست بودند.

تقریباً اتم ایزوتوپ فراوان تر لیتیم (^7Li)، دارای چند نوترون است و عدد جرمی آن کدام است؟

- ۶-۳ (۱) ۷-۳ (۲) ۷-۴ (۳) ۶-۴ (۴)

۳۸- گزینه ۳ مجموع شمار نوترون ها و پروتون ها همان عدد جرمی است. از طرفی می دانیم که لیتیم دارای دو ایزوتوپ ^6Li (با عدد جرمی زوج) و ^7Li (با عدد جرمی فرد) است. با توجه به سؤال، درصد فراوانی ایزوتوپ سبک تر (^6Li) ۶٪ و بنابراین درصد فراوانی ایزوتوپ سنگین تر (^7Li) ۹۴٪ (۹۴ = ۱۰۰ - ۶) است. ابتدا باید با توجه به درصد های فراوانی داده شده، تعداد هر یک از ایزوتوپ های لیتیم را حساب کنیم. از آن جا که این نمونه دارای ۱۰۰۰ اتم لیتیم است، خواهیم داشت:

$$^6\text{Li} \text{ اتم های } : \frac{6}{100} \times 1000 = 60$$

پس در ۶۰ عدد از اتم های لیتیم (نه در ۹۴ عدد)، عدد جرمی (مجموع شمار نوترون ها و پروتون ها) زوج است. $\frac{94}{100} \times 1000 = 940$ تعداد اتم های ^7Li

گزینه (۱): منظور از ذره زیراتمی خنثی همان نوترون است. هر اتم ^6Li ، ۳ نوترون و هر اتم ^7Li ، ۴ نوترون دارد:

$$^6\text{Li} \text{ اتم های در } = 60 \times 3 = 180$$

$$\Rightarrow \text{مجموع تعداد نوترون ها} = 180 + 3760 = 3940$$

$$^7\text{Li} \text{ اتم های در } = 940 \times 4 = 3760$$

گزینه (۲): در هر یک اتم ^6Li ، ۳ الکترون، ۳ پروتون و ۳ نوترون وجود دارد و تعداد این ایزوتوپ در نمونه هم که ۶۰ تا است.

گزینه (۳): در این نمونه ۹۴۰ ایزوتوپ سنگین (^7Li) و ۶۰ ایزوتوپ سبک (^6Li) وجود دارد؛ پس تفاوت تعداد ایزوتوپ های سنگین و سبک برابر با ۸۸۰ (۸۸۰ = ۹۴۰ - ۶۰) خواهد بود.

۳۹- گزینه ۲

رادیو ایزوتوپ ها

برخی عناصر دارای ایزوتوپ های ناپایدارند. هسته ایزوتوپ های ناپایدار، ماندگار نیستند و با گذشت زمان به صورت خودبه خودی متلاشی می شوند. این ایزوتوپ ها پرتوزا هستند و اغلب بر اثر تلاشی، علاوه بر ذره های پرانرژی، مقدار زیادی انرژی هم آزاد می کنند. بررسی ها نشان داده که اغلب هسته هایی که نسبت شمار نوترون ها به پروتون های آن ها برابر یا بیشتر از ۱/۵ باشد، ناپایدارند. **باین به کم با این نسبت بازی کنیم! ببینیم می شه تغییرش داد و نسبت های بریدی به دست آورد یا نه!**

$$\frac{N}{Z} \geq 1/5 \xrightarrow{\text{با معکوس کردن دو طرف}} \frac{Z}{N} \leq 1/5 \Rightarrow \frac{Z}{N} \leq \frac{2}{3} \Rightarrow \frac{Z}{N} \leq 0/66$$

بنابراین می توان گفت اغلب هسته هایی که نسبت شمار پروتون ها به نوترون ها در آن ها برابر یا کوچک تر از $\frac{2}{3}$ یا $0/66$ باشد، ناپایدارند.

