مقدمه‌ای بر پیدایش عنصرها

(صفحه‌ی ۱ تا ۴ کتاب درسی)

مارو ببخشین! مجبوریم با چند سؤال غیر شیمیایی! شروع کنیم!

۱- چند مورد از مطالب زیر، نادرست‌اند؟

آ) پاسخ این پرسش که «هستی چگونه پدید آمده است؟»، همانند پرسش «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟» در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد.

ب) انسان‌های اولیه با نگاه به آسمان و مشاهده‌ی ستارگان در پی فهم نظام و قانونمندی در آسمان بودند.

پ) در آخرین تصویری که وویجر (۱) از کره‌ی زمین گرفت، این فضاپیما در فاصله‌ی هفت میلیون کیلومتری از زادگاه خود قرار داشت.

ت) علم تجربی تلاشی گسترده را برای یافتن پاسخ پرسش «پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟» انجام داده است.

ث) مأموریت فضاپیماهای وویجر (۱) و (۲)، عبور از کنار ماه و سیاره‌ی مریخ و تهیه و ارسال اطلاعاتی از این دو جرم آسمانی بود.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

۲- چند مورد از موارد داده‌شده برای کامل‌کردن عبارت زیر، مناسب‌اند؟

«دو فضاپیمای وویجر ۱ و ۲ مأموریت داشتند با گذر از کنار سیاره‌های .....، شناسنامه‌ی فیزیکی و شیمیایی آن‌ها حاوی اطلاعاتی مانند ..... را تهیه کنند و بفرستند.»

آ) ناهید، زحل و اورانوس ــ ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد

ب) مشتری، اورانوس و نپتون ــ نوع عنصرهای سازنده و ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها

پ) تیر، ناهید و مشتری ــ نوع عنصرهای سازنده و ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها

ت) زحل، اورانوس و نپتون ــ ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳- چند مورد از مطالب زیر، در مورد سیاره‌ی مشتری و عنصرهای سازنده‌ی آن درست‌اند؟

آ) فراوان‌ترین عنصر موجود در این سیاره، هلیم است.

ب) در این سیاره، هیچ عنصر فلزی وجود ندارد.

پ) سیاره‌ی مشتری برخلاف زمین، بیشتر از جنس گاز است.

ت) بزرگ‌ترین سیاره‌ی منظومه‌ی شمسی به شمار می‌رود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴- چند مورد از مطالب زیر درباره‌ی زمین و عنصرهای سازنده‌ی آن درست‌اند؟

آ) فراوان‌ترین عنصر آن فلزی است که در سیاره‌ی مشتری یافت نمی‌شود.

ب) اغلب عنصرهای فراوان این سیاره در دمای اتاق، به حالت جامد هستند.

پ) در بین عنصرهای سازنده‌ی این سیاره هم فلز و هم نافلز وجود دارد.

ت) این سیاره بیشتر از جنس سنگ است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۵- چند مورد از مطالب زیر، درباره‌ی عنصرهای سازنده‌ی زمین و مشتری نادرست‌اند؟

آ) دو عنصر اکسیژن و گوگرد، از عنصرهای مشترک سازنده‌ی این دو سیاره هستند.

ب) در زمین، درصد فراوانی نافلزها بیشتر از فلزها است.

پ) فراوان‌ترین نافلز سیاره‌ی زمین، چهارمین عنصر فراوان سیاره‌ی مشتری است.

ت) تفاوت درصد فراوانی، دو عنصر فراوان‌تر سازنده‌ی سیاره‌ی مشتری بیشتر از زمین است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶- چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟

آ) عنصرها به صورت همگون در جهان هستی توزیع شده‌اند.

ب) برخی از دانشمندان بر این باورند که سرآغاز کیهان با انفجاری مهیب (مهبانگ) همراه بوده است.

پ) بر اثر مهبانگ، انرژی عظیمی آزاد شده و ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون به وجود آمدند.

ت) نخستین عنصری که پس از مهبانگ پا به عرصه‌ی جهان گذاشت، هلیم بود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۷- چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟

آ) سحابی‌ها مجموعه‌های گازی شامل هیدروژن و هلیم هستند که سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند.

ب) درون ستاره‌ها همانند خورشید در دماهای بسیار بالا، واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد.

پ) ستارگان را می‌توان کارخانه‌ی تولید عنصرها دانست.

ت) هر چه دمای ستاره بیشتر باشد، شرایط تشکیل عنصرهای سبک‌تر فراهم می‌شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸- چند مورد از مطالب زیر، نادرست‌اند؟

آ) فراوان‌ترین عنصر سیاره‌ی مشتری، نخستین عنصری است که پس از مهبانگ به وجود آمده است.

ب) مرگ یک ستاره با یک انفجار بزرگ همراه است که سبب می‌شود عنصرهای تشکیل‌شده در آن در فضا پراکنده شود.

پ) پس از مهبانگ، با گذشت زمان و افزایش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولیدشده، مجموعه‌های گازی به نام سحابی ایجاد کردند.

ت) ستارگان پس از چندین میلیون سال نورافشانی و گرمابخشی، پایداری خود را از دست می‌دهند.

ث) دما و اندازه‌ی هر ستاره تعیین می‌کند که چه عنصرهایی باید در آن ستاره ساخته شود.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

رابطه‌ی انیشتین

(صفحه‌ی ۴ و ۵ کتاب درسی)

۹- کدام مطلب نادرست است؟

۱) در رابطه‌ی جرم ـ انرژی، انرژی آزادشده با جرم جسم، رابطه‌ی مستقیم دارد.

۲) در درون ستاره‌ها به دلیل انجام واکنش‌های هسته‌ای، انرژی بسیار زیادی آزاد می‌شود.

۳) نمودار انرژی برحسب جرم، یک خط راست با شیبی برابر با مجذور سرعت نور است.

۴) با توجه به رابطه‌ی انیشتین، هر $1\,kg.m.s^{-2}$ را می‌توان معادل ۱ ژول در نظر گرفت.

۱۰- مطابق رابطه‌ی انیشتین برای محاسبه‌ی انرژی تولیدشده در واکنش‌های هسته‌ای، هر یک گرم ماده، معادل چند کیلوژول انرژی است؟

۱) 9×10^{13} ۲) 9×10^{10} ۳) 3×10^{13} ۴) 3×10^{10}

۱۱- اگر تفاوت جرم واکنش‌دهنده با فراورده‌ها در یک واکنش هسته‌ای به اندازه‌ی جرم یک پروتون باشد، انرژی آزادشده در این واکنش برحسب کیلوژول به تقریب کدام است؟ (جرم پروتون برابر $1/67\times10^{-27}kg$ است.)

۱) $1/5\times10^{-10}$ ۲) 5×10^{-14} ۳) $1/5\times10^{-13}$ ۴) 5×10^{-10}

۱۲- اگر در واکنش تبدیل هیدروژن به هلیم، ۰/۰۰۲۴ گرم ماده به انرژی تبدیل شود، در این واکنش هسته‌ای، چند کیلوژول انرژی تولید می‌شود و این مقدار انرژی، چند گرم آهن را ذوب خواهد کرد؟ (برای ذوب‌شدن یک گرم آهن ۲۴۷ ژول انرژی نیاز است.) (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.) *(پیوند با ریاضی صفحه‌ی ۴ و ۵ کتاب درسی)*

۱) $2/16\times10^{11}$ ـ $8/745\times10^{8}$ ۲) $2/16\times10^{8}$ ـ $5/335\times10^{8}$

۳) $2/16\times10^{11}$ ـ $5/335\times10^{8}$ ۴) $2/16\times10^{8}$ ـ $8/745\times10^{8}$

۱۳- اگر خورشید روزانه 10^{22} ژول انرژی به سوی زمین گسیل دارد، به تقریب سالانه چه مقداری از جرم خورشید، کاسته می‌شود؟ (هر سال را ۳۶۵ روز در نظر بگیرید.) *(تمرین‌های دوره‌ای صفحه‌ی ۴۳ کتاب درسی)*

۱) یک میلیون کیلوگرم ۲) چهار میلیون کیلوگرم ۳) ده هزار تن ۴) چهل هزار تن

۱۴- از تبدیل تقریباً چند گرم ماده به انرژی، گرمای لازم برای تبخیر همه‌ی آب دریاچه‌ی چیتگر فراهم می‌شود؟ (حجم آب دریاچه‌ی چیتگر ۷ میلیون مترمکعب و چگالی آن $1kg.L^{-1}$ است و برای تبخیر هر گرم آب ۲۲۶۰ ژول انرژی نیاز است.)

۱) ۱۲۶ ۲) ۱۷۶ ۳) ۳۵۲ ۴) ۸۷۸

عدد اتمی و عدد جرمی
(صفحه‌ی ۵ کتاب درسی)

۱۵- تفاوت تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها در چند اتم، 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

۱۶- 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

۱۷- در کدام گونه‌ی شیمیایی، شمار الکترون‌ها با شمار نوترون‌ها برابر است؟

۱) $^{1}_{1}H$ ۲) $^{24}_{12}Mg^{2+}$ ۳) $^{23}_{10}Ne$ ۴) $^{35}_{17}Cl^{-}$

۱۸- اگر یون X^{-} دارای ۵۳ پروتون بوده و عدد جرمی آن برابر با ۱۲۷ باشد، تفاوت تعداد نوترون‌ها و الکترون‌های این یون کدام است؟

۱) ۲۰ ۲) ۲۱ ۳) ۷۳ ۴) ۷۴

۱۹- تعداد 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 تعداد نوترون‌های آن ۱/۵ برابر تعداد پروتون‌ها است. تعداد الکترون‌های X کدام است؟ *(المپیاد شیمی ۸۴)*

۱) ۷۸ ۲) ۷۹ ۳) ۸۰ ۴) ۸۱

۲۱- عدد جرمی عنصری ۴۵ و تفاوت تعداد نوترون‌ها و پروتون‌های هسته‌ی آن برابر با ۳ است. تعداد الکترون‌های این عنصر کدام است؟

۱) ۲۱ ۲) ۲۲ ۳) ۲۳ ۴) ۲۴

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

۱) ۵۴ ۲) ۵۷ ۳) ۷۹ ۴) ۸۲

۲۳- عدد جرمی عنصر Y برابر با ۷۹ است. اگر اختلاف تعداد الکترون‌ها و نوترون‌ها در یون Y^{2-} برابر با ۹ باشد، تعداد نوترون‌های این عنصر کدام است؟

۱) ۳۴ ۲) ۳۶ ۳) ۴۳ ۴) ۴۵

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

۱) ۱۳ ۲) ۱۵ ۳) ۱۶ ۴) ۱۸

پاسخ‌نامه‌ی تشریحی

۱- گزینه ۲

چگونه و چرا؟!

سلاااام! فیلی خوش اومدین!

انسان‌ها *از همون قدیم‌الایام!* به دنبال کشف رازهای هستی و شناخت بیشتر جهان بودند.

توجه شواهد تاریخی که از سنگ‌نبشته‌ها! (*همون سنگ‌نوشته‌ها!*) و نقاشی‌های دیوار غارها به دست آمده است، نشان می‌دهد که انسان اولیه با نگاه به آسمان و مشاهده‌ی ستارگان در پی فهم نظام و قانونمندی در آسمان بوده است.

کتاب درسی، سه سؤال مطرح می‌کند و بعد می‌گوید آیا این سؤال‌ها در قلمرو علم تجربی قرار می‌گیرند یا نه؟

۱ «هستی چگونه پدید آمده است؟» این پرسش در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد و آدمی! تنها با مراجعه به چارچوب اعتقادی و بینش خود و ... می‌تواند به پاسخ درست این پرسش دست یابد.

۲ «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟»

۳ «پدیده‌های طبیعی چرا و چگونه رخ می‌دهند؟»

خوشبختانه! برای پاسخ به این دو پرسش *می‌شه از* علم تجربی *کمک گرفت!* ما انسان‌ها با تلاشی گسترده در قلمرو علم تجربی، توانسته‌ایم دانش خود درباره‌ی جهان مادی را افزایش دهیم. امروزه ما درباره‌ی کیهان و منشاء آن اطلاعاتی داریم که *اجداد پدری ما!* حتی نمی‌توانستند آن‌ها را تصور کنند اما این کافی نیست و تلاش ما هم‌چنان ادامه دارد!

مثال دانشمندان برای شناخت بیشتر سامانه‌ی خورشیدی (*همون منظومه‌ی شمسی!*) در سال ۱۹۷۷ میلادی (۱۳۵۶ شمسی) دو فضاپیمای **وویجر ۱ و ۲** *رو هوا کردند!* (به فضا فرستادند) در مورد این فضاپیماها بد نیست بدانید که:

۱ این دو فضاپیما مأموریت داشتند که با عبور از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون، شناسنامه‌ی فیزیکی و شیمیایی آن‌ها را تهیه کرده و به زمین بفرستند.

توجه این شناسنامه‌ها می‌توانند اطلاعاتی مانند نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی موجود در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد را داشته باشند.

۲ *متأسفانه!* این فضاپیماها از دسترس ما خارج شده‌اند. آخرین تصویر ارسالی از کره‌ی زمین توسط وویجر (۱) و از فاصله‌ی تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری و پیش از خروج از سامانه‌ی خورشیدی گرفته شده است[۱].

عبارت‌های «آ»، «پ» و «ث» نادرست‌اند:

آ) پاسخ پرسش «هستی چگونه پدید آمده است؟» در قلمرو علم تجربی نمی‌گنجد اما پرسش «جهان کنونی چگونه شکل گرفته است؟» در قلمرو علم تجربی بوده و برای پاسخ به آن می‌توان از علم تجربی کمک گرفت.

پ) آخرین تصویر ارسالی از کره‌ی زمین توسط وویجر (۱) از فاصله‌ی تقریبی ۷ میلیارد کیلومتری بوده و نه هفت میلیون کیلومتری!

ث) مأموریت این دو فضاپیما، عبور از کنار سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون بود *و نه عبور از کنار ماه و مریخ!*

درستی بقیه‌ی عبارت‌ها را در کادر «۱» می‌یابید!

۲- گزینه ۲ موارد «ب» و «ت» عبارت داده‌شده را به درستی تکمیل می‌کنند.

مأموریت فضاپیماهای وویجر (۱) و (۲)

- گذر از کنار برخی از سیاره‌ها ← مشتری، زحل، اورانوس، و نپتون
- تهیه و ارسال شناسنامه‌ی فیزیکی و شیمیایی سیاره‌ها ← نوع عنصرهای سازنده، ترکیب‌های شیمیایی در اتمسفر آن‌ها و ترکیب درصد این مواد.

۱- این دو فضاپیما بیش از ۳ دهه است که سامانه‌ی خورشیدی را ترک کرده و به فضای بین‌ستاره‌ای وارد شده‌اند.

۳- گزینه ۳

مشتری و زمین

برای این‌که بفهمیم «عنصرها چگونه پدید آمدند؟» بررسی نوع و مقدار عنصرهای سازنده‌ی برخی سیاره‌های سامانه‌ی خورشیدی و مقایسه‌ی آن با عنصرهای سازنده‌ی خورشید *می‌تونه یه عالمه بهمون کمک کنه!*

یادآوری در علوم نهم خواندیم که سیاره‌های منظومه‌ی شمسی به طور کلی به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱ سیاره‌های سنگی (درونی): این سیاره‌ها که بیشتر از جنس سنگ هستند، شامل تیر (عطارد)، ناهید (زهره)، زمین و مریخ می‌باشند.

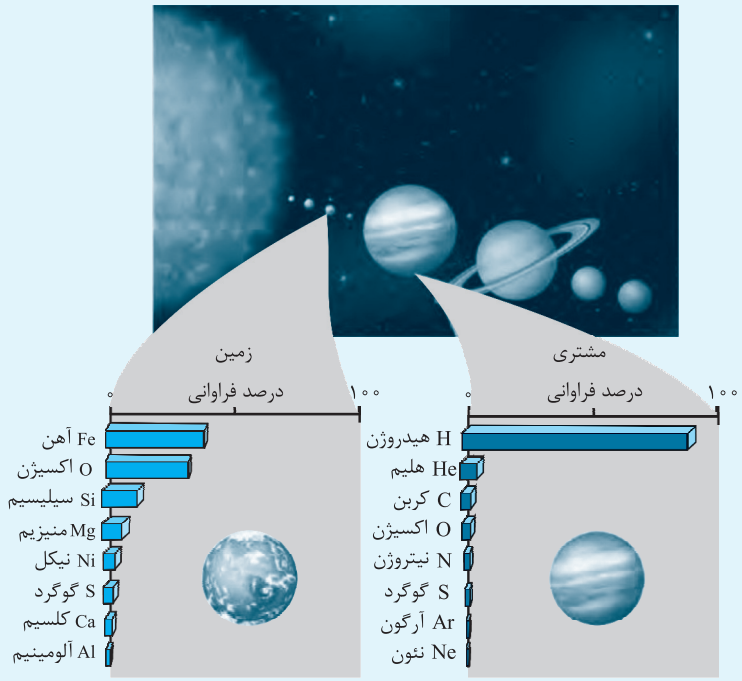
۲ سیاره‌های گازی (بیرونی): این سیاره‌ها که بیشتر از جنس گاز هستند، شامل مشتری، زحل، اورانوس و نپتون می‌باشند.

از آن‌جا که فضاپیماهای وویجر مأموریت داشتند که سیاره‌های مشتری، زحل، اورانوس و نپتون را *تغلیه‌ی اطلاعاتی کنند!* می‌توان نتیجه گرفت که مأموریت آن‌ها، عبور از سیاره‌های گازی و کشف رمز و راز آن‌هاست.

نکته! اگر به شکل صفحه‌ی ۳ کتاب درسی *نگاهی بیندازیم!* خواهیم فهمید که مشتری نسبت به زمین از خورشید دورتر است. البته اگر بخواهیم *خیلی دقیق!* فاصله‌ی همه‌ی سیاره‌های موجود در شکل را بررسی کنیم، به نتایج زیر می‌رسیم:

نپتون > اورانوس > زحل > مشتری > مریخ > زمین > ناهید > عطارد : فاصله از خورشید

خب! حالا بریم سراغ نکته‌هایی که از این شکل در مورد مشتری و زمین دستگیرمون می‌شه!



۱ مشتری، بزرگ‌ترین سیاره‌ی منظومه‌ی خورشیدی است در حالی که زمین با *اغتلاف!* رتبه‌ی پنجم را از آن خود کرده است.

۲ مشتری، جزو سیاره‌های گازی است (بیشتر از جنس گاز می‌باشد) در حالی که زمین جزو سیاره‌های سنگی است (بیشتر از جنس سنگ می‌باشد).

۳ فراوان‌ترین عنصر موجود در مشتری، گاز هیدروژن است در حالی که فراوان‌ترین عنصر موجود در زمین، آهن است.