$$\frac{N}{Z} \geq 1/5 \xrightarrow{\text{به دو طرف ۱ واحد اضافه می کنیم}} \frac{N}{Z} + 1 \geq 1/5 + 1 \Rightarrow \frac{N+Z}{Z} \geq 2/5 \Rightarrow \frac{A}{Z} \geq 2/5 \Rightarrow \frac{Z}{A} \leq 1/2/5 \Rightarrow \frac{Z}{A} \leq 0/4$$

پس اغلب هسته هایی که نسبت عدد جرمی به عدد اتمی برابر یا بیشتر از ۲/۵ باشد (نسبت عدد اتمی به عدد جرمی آن ها برابر یا کوچک تر از ۰/۴ باشد)، ناپایدارند.

نکته ایزوتوپ های پرتوزا و ناپایدار، رادیو ایزوتوپ نامیده می شوند.

توجه نیم عمر هر ایزوتوپ نشان می دهد که آن ایزوتوپ تا چه اندازه پایدار است. حالا این «نیم عمر» که گفتیم یعنی چه؟

نیم عمر، مدت زمانی است که طی آن نیمی از ایزوتوپ موجود متلاشی شود. **فب این طوری! کاملاً واضح و مبرهن است!** که هر چه نیم عمر ایزوتوپ کوتاه تر باشد، در زمان کوتاه تری متلاشی می شود (زمان ماندگاری آن کم تر است)؛ بنابراین ناپایدار تر خواهد بود.

ناپایدارتر

زمان متلاشی شدن کوتاه تر

نیم عمر کوتاه تر

۴۰- گزینه ۳ می دانیم که اغلب، ایزوتوپی که نسبت شمار نوترون ها به پروتون های آن برابر یا بیشتر از ۱/۵ باشد، رادیو ایزوتوپ است؛ پس اول بریم سراغ محاسبه عدد اتمی X!

۱- این ایزوتوپ ها می توانند پرتوهای آلفا (α)، بتا (β) یا گاما (γ) از خود ساطع کنند.

۲- پرتوهای آلفا و بتا، ذره های پرانرژی به شمار می روند. **دوست داران شیمی (شیمیوفیل ها) بدانند** که پرتوی آلفا از جنس هسته هلیوم (^4He) و پرتوی بتا از جنس الکترون است.



$$Z = 54 + 2 = 56$$

$$N = 1/5 Z = \frac{1}{5} \times 56 = 3 \times 28 = 84$$

$$A = Z + N = 56 + 84 = 140$$

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

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

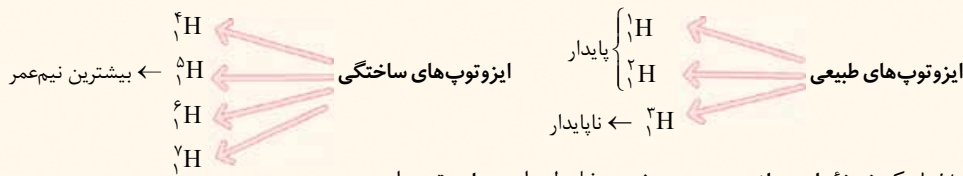
۴۱- گزینه ۴

ایزوتوپ‌های هیدروژن

مؤلفین محترم کتاب درسی، در «با هم ببیندیشیم» صفحه 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	${}^1\text{H}$	${}^2\text{H}$	${}^3\text{H}$	${}^4\text{H}$	${}^5\text{H}$	${}^6\text{H}$	${}^7\text{H}$
نیم‌عمر ^۱	پایدار	پایدار	سال ۱۲/۳۲	$1/4 \times 10^{-22}$ ثانیه	$9/1 \times 10^{-22}$ ثانیه	$2/9 \times 10^{-22}$ ثانیه	$2/3 \times 10^{-22}$ ثانیه
درصد فراوانی در طبیعت	۹۹/۹۸۸۵	۰/۰۱۱۴	ناچیز	(ساختگی)	(ساختگی)	(ساختگی)	(ساختگی)

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



فلاسه! مواستون باش! یک نمونه 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. نیم‌عمر ایزوتوپ ساختگی ${}^7\text{H}$ از بقیه ایزوتوپ‌های ساختگی و طبیعی کم‌تر است؛ پس از همه ناپایدارتر می‌باشد.

در بین ایزوتوپ‌های طبیعی، ایزوتوپ‌های ${}^1\text{H}$ و ${}^2\text{H}$ پایدار هستند اما ایزوتوپ ${}^3\text{H}$ ناپایدار است.

${}^1\text{H} > {}^2\text{H} > {}^3\text{H}$: مقایسه پایداری ایزوتوپ‌های طبیعی

فب! می‌دانیم که هر چه پایداری یک ایزوتوپ بیشتر باشد، فراوانی آن در طبیعت بیشتر است: ${}^1\text{H} > {}^2\text{H} > {}^3\text{H}$: درصد فراوانی در طبیعت

در بین ایزوتوپ‌های ساختگی، ${}^5\text{H}$ از همه پایداری‌تر است چون زمان نیم‌عمر آن از همه بیشتر است و ${}^7\text{H}$ از همه ناپایدارتر!

یعنی با افزایش تعداد نوترون و سنگین‌تر شدن ایزوتوپ‌های هیدروژن، نیم‌عمر و پایداری آن‌ها به صورت منظم تغییر نمی‌کند. ${}^5\text{H}$ هم از ایزوتوپ سبک‌تر و هم از ایزوتوپ سنگین‌تر خود، نیم‌عمر بیشتری دارد. ${}^5\text{H} > {}^6\text{H} > {}^4\text{H} > {}^7\text{H}$: مقایسه 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! سرکار نروین!* کاملاً تابلوه که فراوانی طبیعی برای ایزوتوپ‌های ساختگی اصلاً معنی نداره!

با هم دریم! که ایزوتوپ‌های ${}^1\text{H}$ و ${}^2\text{H}$ پایداری دارند؛ 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 فقط ${}^3\text{H}$ خاصیت پرتوزایی دارد و پس!

با توجه به زمان نیم‌عمر ایزوتوپ‌های پرتوزا، ${}^4\text{H}$ از همه پایداری‌تر (با بیشترین زمان نیم‌عمر) و ${}^7\text{H}$ از همه ناپایداری‌تر (با کم‌ترین زمان نیم‌عمر) است.

در بین همه اتم‌های جدول دوره‌ای، ${}^1\text{H}$ تنها اتمی است که نوترون ندارد و عدد اتمی آن با عدد جرمی‌اش برابر است ($A = Z$).

یادآوری در همه اتم‌ها به جز ${}^1\text{H}$ ، تعداد نوترون‌ها برابر یا بیشتر از تعداد پروتون‌ها است.

و در آخر! بدانید که تا دلتون بفواد معلم‌های مترم و طراحان گرای سوال‌های پورواهور! از عدد اتمی و عدد جرمی ایزوتوپ‌های هیدروژن (به خصوص ایزوتوپ‌های طبیعی آن) طرح می‌کنند.

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

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

جواب: ${}^1_1\text{H}$ (این ایزوتوپ دارای ۱ پروتون و ۱ نوترون است.)

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

جواب: ${}^2_1\text{H}$ (این ایزوتوپ دارای ۱ پروتون و ۲ نوترون است پس نسبت آن‌ها می‌شود $\frac{1}{2}$ یا همان ۵/۰).

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

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

آ هر نمونه طبیعی هیدروژن مخلوطی از سه ایزوتوپ ${}^1_1\text{H}$ ، ${}^2_1\text{H}$ و ${}^3_1\text{H}$ است.

پ در میان هفت ایزوتوپ هیدروژن، ایزوتوپ‌های ${}^1_1\text{H}$ و ${}^2_1\text{H}$ 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.