۴ در بین ۸ عنصر اصلی سازنده‌ی زمین و مشتری، دو عنصر اکسیژن (O) و گوگرد (S) مشترک هستند. اکسیژن دومین عنصر فراوان زمین و چهارمین عنصر فراوان مشتری است در حالی که گوگرد در هر دو سیاره *به مقام ششم نائل شده است!*

۵ در مشتری که یک سیاره‌ی گازی است، هیچ عنصر فلزی وجود ندارد.

۶ در میان ۸ عنصر اصلی سازنده‌ی مشتری، نئون (Ne) و در بین ۸ عنصر اصلی سازنده‌ی زمین، آلومینیم (Al) کم‌ترین فراوانی را دارد:

مقایسه‌ی فراوانی عنصرها در مشتری : $H > He > C > O > N > S > Ar > Ne$

مقایسه‌ی فراوانی عنصرها در زمین : $Fe > O > Si > Mg > Ni > S > Ca > Al$

با توجه به کادر بالا، عبارت‌های «ب»، «پ» و «ت» درست‌اند. درباره‌ی مورد «آ» دقت کنید که فراوان‌ترین عنصر موجود در سیاره‌ی مشتری، هیدروژن است نه هلیم!

۴- گزینه ۴ همه‌ی عبارت‌های داده‌شده، درست‌اند.

آ) فراوان‌ترین عنصر زمین، آهن است که جزو فلزات می‌باشد در حالی که در سیاره‌ی مشتری که یک سیاره‌ی گازی است، *فبری از عنصر فلزی نیست!*

ب) از میان هشت عنصر فراوان سازنده‌ی زمین، تنها اکسیژن در دمای اتاق گاز است. در واقع اغلب آن‌ها در دمای اتاق، به حالت جامد هستند.

پ) *بله!* آهن، منیزیم، نیکل، کلسیم و آلومینیم جزو فلزات و اکسیژن و گوگرد جزو نافلزات هستند[1].

ت) *مگه شک دارین؟!*

۵- گزینه ۱

قاطی پاتی نکنین! ۳

از شکل صفحه‌ی ۳ کتاب درسی دریافتیم که آهن و اکسیژن به ترتیب فراوان‌ترین عنصرهای موجود در کره‌ی زمین و هیدروژن و هلیم به ترتیب فراوان‌ترین عنصرهای موجود در سیاره‌ی مشتری هستند. از طرفی در صفحه‌ی ۷۶ کتاب درسی خواهید خواند که هیدروژن فراوان‌ترین عنصر موجود در **جهان هستی** است.

به منظور جلوگیری از *قاطی‌پاتی کردن!* با هم ببینیم:

	آهن	هیدروژن	هلیم	اکسیژن
فراوان‌ترین عنصر موجود در کره‌ی زمین کدام است؟	■	□	□	□
فراوان‌ترین نافلز موجود در کره‌ی زمین کدام است؟	□	□	□	■
فراوان‌ترین عنصر موجود در جهان کدام است؟	□	■	□	□
دومین عنصر فراوان کره‌ی زمین کدام است؟	□	□	□	■
فراوان‌ترین عنصر موجود در سیاره‌ی مشتری کدام است؟	□	■	□	□
دومین عنصر فراوان سیاره‌ی مشتری کدام است؟	□	□	■	□

و در آخر برادر و آگاه باشید! که شکل صفحه‌ی ۳ کتاب درسی، فراوانی عنصرها در کره‌ی زمین (یعنی شامل پوسته، گوشته و هسته) را نشان می‌دهد که در این حالت آهن فراوان‌ترین عنصر است اما همان‌طور که در علوم سال نهم خواندید، فراوان‌ترین عنصر موجود در پوسته‌ی زمین، اکسیژن می‌باشد.

فقط‌وفقط! عبارت «ب» نادرست است. زمین جزو سیاره‌های سنگی است و فراوان‌ترین عنصر سازنده‌ی آن فلز آهن است و این *به زبون بی‌زبونی!* یعنی در کره‌ی زمین، درصد فراوانی فلزها بیشتر از نافلزها است.

بررسی سایر عبارت‌ها:

آ) درستی این عبارت در کادر «۲» *همی یافت شود!*

پ) فراوان‌ترین نافلز سیاره‌ی زمین، اکسیژن است. با توجه به شکل صفحه‌ی ۳ کتاب درسی، اکسیژن چهارمین عنصر فراوان مشتری است.

ت) دو عنصر فراوان‌تر سازنده‌ی مشتری به ترتیب هیدروژن و هلیم هستند که درصد فراوانی هیدروژن *فیلی‌فیلی!* بیشتر از هلیم است ولی درصد فراوانی دو عنصر فراوان‌تر سازنده‌ی کره‌ی زمین (یعنی آهن و اکسیژن) *یه کوچولو!* با هم *اختلاف دارن!*

۶- گزینه ۲

روند پیدایش عنصرها ۴

برخی از دانشمندان معتقدند که سرآغاز جهان هستی (کیهان) با انفجار *خفنی!* همراه بوده که طی آن انرژی زیادی آزاد شده است. این نظریه‌ی انفجار بزرگ، **نظریه‌ی مِهبانگ** (یا همون Big Bang *فورمون!*) نامیده می‌شود.

با این انفجار، ذره‌های زیراتمی مانند الکترون، نوترون و پروتون تشکیل شدند و پس از مدتی کوتاه، ابتدا عنصر هیدروژن و سپس هلیم *چشم به جهان گشودند!*

پیدایش عنصر هیدروژن و سپس هلیم ← (واکنش‌های هسته‌ای) ← پیدایش ذره‌های زیراتمی (الکترون، نوترون، پروتون و ...) ← (آزادشدن انرژی عظیم) ← مِهبانگ (انفجار بزرگ)

۱- سیلیسیم جزو شبه‌فلزات است.

و اما ادامه‌ی ماجرا!

با گذشت زمان و کاهش دما، گازهای هیدروژن و هلیم تولید شده، متراکم شده و مجموعه‌های گازی به نام **سحابی** را ایجاد کردند. بعدها این سحابی‌ها سبب پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها شدند.

پیدایش ستاره‌ها و کهکشان‌ها ← پیدایش سحابی ← با کاهش دما و متراکم‌شدن گازهای هیدروژن و هلیم

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

با انجام واکنش‌های هسته‌ای درون ستاره‌ها، ابتدا عنصرهای سبک مانند لیتیم، کربن و ... ایجاد می‌شود و در مرحله‌ی بعد طی واکنش‌های هسته‌ای دیگر، از این عنصرهای سبک، عنصرهای سنگین‌تر مانند آهن، طلا و ... به وجود می‌آید.

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

نکته! **ستاره‌ها** *مثل ما آدم‌ها* متولد می‌شوند، رشد می‌کنند و زمانی می‌میرند. در واقع ستارگان پس از چندین میلیون سال نورافشانی و گرمابخشی، پایداری خود را از دست داده، در انفجاری مهیب متلاشی شده و عنصرهای تشکیل‌شده در آن در فضا *پخش‌وپلا می‌شود!* به همین خاطر می‌توان ستارگان را کارخانه‌ی تولید عنصرها دانست.

نتیجه‌گیری روند تشکیل عنصرها در جهان را می‌توان *مختصر و مفید!* به صورت زیر نشان داد:

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

با توجه به کادر بالا، عبارت‌های «ب» و «پ» درست‌اند. اما دلیل نادرستی دو عبارت دیگر:

آ) همان‌طور که در کادر «۲» دیدید، نوع و میزان فراوانی عنصرها در دو سیاره‌ی مشتری و زمین متفاوت است. این موضوع نشان می‌دهد که عنصرها به صورت **ناهمگون** در جهان هستی توزیع شده‌اند.

ت) نخستین عنصری که پس از مهبانگ پا به عرصه‌ی جهان گذاشت، هیدروژن بود *نه هلیم!*

۷- گزینه ۳ عبارت‌های «آ»، «ب» و «پ» درست‌اند و درستی آن‌ها را در صفحه‌ی ۴ کتاب درسی پیدا می‌کنید. *و اما!* درباره‌ی مورد «ت» بدانید که هر چه دمای ستاره بیشتر باشد، شرایط تشکیل عنصرهای سنگین‌تر فراهم می‌شود نه سبک‌تر!

۸- گزینه ۱ فقط عبارت «پ» نادرست است. بیایید عبارت‌ها را *یکی‌یکی!* بررسی کنیم:

آ) فراوان‌ترین عنصر سیاره‌ی مشتری، هیدروژن است که *از قضا!* نخستین عنصری است که پس از مهبانگ به وجود آمده است.

ب) *کاملاً درسته!*

پ) پس از مهبانگ، با گذشت زمان و کاهش دما، (نه افزایش دما!)، گازهای هیدروژن و هلیم تولیدشده، متراکم شدند و مجموعه‌های گازی به نام سحابی را ایجاد کردند.

ت و ث) درستی این عبارت‌ها را در صفحه‌ی ۴ کتاب درسی پیدا می‌کنید.

۹- گزینه ۴

رابطه‌ی انیشتین

همان‌طور که قبلاً گفتیم در ستاره‌ها به دلیل انجام واکنش‌های هسته‌ای، انرژی بسیار زیادی آزاد می‌شود. *استاد انیشتین*، رابطه‌ی زیر را برای محاسبه‌ی انرژی تولیدشده در این واکنش‌ها ارائه کرد:

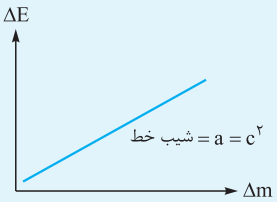
رابطه‌ی انیشتین : $E = mc^2$

در این رابطه، m جرم ماده برحسب کیلوگرم، c سرعت نور برحسب متر بر ثانیه (برابر با $3\times10^8 m.s^{-1}$) و E انرژی آزادشده را برحسب ژول (J) نشان می‌دهد.