ت ذره‌های زیراتمی باردار همان الکترون‌ها و پروتون‌ها هستند (نوترون‌ها که بار ندارند) همه 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!

گزینه ۴۳ - عبارت‌های «ب» و «پ» نادرست‌اند. بیایید عبارت‌ها را یکی یکی بررسی کنیم:

آ در بین ایزوتوپ‌های طبیعی هیدروژن، ایزوتوپ‌های ${}^1_1\text{H}$ و ${}^2_1\text{H}$ پایدار اما ایزوتوپ ${}^3_1\text{H}$ ناپایدار است.

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

هیدروژن، لیتیم و کلر ← ۲ ایزوتوپ پایدار

منیزیم ← ۳ ایزوتوپ پایدار

پ در بین ایزوتوپ‌های ساختگی، ${}^4_1\text{H}$ از همه پایدارتر است چون زمان نیم‌عمر آن از همه بیشتره!

ت پس ${}^3_1\text{H}$ کشفه؟

ت در بین رادیوایزوتوپ‌های هیدروژن، ${}^3_1\text{H}$ نیم‌عمر بالاتری دارد و پایدارتر است.

گزینه ۴۴ - هیدروژن دارای ۳ ایزوتوپ طبیعی ${}^1_1\text{H}$ ، ${}^2_1\text{H}$ و ${}^3_1\text{H}$ است: پس سنگین‌ترینش می‌شه ${}^3_1\text{H}$! $\frac{\text{شمار نوترون‌ها}}{\text{شمار پروتون‌ها}} = \frac{3-1}{1} = 2$

گزینه ۴۵ - با هم بینیم:

آ در بین ایزوتوپ‌های ساختگی هیدروژن، ${}^4_1\text{H}$ نیم‌عمر بیشتری نسبت به ایزوتوپ سبک‌تر (${}^3_1\text{H}$) و ایزوتوپ‌های سنگین‌تر از خود (${}^2_1\text{H}$ و ${}^1_1\text{H}$) دارد.

پ هیدروژن دارای ۱ پروتون است. برای این که نسبت پروتون به نوترون برابر با ۵/۰ باشد، ایزوتوپ موردنظر باید دارای ۲ نوترون باشد، یعنی عدد جرمی آن ۳ باشد: ${}^3_1\text{H}$ پ پرتوزا است و نیم‌عمر آن در حدود ۱۲ سال است.

گزینه ۴۶ - همه عبارت‌های داده شده درست‌اند. ایزوتوپ‌های موجود در یک نمونه طبیعی هیدروژن ${}^1_1\text{H}$ ، ${}^2_1\text{H}$ و ${}^3_1\text{H}$ هستند. هالا بریم سراغ عبارت‌ها:

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

● در ایزوتوپ ${}^2_1\text{H}$ تعداد نوترون با پروتون برابر است. (هر دو برابر با ۱ هستند).

● ایزوتوپ‌های ${}^1_1\text{H}$ و ${}^2_1\text{H}$ پایدارند. مجموع تعداد نوترون‌های ${}^1_1\text{H}$ و ${}^2_1\text{H}$ برابر با یک ($1+0=1$) است. از طرفی ناپایدارترین ایزوتوپ طبیعی هیدروژن (${}^3_1\text{H}$) ۲ نوترون ($3-1=2$) دارد.

● ایزوتوپ پرتوزای طبیعی هیدروژن (${}^3_1\text{H}$) 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 نمونه طبیعی منیزیم، چند نوع منیزیم وجود دارد که عدد جرمی متفاوتی با ${}^{24}\text{Mg}$ 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 - منیزیم - افزایش می‌یابد. (۲) سه - لیتیم - افزایش می‌یابد. (۳) دو - منیزیم - کاهش می‌یابد. (۴) دو - لیتیم - کاهش می‌یابد.

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

می‌دانیم که هیدروژن دارای ۳ ایزوتوپ طبیعی ${}^1_1\text{H}$ ، ${}^2_1\text{H}$ و ${}^3_1\text{H}$ می‌باشد که در این میان ایزوتوپ‌های ${}^1_1\text{H}$ و ${}^2_1\text{H}$ پایدار و ایزوتوپ ${}^3_1\text{H}$ ناپایدار است. هم‌چنین مقایسه درصد فراوانی این ایزوتوپ‌ها به صورت ${}^1_1\text{H} > {}^2_1\text{H} > {}^3_1\text{H}$ است. با توجه به این اطلاعات مشخص است که ایزوتوپ A همان ${}^3_1\text{H}$ می‌باشد. در بین ستون‌های دوم و چهارم، ستون چهارم مربوط به ایزوتوپ ${}^2_1\text{H}$ 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 ${}^1_1\text{H}$ است که نوترون ندارد ($B=0$) و در آخر ستون سوم مربوط به ایزوتوپ ${}^3_1\text{H}$ است که ساختگی بوده و درصد فراوانی آن صفر است ($C=0$).

به‌جز مورد «پ»، بقیه موارد، جمله داده شده را به درستی تکمیل می‌کنند. دیدیم که همه ایزوتوپ‌های هیدروژن که شمار نوترون

گزینه ۴۸ - بزرگ‌تر از یک دارند ($n > 1$)؛ یعنی ایزوتوپ‌های ${}^3_1\text{H}$ ، ${}^4_1\text{H}$ ، ${}^5_1\text{H}$ ، ${}^6_1\text{H}$ و ${}^7_1\text{H}$ ناپایدارند (نه بیشترشون!).



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

$$\frac{\text{عناصرهای دسته d}}{\text{عناصرهای دسته S}} = \frac{10}{2} = 5 \neq 2/5$$

۴۲۷ - گزینه ۲ همه عبارت‌ها نادرست‌اند.

ا فراوان‌ترین ایزوتوپ منیزیم، ^{24}Mg است؛ از طرفی می‌دانیم که منیزیم در گروه دوم قرار دارد و یون دو بار مثبت تشکیل می‌دهد:

$$^{24}\text{Mg}^{2+} \begin{cases} P = 12 \\ e = 12 - 2 = 10 \implies P + e + N = 12 + 10 + 12 = 34 \\ N = 24 - 12 = 12 \end{cases}$$

ب در عنصرهای دسته S لزوماً زیرلایه لایه ظرفیت پر نیست! مانند لیتیم ($1s^2 2s^1$) که در زیرلایه ۲s فقط یک الکترون دارد.

پ تعداد لایه‌های الکترونی اشغال‌شده در عنصرهای یک دوره با هم برابر است؛ مثلاً در همه عنصرهای دوره چهارم، ۴ لایه از الکترون اشغال شده است اما در ۱۰ عنصر اول این دوره، تنها ۲ لایه الکترونی به طور کامل پر شده‌اند و در ۸ عنصر انتهایی این دوره، ۳ لایه الکترونی به طور کامل پر شده‌اند (به دلیل پر بودن زیرلایه $1d$)

ت نه اصلاً تفاوت انرژی دو لایه $n=1$ و $n=2$ با تفاوت انرژی دو لایه $n=4$ و $n=5$ ، فرق داره! به همین دلیل طول موج پرتو نشرشده در دو انتقال الکترونی گفته شده با هم فرق داره!

ث آرایش الکترونی عنصرهای دسته p به $ns^2 np^{1-6}$ ختم می‌شود؛ بنابراین در آخرین لایه الکترونی اشغال‌شده آن‌ها بین $3(2+1) = 6$ تا $8(2+6) = 14$ الکترون وجود دارد. اگر گفته بود آخرین زیرلایه 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.

■ همه ایزوتوپ‌های هیدروژن که فاقد نوترون نیستند! فقط ^1H نوترون نداره!

■ عنصر هیدروژن به دسته S تعلق دارد، اما فراوان‌ترین عنصر زمین یعنی آهن (Fe) به دسته d تعلق دارد.