توجه براساس رابطه‌ی بالا، می‌توان نوشت: $1J = 1kg.(ms^{-1})^2 = 1kg.m^2.s^{-2}$

قبل از این‌که بیشتر با این رابطه‌ی معروف انیشتین آشنا بشیم، *برادر و آگاه باشیدا* که در واکنش‌های هسته‌ای برخلاف واکنش‌های شیمیایی، تغییراتی در هسته‌ی اتم‌ها از لحاظ تعداد ذره‌های زیراتمی سازنده مانند پروتون و نوترون صورت گرفته و به طور کلی هسته‌ی جدید و در نتیجه اتم جدید ایجاد می‌شود. برای محاسبه‌ی انرژی آزادشده در یک واکنش هسته‌ای (تغییر انرژی حاصل از این نوع واکنش) می‌توان از رابطه‌ی $\Delta E = \Delta mc^2$ استفاده کرد: $\Delta m = |\text{مجموع جرم واکنش‌دهنده‌ها} - \text{مجموع جرم فراورده‌ها}|$

از آن‌جا که سرعت نور، مقداری ثابت ($۳\times۱۰^{۸}\,m.s^{-۱}$) است، نمودار تغییرات ΔE برحسب Δm یک خط راست با شیب ثابت ($c^{۲}$) خواهد بود.



$$\underbrace{\Delta E}_{y}=\underbrace{\Delta m}_{x}.\underbrace{c^{۲}}_{a}\Rightarrow y=ax$$ **خط راست با شیب ثابت**

نکته! در علوم سال نهم، کم‌وبیش با قانون پایستگی جرم آشنا شدید (البته در فصل دوم هم به طور مفصل در مورد آن خواهید خواند). طبق این قانون، در یک واکنش شیمیایی، مجموع جرم واکنش‌دهنده‌ها با مجموع جرم فراورده‌ها برابر است. در واقع در این واکنش‌ها، جرم نه از بین می‌رود و نه به‌وجود می‌آید. اما در واکنش‌های هسته‌ای *از این خبرا نیست!* با توجه به رابطه‌ی انیشتین، در واکنش‌های هسته‌ای مقداری جرم به انرژی تبدیل می‌شود پس در این واکنش‌ها قانون پایستگی جرم برقرار نیست و *به باش* چون مجموع جرم و انرژی در این واکنش‌ها ثابت است *دانشمندان عزیز! با یه تغییر ریز!* قانون پایستگی جرم و انرژی را مطرح کردند یعنی در واکنش‌های هسته‌ای مجموع جرم و انرژی واکنش‌دهنده‌ها با مجموع جرم و انرژی فراورده‌ها برابر است.

۱۰- گزینه ۲

چگونه مسئله حل کنیم؟ (قسمت اول)

هر چند جلوتر خواهیم دید که کتاب درسی، مسائل را با *استفاره* از روش «**کسر (عامل) تبدیل**» حل می‌کند، اما چون در مسائل انیشتین به این روش *نیازمندیم! مجبوریم همین‌جا شما را با آن آشنا کنیم!*

ابتدا می‌خواهیم از شما چند سؤال بپرسیم که بیشتر با *پول سروکار داره! متأسفانه! تحقیقات علمی ثابت کرده؛ آزمیزاد هرچی که مربوط به پوله رو، خوب یاد می‌گیره!* به همین دلیل ما هم تصمیم گرفتیم در راستای یادگیری بهتر شما و درک بهتر مسائل، ابتدا چند مسئله‌ی *پولی* را با استفاده از روش کسر تبدیل حل کنیم.

سؤال **اگر هر دلار در بازار ارز برابر ۳۵۰۰ تومان باشد، ۵ دلار معادل چند تومان است؟**

جواب: بیش‌تر کمیت‌ها را می‌توان با استفاده از کسر تبدیل‌های مناسب به هم ربط داد. در این‌جا می‌خواهیم کسر تبدیلی داشته باشیم که دلار را به تومان تبدیل کند.

توجه منظور از کسر تبدیل، کسری است که با ضرب‌کردن آن در مقدار داده‌شده در مسئله (که در این سؤال ۵ دلار است) به مقدار خواسته‌شده (که در این سؤال مقدار تومان معادل است) برسیم.

با توجه به اطلاعات داده‌شده در سؤال، می‌توان دو کسر تبدیل به‌صورت مقابل نوشت: $\frac{\text{۳۵۰۰ تومان}}{\text{۱ دلار}}$ یا $\frac{\text{۱ دلار}}{\text{۳۵۰۰ تومان}}$

این دو کسر تبدیل به ما نشان می‌دهند که هر ۱ دلار معادل ۳۵۰۰ تومان است یا برعکس هر ۳۵۰۰ تومان معادل ۱ دلار است. *خب!* حالا باید از یکی از این دو کسر تبدیل استفاده کنیم تا بفهمیم ۵ دلار چند تومان می‌شود؟

کسر تبدیل مناسب در این‌جا کسری است که در آن، واحد دلار در مخرج و واحد تومان در صورت باشد. به این ترتیب خواهیم داشت:

$$۵\ \text{دلار}\times\frac{\text{۳۵۰۰ تومان}}{\text{۱ دلار}}=\text{۱۷۵۰۰ تومان}$$

همان‌طور که می‌بینید در این‌جا واحد دلار حذف شده و به تومان می‌رسیم.

حالا اگر از شما بپرسیم «۷۰۰۰ تومان معادل چند دلار است؟» این بار کدام کسر تبدیل مناسب است؟

درسته! این بار کسری مناسب است که در آن، واحد تومان در مخرج و واحد دلار در صورت باشد، به این ترتیب خواهیم داشت:

$$۷۰۰۰\ \text{تومان}\times\frac{\text{۱ دلار}}{\text{۳۵۰۰ تومان}}=\text{۲ دلار}$$

همان‌طور که می‌بینید در این‌جا واحد تومان حذف شده و به دلار می‌رسیم.

نتیجه‌گیری **در انتخاب کسر تبدیل مناسب، توجه داشته باشید واحدی که باید حذف شود، در مخرج کسر و واحدی که می‌خواهیم ایجاد شود (واحد خواسته‌شده) در صورت کسر قرار می‌گیرد.** در برخی از مسائل ممکن است برای رسیدن به کمیت مورد نظر، چند کسر تبدیل نیاز باشد.

سؤال اگر هر سکه‌ی طلا معادل یک میلیون و هر یورو نیز برابر ۴۰۰۰ تومان باشد، با فروش سه سکه‌ی طلا چند یورو می‌توان خرید؟

جواب: در این‌جا ابتدا باید ببینیم قیمت ۳ سکه‌ی طلا چند تومان می‌شود (یعنی باید سکه‌ی طلا را به تومان تبدیل کرد) پس کسر تبدیل مناسب آن $\frac{۱۰۰۰۰۰۰ \text{ تومان}}{۱ \text{ سکه‌ی طلا}}$ است. در مرحله‌ی بعد باید واحد تومان را به یورو تبدیل کنیم (یعنی باید واحد تومان حذف شده و واحد یورو ایجاد شود) پس کسر تبدیل مناسب برای آن $\frac{۱ \text{ یورو}}{۴۰۰۰ \text{ تومان}}$ است. به این ترتیب خواهیم داشت:

$$۳ \text{ سکه‌ی طلا} \times \frac{۱۰۰۰۰۰۰ \text{ تومان}}{۱ \text{ سکه‌ی طلا}} \times \frac{۱ \text{ یورو}}{۴۰۰۰ \text{ تومان}} = ۷۵۰ \text{ یورو}$$

در ادامه بهتر است از دنیای پول (*چرک کف دست!*) خارج شویم و یک تمرین جدی‌تر! را به روش کسر تبدیل، حل کنیم تا *حسابی راه بیفتید!*

تمرین **اگر در واکنش تبدیل هیدروژن به هلیم، ۰/۰۰۲۴ گرم ماده به انرژی تبدیل شود، در این واکنش هسته‌ای، چند کیلوژول انرژی تولید می‌شود و این مقدار انرژی، چند گرم آهن را ذوب خواهد کرد؟ (برای ذوب‌شدن یک گرم آهن، ۲۴۷ ژول انرژی نیاز است.) (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)** *(پیوند با ریاضی صفحه‌ی ۴ و ۵ کتاب درسی)*

۱) $۸/۷۴۵\times۱۰^{۸}$ ـ $۲/۱۶\times۱۰^{۱۱}$

۲) $۵/۳۳۵\times۱۰^{۸}$ ـ $۲/۱۶\times۱۰^{۸}$

۳) $۵/۳۳۵\times۱۰^{۸}$ ـ $۲/۱۶\times۱۰^{۱۱}$

۴) $۸/۷۴۵\times۱۰^{۸}$ ـ $۲/۱۶\times۱۰^{۸}$

جواب: گزینه‌ی «۴» *باید درست به دامن!* رابطه‌ی انیشتین $(E = mc^{۲})$ بشویم. در این رابطه جرم برحسب کیلوگرم است بنابراین در ابتدا باید گرم را به کیلوگرم تبدیل کنیم (یعنی باید g حذف شود و kg ایجاد شود) پس کسر تبدیل مناسب برای آن $\frac{۱ \text{ kg}}{۱۰۰۰ \text{ g}}$ است.

(هر ۱ kg معادل ۱۰۰۰ g است.)

$$\Delta m = ۰/۰۰۲۴ \text{ g} \times \frac{۱ \text{ kg}}{۱۰۰۰ \text{ g}} = ۲/۴\times۱۰^{-۶} \text{ kg}$$

$$\Delta E = \Delta m.c^{۲} = ۲/۴\times۱۰^{-۶}\times(۳\times۱۰^{۸})^{۲} = ۲/۱۶\times۱۰^{۱۱} \text{ J}$$

حالا نوبت تبدیل ژول به کیلوژول است (یعنی باید J حذف شود و kJ ایجاد شود) پس کسر تبدیل مناسب برای آن $\frac{۱ \text{ kJ}}{۱۰۰۰ \text{ J}}$ است

(هر ۱ kJ معادل ۱۰۰۰ J است.)

$$۲/۱۶\times۱۰^{۱۱} \text{ J} \times \frac{۱ \text{ kg}}{۱۰۰۰ \text{ J}} = ۲/۱۶\times۱۰^{۸} \text{ kJ}$$

و اما قسمت دوم سؤال، برای ذوب‌شدن یک گرم آهن، ۲۴۷ ژول انرژی لازم است، پس ما باید واحد J را به g تبدیل کنیم (هر ۲۴۷ J معادل ۱ g است)، پس باید $۲/۱۶\times۱۰^{۱۱}$ J را در کسر تبدیل $\frac{۱ \text{ g آهن}}{۲۴۷ \text{ J}}$ ضرب کنیم تا واحد J حذف و g ایجاد شود.

$$۲/۱۶\times۱۰^{۱۱} \text{ J} \times \frac{۱ \text{ g آهن}}{۲۴۷ \text{ J}} = ۸/۷۴۵\times۱۰^{۸} \text{ g آهن}$$

بچه‌ها مراقب باشین! کتاب درسی، مسائل را با همین روش یعنی استفاده از کسر تبدیل حل می‌کند پس بر شما *واجب!* است که این روش را به‌خوبی یاد بگیرید و در امتحان‌های مدرسه یا هماهنگ کشوری از همین روش استفاده کنید، در غیر این صورت، متأسفانه نمره‌ی مربوط به آن را از دست می‌دهید!

البته از روش تناسب (*همون روشی که قدیم ندیما! تو ریاضی پنجم دبستان فوندینش!*) هم می‌شود این‌گونه سؤال‌ها را حل کرد. به همین دلیل ما *دوباره!* این تمرین را با روش تناسب برای شما حل می‌کنیم:

راه‌حل دوم (با استفاده از تناسب)

هر ۱۰۰۰ g معادل ۱ kg است. حالا باید ببینیم ۰/۰۰۲۴ g معادل چند کیلوگرم است، پس با یک تناسب ساده خواهیم داشت:

g		kg
۱۰۰۰	⟶	۱
۰/۰۰۲۴	⟶	x

با یک طرفین‌وسطین ساده ⟶ $x = \frac{۰/۰۰۲۴\times۱}{۱۰۰۰} = ۲/۴\times۱۰^{-۶} \text{ kg}$

$$\Delta E = \Delta m.c^{۲} = ۲/۴\times۱۰^{-۶}\times(۳\times۱۰^{۸})^{۲} = ۲/۱۶\times۱۰^{۱۱} \text{ J}$$

هر ۱۰۰۰ J معادل ۱ kJ است، بنابراین $۲/۱۶\times۱۰^{۱۱}$ J بر حسب kJ برابر است با:

J		kJ
۱۰۰۰	⟶	۱
$۲/۱۶\times۱۰^{۱۱}$	⟶	x

با یک طرفین‌وسطین ساده ⟶ $x=\frac{۲/۱۶\times۱۰^{۱۱}\times۱}{۱۰۰۰}=۲/۱۶\times۱۰^{۸}$ kJ

و در آفرا! با هر ۲۴۷ J انرژی می‌توان ۱ g آهن را ذوب کرد، بنابراین مقدار g آهن قابل ذوب‌شدن با $۲/۱۶\times۱۰^{۱۱}$ ژول انرژی برابر است با:

J		g
۲۴۷	⟶	۱
$۲/۱۶\times۱۰^{۱۱}$	⟶	x

با یک طرفین‌وسطین ساده ⟶ $x=\frac{۲/۱۶\times۱۰^{۱۱}\times۱}{۲۴۷}=۸/۷۴۵\times۱۰^{۸}$ g **آهن**

راستش خیلی از معلم‌ها، *از جمله خود ما!* وقتی داشتیم شیمی می‌خوندیم، چون تو کتاب درسی‌هامون مسئله‌ها رو با روش تناسب حل می‌کردن (و خبری از روش کسر تبدیل نبود) با این روش راحت‌تریم و هی! از خوبی این روش (*که خیلی سریعه!*) و بدی روش کسر تبدیل (*که خیلی وقت‌گیره!*) می‌گیم. *اما درست برعکسش!* بچه‌های نسل شما چون مجبورن مسئله‌ها رو به‌خاطر امتحان‌های مدرسه و امتحان نهایی فقط با روش کسر تبدیل حل کنن، با اون راحت‌ترن. خلاصه این‌که بچه‌ها میان حرف ماها رو گوش کنن و مسئله‌ها رو از روش تناسب حل کنن اما متأسفانه نه‌تنها روش تناسب رو خوب یاد نمی‌گیرن بلکه روش کسر تبدیل که توش تسلط بیش‌تری داشتن رو هم *فراموش می‌کنن! پس از ما به شما نصیحت! فعلاً تا می‌تونین تسلط و سرعت خودتون رو تو این روش بالا ببرین، بعدها برای کنکور اگر دوست داشتین می‌تونین از تناسب هم حل کنید. ما هم برای این‌که به هیچ‌یک از طرفداران دو آتیشه! این دو روش برنفورد! از این به بعد تا آن‌جا که امکان دارد مسائل را با هر دو روش حل خواهیم کرد تا همه از ما راضی باشند!*

روش اول: استفاده از کسر تبدیل

در رابطه‌ی انیشتین، جرم برحسب کیلوگرم است، بنابراین *اول از همه!* گرم را به کیلوگرم تبدیل می‌کنیم: $۱\,g\times\frac{۱\,kg}{۱۰۰۰\,g}=۱۰^{-۳}$ kg

با توجه به رابطه‌ی انیشتین، خواهیم داشت: $E=mc^{۲}=۱۰^{-۳}\times(۳\times۱۰^{۸})^{۲}=۹\times۱۰^{۱۳}$ J

و در آفرا! ژول را به کیلوژول تبدیل می‌کنیم: $۹\times۱۰^{۱۳}\,J\times\frac{۱\,kJ}{۱۰۰۰\,J}=۹\times۱۰^{۱۰}$ J

روش دوم: استفاده از تناسب

هر ۱۰۰۰ گرم معادل یک کیلوگرم است. بنابراین با یک تناسب ساده خواهیم داشت:

g		kg
۱۰۰۰	⟶	۱
۱	⟶	x

$\Rightarrow x=\frac{۱\times۱}{۱۰۰۰}=۱۰^{-۳}$ kg

$\Delta E=\Delta mc^{۲}=۱۰^{-۳}\times(۳\times۱۰^{۸})^{۲}=۹\times۱۰^{۱۳}$ J

هر ۱۰۰۰ J معادل ۱ kJ است؛ بنابراین ۹×۱۰^{۱۳} J بر حسب kJ برابر است با:

J		kJ
۱۰۰۰	⟶	۱
۹×۱۰^{۱۳}	⟶	x

$\Rightarrow x=\frac{۹\times۱۰^{۱۳}\times۱}{۱۰۰۰}=۹\times۱۰^{۱۰}$ kJ

۱۱- گزینه ۳ ابتدا انرژی آزادشده را برحسب ژول به دست می‌آوریم:

$\Delta E=\Delta mc^{۲}=۱/۶۷\times۱۰^{-۲۷}\times(۳\times۱۰^{۸})^{۲}\simeq۱۵\times۱۰^{-۱۱}=۱/۵\times۱۰^{-۱۰}$ J

حالا به راحتی ژول را به کیلوژول تبدیل می‌کنیم: $۱/۵\times۱۰^{-۱۰}\,J\times\frac{۱\,kJ}{۱۰۰۰\,J}=۱۵\times۱۰^{-۱۳}$ kJ

J		kJ
۱۰۰۰	⟶	۱
$۱/۵\times۱۰^{-۱۰}$	⟶	x

به‌جوردیگه استفاده از تناسب $\Rightarrow x=\frac{۱\times۱/۵\times۱۰^{-۱۰}}{۱۰۰۰}=۱/۵\times۱۰^{-۱۳}\,kJ$

۱۲- گزینه ۴ لطفاً *نیم‌نگاهی!* به تمرین کادر «۶» بیندازید.