۴۲۹ - گزینه ۲ برای قسمت اول این سؤال، اصلاً نیازی به نوشتن معادله و پیدا کردن 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^{3+} و عنصری با عدد اتمی ۱۵ (همان فسفر در گروه ۱۵)، یون پایدار X^{3-} 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 $n-e=2$ و $e-n=2$ را در نظر بگیریم. با حل معادله‌های مربوطه، به $Z=15$ و $Z=13$ می‌رسیم که باز هم به کمک همان نکته که کرموش می‌تونه یون X^{3-} تشکیل بده، باید جواب درست رو انتخاب کنیم.

$$^{15}\text{X} : 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 \implies \begin{cases} l=0 \implies \text{۶ الکترون } (3s^2, 2s^2, 1s^2) \\ l=1 \implies \text{۹ الکترون } (3p^3, 2p^6) \end{cases}$$

$$9 - 6 = 3$$

۴۳۰ - گزینه ۲ اتم هیدروژن طبیعی پروتوزا، ^2H است. می‌دانیم که جرم یک اتم برحسب amu تقریباً برابر با عدد جرمی آن است. با توجه به این‌که

$$\frac{\text{جرم اتم } ^2\text{H}}{\text{جرم الکترون در } ^2\text{H}} = \frac{3 \text{ amu}}{1 \times \frac{1}{1836} \text{ amu}} = 6000$$

۱ الکترون دارد و جرم هر الکترون به تقریب $\frac{1}{1836}$ amu است، خواهیم داشت:

گزینه (۱): در اغلب موارد به دلیل وجود ایزوتوپ‌ها، اتم‌های سازنده یک نمونه طبیعی از عنصری معین، جرم یکسانی ندارند.

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

گزینه (۴): نه کی گفته؟! مثلاً در یک نمونه منیزیم، ایزوتوپ سبک‌تر (^{24}Mg) فراوانی بیشتری دارد.

۴۳۱ - گزینه ۱ در نمونه ۵۰ تایی از لیتیم، ۳ اتم ^6Li با جرم اتمی ۶ amu و ۴۷ اتم ^7Li با جرم اتمی ۷ amu وجود دارد:

$$\text{جرم کل} = 3 \times 6 + 47 \times 7 = 347 \text{ amu} \quad \text{جرم کل} = 347 \times 1.66 \times 10^{-24} \text{ g} \quad \text{جرم کل} = 5.76 \times 10^{-22} \text{ g}$$

جرم اتم‌های ^6Li جرم اتم‌های ^7Li

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

در هر اتم ^6Li ، ۳ نوترون و در هر اتم ^7Li ، ۴ نوترون وجود دارد:

$$\text{جرم کل نوترون‌ها} = 197 \text{ amu} \quad \text{تعداد کل نوترون‌ها} = (3 \times 3) + (47 \times 4) = 197$$

$$\text{درصد جرمی نوترون‌ها} = \frac{197}{347} \times 100 = 56.47\%$$

۴۳۲ - گزینه ۲ عبارت‌های اول و دوم درست‌اند.

■ ^1H دارای یک پروتون و یک الکترون است و جرم آن حدود $1/1836$ amu است.



عنصرهایی با عدد اتمی ۱۷ و ۳۵ هر دو در گروه ۱۷ قرار دارند، زیرا عدد اتمی آنها یک واحد کم تر از گازهای نجیب Ar و Kr (عنصرهای گروه ۱۸) است (گله شک دارین، می‌تونید از آرایش الکترونی استفاده کنید). از طرفی عنصرهای X و Y هر دو در دوره چهارم قرار دارند (عنصرهایی با عددهای اتمی ۱۹ تا ۳۶ در دوره چهارم قرار دارند).
در دوره سوم، نماد شیمیایی ۶ عنصر (Na, Mg, Al, Si, Cl, Ar) دو حرفی است.