تمرین **در یک واکنش هسته‌ای ۰/۰۰۴ گرم ماده به انرژی تبدیل می‌شود. با این مقدار انرژی چه تعداد لامپ LED را می‌توان به مدت یک شبانه‌روز روشن کرد؟ (یک لامپ LED برای روشن‌ماندن در یک شبانه‌روز به ۷/۲ میلیون ژول انرژی نیاز دارد.)**

۱) ۵ میلیون ۲) ۵۰ میلیون ۳) ۵۰ هزار ۴) ۵۰۰ هزار

۱۳- گزینه ۴ با توجه به این‌که هر سال، ۳۶۵ روز در نظر گرفته شده است، در یک سال، خورشید ۳۶۵×۱۰^{۲۲} ژول انرژی به سوی زمین گسیل می‌دارد. با توجه به رابطه‌ی انیشتین خواهیم داشت:

$E=\Delta mc^۲ \Rightarrow ۳۶۵\times۱۰^{۲۲}=\Delta m\times(۳\times۱۰^۸)^۲ \Rightarrow m=\frac{۳۶۵\times۱۰^{۲۲}}{۹\times۱۰^{۱۶}}\simeq ۴۰\times۱۰^۶\,kg$ **(۴۰ میلیون کیلوگرم)**

با توجه به این‌که هر ۱۰۰۰ کیلوگرم معادل ۱ تن است خواهیم داشت: $۴۰\times۱۰^۶\,kg\times\frac{\text{تن }۱}{۱۰۰۰\,kg}=۴۰\times۱۰^۳$ **تن (چهل هزار تن)**

۱۴- گزینه ۲ ابتدا باید انرژی لازم برای تبخیر همه‌ی آب دریاچه‌ی چیتگر را *بسابیم!*

در قدم اول، حجم آب دریاچه را از متر مکعب ($m^۳$) به لیتر تبدیل می‌کنیم: **حجم آب دریاچه** $: ۷\times۱۰^۶\,m^۳\times\frac{۱۰۰۰\,L}{۱\,m^۳}=۷\times۱۰^۹\,L$

با توجه به این‌که چگالی آب $۱\,kg.L^{-۱}$ است، می‌توان گفت هر لیتر آب معادل یک کیلوگرم (۱۰۰۰ g) آب است، پس جرم کل آب دریاچه برابر با ۷×۱۰^۹ کیلوگرم (۷×۱۰^{۱۲} g) می‌باشد.

از طرفی سؤال گفته برای تبخیر هر گرم آب، ۲۲۶۰ ژول انرژی نیاز است، بنابراین خواهیم داشت:

انرژی لازم برای تبخیر آب دریاچه‌ی چیتگر $: ۷\times۱۰^{۱۲}\,g_{\text{آب}}\times\frac{۲۲۶۰\,J}{۱\,g_{\text{آب}}}=۱/۵۸۲\times۱۰^{۱۶}\,J$

حالا به کمک رابطه‌ی انیشتین حساب می‌کنیم که این مقدار انرژی معادل با چند گرم ماده است:

$E=mc^۲ \Rightarrow ۱/۵۸۲\times۱۰^{۱۶}=m\times(۳\times۱۰^۸)^۲ \Rightarrow m=\frac{۱/۵۸۲\times۱۰^{۱۶}}{۹\times۱۰^{۱۶}}\simeq ۰/۱۷۶\,kg$

$۰/۱۷۶\,kg\times\frac{۱۰۰۰\,g}{۱\,kg}=۱۷۶\,g$

تمرین **با انرژی آزادشده در یک واکنش هسته‌ای، می‌توان ۸۰ میلیون کیلوگرم آب را در دمای جوش خود تبخیر کرد. در این واکنش هسته‌ای، به تقریب چند گرم ماده به انرژی تبدیل شده است؟ (فرض کنید برای تبدیل هر گرم آب ۱۰۰°C به بخار آب ۱۰۰°C، ۲۲۶۰ ژول انرژی لازم است.)**

۱) ۰/۱ ۲) ۰/۲ ۳) ۱ ۴) ۲

۱۵- گزینه ۳

عدد اتمی و عدد جرمی

۱ تعداد پروتون‌های هسته‌ی اتم هر عنصر را، عدد اتمی آن می‌گویند. از آن‌جا که اتم، ذره‌ای خنثی است، پس *همگان قبول دارند!* که تعداد پروتون‌های یک اتم باید با تعداد الکترون‌های آن برابر باشد. در نتیجه عدد اتمی، تعداد الکترون‌ها در اتم را هم تعیین می‌کند.

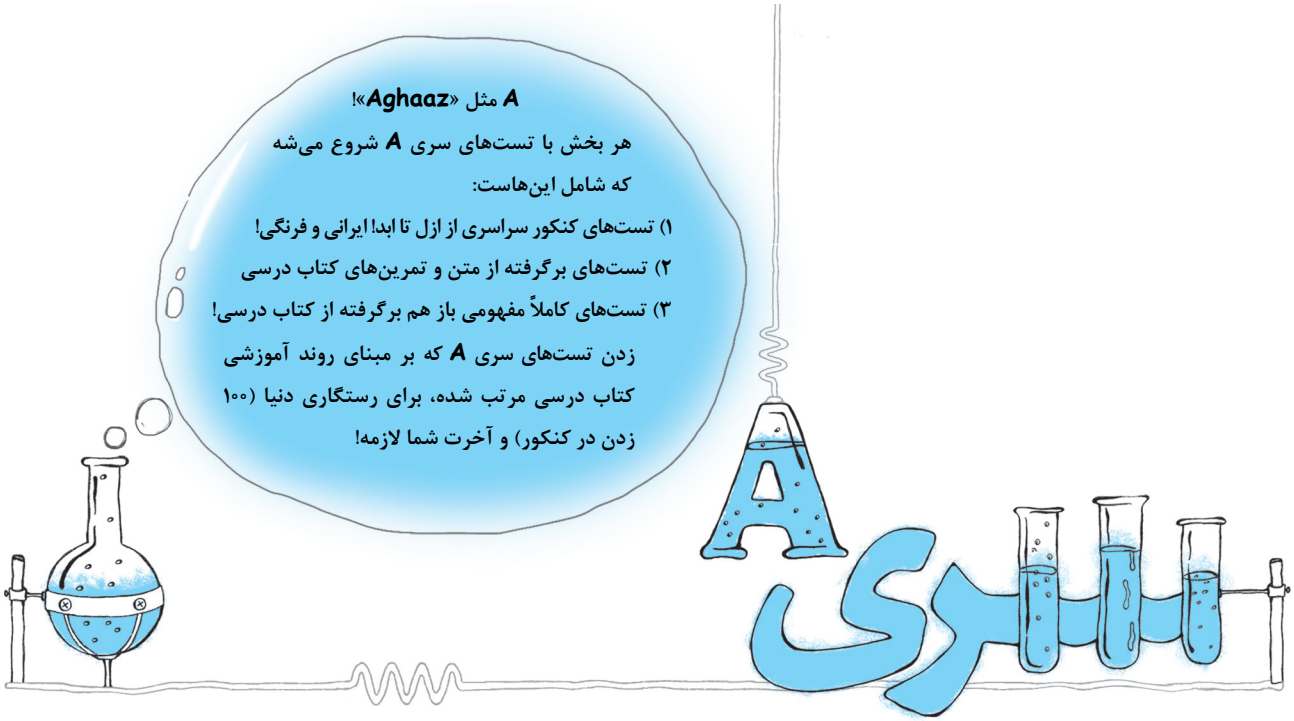
عدد اتمی (Z) ⟵ **مشخص‌شدن تعداد پروتون‌ها** ⟵ **مشخص‌شدن تعداد الکترون‌ها**

توجه عدد اتمی همه‌ی اتم‌های یک عنصر ثابت است. در نتیجه با کمک عدد اتمی، می‌توان نوع عنصر را تعیین کرد. به طور مثال عدد اتمی ۶ *فقط‌وفقط!* مختص کربن (C) است *و لاغیر!*

۲ به مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های یک اتم، عدد جرمی گفته می‌شود و آن را با نماد A نشان می‌دهند.

$A = Z + N$

A: عدد جرمی — Z: عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها) — N: تعداد نوترون‌ها



آشنایی اولیه با لایه‌های هواکره

(صفحه ۴۵ تا ۴۸ کتاب درسی)

سلام! با دو سؤال تفریحی! از مقدمه‌ی این بخش شروع می‌کنیم.

۱- چه تعداد از مطالب زیر درست‌اند؟

آ) در میان سیاره‌های سامانه‌ی خورشیدی، تنها زمین، اتمسفری دارد که امکان زندگی را روی آن فراهم می‌کند.

ب) اتمسفر مخلوطی از گازهای گوناگون است که تا فاصله‌ی ۱۰۰ کیلومتری از سطح زمین امتداد یافته است.

پ) هواکره‌ی پیرامون زمین، در فضا به رنگ فیروزه‌ای دیده می‌شود.

ت) میان گازهای هوا، واکنش‌های شیمیایی گوناگونی رخ می‌دهد که همه‌ی آن‌ها برای ساکنان زمین سودمند است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲- چه تعداد از مطالب زیر نادرست‌اند؟

آ) اتمسفر زمین، همان هواکره است که اغلب هوا نامیده می‌شود.

ب) جاذبه‌ی زمین، گازهای هواکره را پیرامون خود نگه می‌دارد و مانع از خروج آن‌ها از اتمسفر می‌شود.

پ) همه‌ی گازها نامرئی هستند به طوری که ما آن‌ها را نمی‌توانیم ببینیم.

ت) انرژی گرمایی مولکول‌های هواکره سبب می‌شود تا پیوسته آن‌ها در حال جنبش باشند و در سرتاسر هواکره توزیع شوند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۳- چند مورد از عبارت‌های زیر درست‌اند؟

آ) روند تغییر دما در هواکره را می‌توان دلیلی بر لایه‌ای بودن آن دانست.

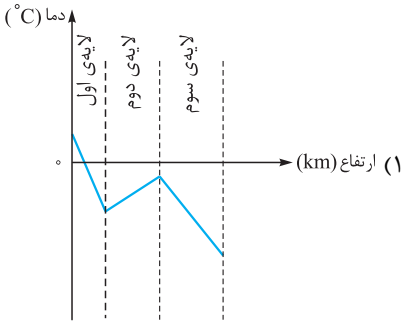
ب) آب‌وهوا نتیجه‌ی برهم‌کنش میان زمین، هواکره، آب و خورشید است.