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

با نوشتن رابطه جرم اتمی میانگین و جای گذاری اعداد، می‌تونیم a رو حساب کنیم: **گزینه ۳**

روش اول:
$$M = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2 + M_3 F_3}{F_1 + F_2 + F_3} \Rightarrow 86 / 4 = \frac{(a \times 20) + (a + 2) \times 40 + (a + 4) \times 40}{100}$$

$$\Rightarrow 8640 = 20a + 40a + 80 + 40a + 160 \Rightarrow 100a = 8400 \Rightarrow a = 84$$

روش دوم:
$$M = M_1 + \frac{F_2}{100} (M_2 - M_1) + \frac{F_3}{100} (M_3 - M_1) \Rightarrow 86 / 4 = a + \frac{40}{100} \times 2 + \frac{40}{100} \times 4 \Rightarrow a = 84$$

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

ابتدا باید X را حساب کنیم: **گزینه ۲**

روش اول: استفاده از کسر تبدیل: $N_r O_x$ جرم مولی = ۲۸ + ۱۶x

$$3 / 8 g N_r O_x \times \frac{1 mol N_r O_x}{(28 + 16x) g N_r O_x} \times \frac{6 / 0.2 \times 10^{23} \text{ مولکول}}{1 mol N_r O_x} = 3 / 0.1 \times 10^{23} \text{ مولکول}$$

$$28 + 16x = 76 \Rightarrow 16x = 48 \Rightarrow x = 3$$

روش دوم: استفاده از فرمول:

$$\frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد ذره}}{\text{عدد آووگادرو}} \Rightarrow \frac{3 / 8}{28 + 16x} = \frac{3 / 0.1 \times 10^{23}}{6 / 0.2 \times 10^{23}} \Rightarrow 28 + 16x = 76 \Rightarrow 16x = 48 \Rightarrow x = 3$$

بنابراین فرمول اکسید مورد نظر، $N_r O_3$ است: $N_r O_3$ جرم مولی = ۲(۱۴) + ۳(۱۶) = ۷۶ g.mol⁻¹

$$15 / 2 g N_r O_3 \times \frac{1 mol N_r O_3}{76 g N_r O_3} \times \frac{3 mol O}{1 mol N_r O_3} \times \frac{16 g O}{1 mol O} = 9 / 6 g O$$

عبارت‌های «آ» و «پ» درست‌اند. **گزینه ۴**

مقایسه طول موج رنگ‌های مرئی به صورت مقابل است:
نقییر! انرژی با طول موج رابطه وارونه دارد.

درسته! نوارهای رنگی در طیف نشری خطی هیدروژن ناشی از انتقال الکترون‌ها از لایه‌های ۳، ۴، ۵، ۶ به لایه n = ۲ است.

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

منظور طراح محترم در عبارت «ت»، همان بیشتر شدن تفاوت انرژی میان دو لایه است، اما واقعیت به پیزدیگه‌ست! زیرا ممکن است با بیشتر شدن فاصله میان دو لایه، انرژی آنها به هم نزدیک‌تر شود. البته این موضوع در حد کتاب درسی نیست!

لیتیم و هیدروژن، در همه موارد به جز مورد چهارم، مشترک‌اند. **گزینه ۴**

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

لیتیم دارای ۲ ایزوتوپ پایدار 6Li و 7Li و هیدروژن دارای ۲ ایزوتوپ پایدار 1H و 2H است.

هر دو اتم لیتیم (۳Li) و هیدروژن (۱H) 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 توکار ذره‌های تک‌الکترونی بود و بس!

هر دو عنصر هیدروژن (۱s¹) و لیتیم (۱s² ۲s¹) به دسته s جدول تعلق دارند.

در دو عنصر A و B، شمار الکترون‌ها با I = ۰ (زیرلایه‌های s) با شمار الکترون‌ها با I = ۱ (زیرلایه‌های p) برابر است: **گزینه ۲**



بباید ابتدا تعداد الکترون‌ها و عدد اتمی هر یک از این دو عنصر را تعیین کنیم: **گزینه ۳**

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