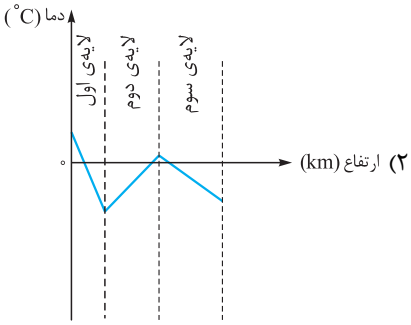
پ) با دورشدن از سطح زمین، دمای هواکره به طور منظم کاهش می‌یابد.

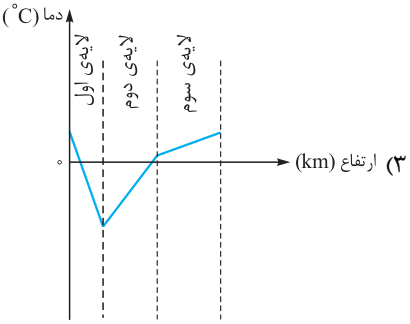
ت) تغییرات آب‌وهوایی تا فاصله‌ی ۱۲ – ۱۰ کیلومتری از سطح زمین اتفاق می‌افتد.

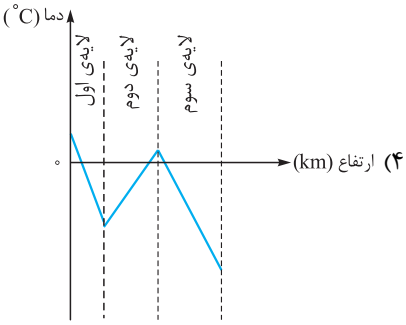
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۴- کدام نمودار، تغییرات دما برحسب ارتفاع را در سه لایه‌ی نخست هواکره، به درستی نشان می‌دهد؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۵- چند مورد از مطالب زیر، نادرست‌اند؟

آ) فشار هر گاز، ناشی از برخورد مولکول‌های آن با دیواره‌ی ظرف است.

ب) هواکره به دلیل داشتن گازهای گوناگون، فشار دارد.

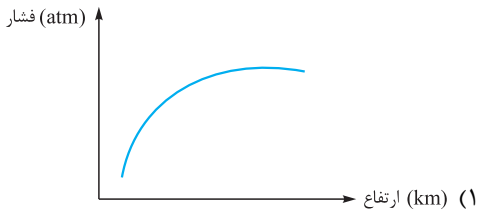
پ) تغییرات آب‌وهوایی در لایه‌ی تروپوسفر رخ می‌دهد.

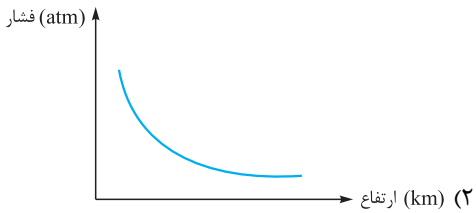
ت) فشار هواکره تنها از جهت بالا بر بدن ما وارد می‌شود.

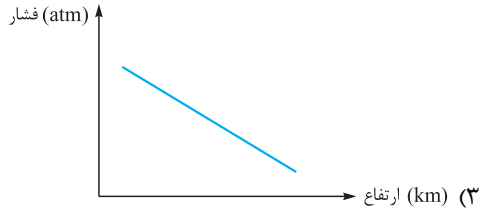
ث) دما و فشار هواکره، از جمله عوامل مهم در تعیین ویژگی‌های آن است.

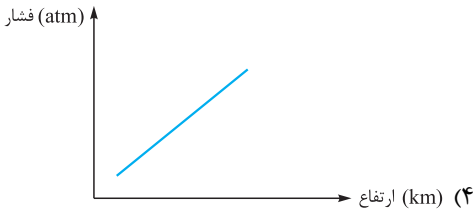
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۶- نمودار تغییرات فشار هوا برحسب ارتفاع از سطح زمین، کدام است؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

حالا وقتشه چند سؤال ترکیبی از تغییرات دما و فشار رو جواب بدین!

۷- در نمودار تغییر دما و فشار برحسب افزایش ارتفاع، تغییر فشار برحسب ارتفاع ..... و تغییر دما برحسب ارتفاع ..... است.

۱) نامنظم ـ نزولی ۲) نزولی ـ نامنظم

۳) صعودی ـ نامنظم ۴) نامنظم ـ صعودی

(سراسری فنی و حرفه‌ای ۸۷)

۸- با حرکت از سطح زمین تا ارتفاع ۱۰۰ کیلومتری کدام مورد به طور پیوسته کاهش نمی‌یابد؟ *(سراسری فنی و حرفه‌ای ۹۳)*

۱) دما
۲) فشار هوا
۳) جرم نمونه‌ی یک لیتری هوا (g)
۴) تعداد کل ذره‌ها در نمونه‌ی یک لیتری هوا

۹- چه تعداد از مطالب زیر، نادرست‌اند؟

آ) بالون‌های هواشناسی با دورشدن از سطح زمین، فشار کم‌تری را از طرف هواکره احساس می‌کنند.

ب) روند کلی تغییرات فشار در لایه‌ی تروپوسفر، برحسب ارتفاع، مشابه روند کلی تغییرات دما در این لایه است.

پ) میزان تغییرات فشار در هواکره برحسب ارتفاع، در ارتفاعات پایین‌تر، کم‌تر از ارتفاعات بالاتر است.

ت) روند کلی تغییرات فشار در دومین لایه‌ی هواکره برحسب ارتفاع، برخلاف روند کلی تغییرات دما در این لایه است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۰- چند مورد از عبارت‌های زیر، درست‌اند؟

آ) گازهای N_2 و O_2 در همه‌ی لایه‌های هواکره حضور دارند.

ب) با افزایش ارتفاع از سطح زمین، احتمال حضور مولکول‌های H_2O کم‌تر می‌شود.

پ) در لایه‌های بالایی هواکره افزون بر اتم و مولکول، یون‌های مثبت و منفی هم وجود دارد.

ت) یون‌های H^+ و He^+ از ارتفاع حدوداً بالای ۱۰۰ کیلومتر از سطح زمین وجود دارند.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۱- احتمال حضور چه تعداد از ذره‌های زیر، در آخرین لایه‌ی هواکره وجود ندارد؟

N_2 CO_2 O_2^+ O
H_2O O_2 N_2^+ O^+

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۲- کدام مطلب درباره‌ی توزیع ذره‌های سازنده‌ی هواکره نادرست است؟

۱) در لایه‌ی چهارم هواکره، مولکول‌های دواتمی هم وجود دارد.

۲) احتمال حضور مولکول‌های H_2O در اولین لایه‌ی هواکره نسبت به بقیه‌ی لایه‌ها بیشتر است.

۳) در سه لایه‌ی اول هواکره، مولکول‌های CO_2 و O_3 نیز وجود دارند.

۴) در لایه‌ی چهارم هواکره به‌جز اتم و مولکول، تنها یون‌های تک‌اتمی وجود دارد.

حالا با یک سؤال ساده، شما را با آقای کلوین آشنا می‌کنیم!

۱۳- دمای گازی برابر با $30^\circ C$ است. اگر دمای این گاز را ۵۰ کلوین افزایش دهیم، دمای آن به چند کلوین می‌رسد؟

۱) ۸۰ ۲) ۳۲۳ ۳) ۳۵۳ ۴) ۶۲۶

۱۴- اگر میانگین دما در سطح زمین حدود $11^\circ C$ باشد و در انتهای لایه‌ی تروپوسفر دما به حدود ۲۱۸ کلوین برسد، ارتفاع تقریبی لایه‌ی تروپوسفر کدام است؟ *(پیوند با ریاضی صفحه‌ی ۴۸ کتاب درسی)*

۱) ۱۰ ۲) ۱۱ ۳) ۱۲ ۴) ۱۳

۱۵- اگر دما در منطقه‌ای در سطح زمین، $25^\circ C$ در نظر گرفته شود، در چه ارتفاعی از سطح زمین برحسب متر، دما به ۱٪ دمای سطح زمین می‌رسد؟

۱) ۳۵۳۵ ۲) ۲۵۲۵ ۳) ۴۱۲۵ ۴) ۵۲۲۵

۱۶- دمای یک بالون تحقیقاتی در منطقه‌ای در سطح زمین $22^\circ C$ است. با صعود این بالون تا ارتفاع ۲۲۰۰ متری، دمای آن چند درصد کاهش می‌یابد؟

۱) ۱۰ ۲) ۲۲ ۳) ۳۸ ۴) ۶۰

۱۷- فسفر تری‌برمید (PBr_3) در فشار ۱atm و دمای $25^\circ C$ مایعی بی‌رنگ است. این مایع در فشار ۱atm در چه ارتفاعی از سطح زمین برحسب کیلومتر، منجمد می‌شود؟ (نقطه‌ی انجماد PBr_3، ۲۳۳ K است و فشار را ثابت در نظر بگیرید.)

۱) ۹/۲۸ ۲) ۵/۲۵ ۳) ۱۰/۸۳ ۴) ۷/۸۲

۳- گزینه ۳

روند تغییر دما در هواکره ۲

یکی از دلایلی که هواکره را به چهار لایه تقسیم می‌کنند، روند متفاوت تغییر دما در این لایه‌ها است. با توجه به آن‌چه در کتاب درسی شما وجود دارد، ما فقط می‌توانیم در مورد تغییرات دمایی سه لایه‌ی اول صحبت کنیم و *بس!*

۱- لایه‌ی اول (تروپوسفر)

بررسی‌ها نشان داده که در این لایه، به طور کلی با افزایش ارتفاع و فاصله‌گرفتن از سطح زمین، دما کاهش می‌یابد. *طبق اخبار واصله!* در این لایه با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما در حدود $6\ ^\circ C$ کم می‌شود و از دمای $11\ ^\circ C$ در سطح زمین، به حدود $-55\ ^\circ C$ در انتهای این لایه می‌رسد.

۲- لایه‌ی دوم (استراتوسفر)

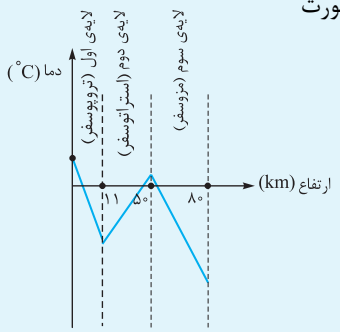
برخلاف انتظار! دما به طور کلی در لایه‌ی استراتوسفر افزایش یافته و از دمای $-55\ ^\circ C$ به $7\ ^\circ C$ می‌رسد. فقط در همین حد بدانید که افزایش دما در این لایه ناشی از جذب تابش‌های پرانرژی فرابنفش توسط مولکول‌های اوزون و تبدیل آن‌ها به پرتوهای فروسرخ است.

۳- لایه‌ی سوم[1]

در این لایه همانند لایه‌ی اول، با افزایش ارتفاع، دما به تدریج کاهش می‌یابد و دما از $7\ ^\circ C$ به $-87\ ^\circ C$ می‌رسد.

در لایه‌های اول و سوم	رابطه‌ی معکوس بین دما و ارتفاع	**به طور کلی با افزایش ارتفاع، دما کاهش می‌یابد.**
در لایه‌ی دوم	رابطه‌ی مستقیم بین دما و ارتفاع	**به طور کلی با افزایش ارتفاع، دما افزایش می‌یابد.**

نتیجه‌گیری نمودار کلی تغییرات دما ($^\circ C$) برحسب ارتفاع در این سه لایه را می‌توان به صورت روبه‌رو نشان داد.[2]



عبارت‌های «آ»، «ب» و «ت» درست‌اند. درستی آن‌ها را در کادرهای «۱» و «۲» پیدا می‌کنید و اما علت نادرستی مورد «پ»:

در کادر «۲» خواندیم که رابطه‌ی بین دما و ارتفاع در لایه‌های مختلف متفاوت بوده و روند منظمی ندارد. به طور مثال در لایه‌ی اول، با افزایش ارتفاع، دما کاهش می‌یابد ولی در لایه‌ی دوم با افزایش ارتفاع، دما نیز افزایش می‌یابد.

۴- گزینه ۴ همان‌طور که در کادر «۲» خواندیم، در لایه‌های اول و سوم یعنی تروپوسفر و مزوسفر، بین دما و ارتفاع رابطه‌ی عکس وجود دارد. یعنی شیب نمودار باید منفی باشد. پس تا همین‌جا گزینه‌ی (۳) *پرا*

دما در قسمت‌های انتهایی لایه‌ی دوم یعنی استراتوسفر، به $7\ ^\circ C$ می‌رسد. *خب پس* گزینه‌ی (۱) هم *پرا*

بریم سراغ گزینه‌های (۲) و (۴)، دما در انتهای لایه‌های اول و سوم به ترتیب $-55\ ^\circ C$ و $-87\ ^\circ C$ است، پس انتهای نمودار مربوط به لایه‌ی سوم باید پایین‌تر از انتهای نمودار مربوط به لایه‌ی اول باشد. پس گزینه‌ی (۲) هم *پرا* و جواب درست گزینه‌ی (۴) خواهد بود.

تمرین **با افزایش ارتفاع در سه لایه‌ی نخست هواکره، به طور میانگین دما به ترتیب در این لایه‌ها، ..... ، ..... و ..... می‌یابد.**

۱) کاهش، کاهش، کاهش ۲) افزایش، کاهش، کاهش ☑ ۳) کاهش، افزایش، کاهش ۴) افزایش، کاهش، افزایش

۱- مزوسفر

۲- *این نمودارها در واقعیت فیلی هم خطی نیستند!* ولی با تقریب می‌توان آن‌ها را به صورت خط در نظر گرفت!

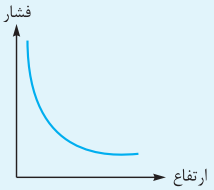
۵- گزینه ۱

تغییرات فشار در هواکره ۳

همان‌طور که می‌دانید، فشار هر گاز، ناشی از برخورد ذره‌های سازنده‌ی گاز بر دیواره‌های ظرف آن است.

توجه هواکره به دلیل داشتن گازهای گوناگون، فشار دارد و این فشار در همه‌ی جهت‌ها بر بدن ما و به میزان یکسان وارد می‌شود.

توجه هر چه تعداد ذره‌های سازنده‌ی گاز در فضای مشخص افزایش یابد، تعداد برخورد آن‌ها با دیواره‌ها بیشتر شده و فشار افزایش می‌یابد. یعنی فشار گاز با مقدار گاز در حجم مشخص یعنی *همون غلظت گازا* رابطه‌ی مستقیم دارد. *خب!* از آن‌جا که با افزایش ارتفاع در هواکره، غلظت گازها کم‌تر شده یا به عبارت دیگر هواکره رقیق‌تر می‌شود، فشار در هواکره با فاصله‌گرفتن از زمین، به تدریج، کاهش می‌یابد.



به طور مثال فشار هوا در لایه‌ی تروپوسفر از سطح زمین تا بالاترین قسمت آن از ۱ اتمسفر به ۰/۲ اتمسفر می‌رسد. در لایه‌ی دوم (استراتوسفر) فشار از ۰/۲ اتمسفر به $۲/۵\times۱۰^{-۳}$ اتمسفر می‌رسد و در لایه‌ی سوم باز هم فشار کاهش یافته و در نهایت به ۱×۱۰^{-۶} اتمسفر می‌رسد.

نکته! *اگه حسابی برین تو بحرا* نمودار بالا و نمودارهای صفحه‌ی ۴۷ کتاب درسی، کشف خواهید کرد که کاهش فشار در ارتفاع‌های پایین‌تر بیشتر است اما رفته‌رفته هر چه ارتفاع بیشتر می‌شود، این کاهش فشار کم‌تر شده است (قدرمطلق شیب منحنی کاهش یافته است).

نتیجه‌گیری با توجه به نمودار و توضیحات بالا می‌توان گفت که روند تغییر فشار برحسب ارتفاع، مشابه روند تغییر دما در سه لایه‌ی اول هواکره نیست.

رابطه‌ی فشار با ارتفاع در سه لایه‌ی اول	همواره معکوس ⟵	با افزایش ارتفاع، فشار کم می‌شود.
رابطه‌ی دما با ارتفاع در سه لایه‌ی اول	بسته به نوع لایه، معکوس یا مستقیم ⟵	با افزایش ارتفاع در لایه‌های اول و سوم دما کم می‌شود اما در لایه‌ی دوم زیاد می‌شود.

فقط عبارت «ت» نادرست است. در حاشیه‌ی صفحه‌ی ۴۷ کتاب درسی می‌خوانیم که فشار هوا در همه‌ی جهت‌ها و به میزان یکسان بر بدن ما وارد می‌شود.

۶- گزینه ۲ *دیگه توضیح نداره!*

۷- گزینه ۲ *اگه شک دارید!* سری به کادر «۳» بزنید.

۸- گزینه ۱ گفتیم که رابطه‌ی دما با ارتفاع در لایه‌های مختلف هواکره متفاوت است. به طور مثال با حرکت از سطح زمین تا ارتفاع ۱۱کیلومتری، دما کاهش می‌یابد، از ۱۱ تا ۵۰ کیلومتری، دمای هوا افزایش می‌یابد و ... !

۹- گزینه ۱ فقط عبارت «پ» نادرست است.

آ) گفتیم که با افزایش ارتفاع، فشار کاهش می‌یابد.

ب) در همه‌ی لایه‌ها، فشار با ارتفاع رابطه‌ی معکوس دارد. از طرفی در لایه‌ی تروپوسفر، تغییر دما همانند تغییر فشار با ارتفاع رابطه‌ی عکس دارد.

پ) *کاملاً برعکس!* میزان کاهش تغییرات فشار در هواکره برحسب ارتفاع، در ارتفاعات پایین‌تر، بیشتر از ارتفاعات بالاتر است.

ت) رابطه‌ی فشار با ارتفاع در همه‌ی لایه‌های هواکره معکوس است در حالی که در لایه‌ی استراتوسفر، دما و ارتفاع رابطه‌ی مستقیم دارند.

۱۰- گزینه ۳

نحوه‌ی توزیع گازهای موجود در هواکره ۴

اگر به شکل صفحه‌ی ۴۷ کتاب درسی در مورد اجزای سازنده‌ی لایه‌های هواکره با دقت نگاه کنید، به رازهای مهمی در مورد گازهای موجود در لایه‌های مختلف هواکره *پی خواهید بردا*

۱ سه لایه‌ی اول (یعنی تا حدود ارتفاع ۸۰ کیلومتری از سطح زمین) از گازهای نیتروژن ($N_۲$)، اکسیژن ($O_۲$) و کربن دی‌اکسید ($CO_۲$) تشکیل شده‌اند.[۱]

۱- البته آرگون (Ar) هم هست که در این شکل کتاب درسی جا افتاده است.

توجه هر چند لایه‌ی اوزون *معروف!* مربوط به لایه‌ی دوم (استراتوسفر) است اما جلوتر خواهیم خواند که گاز اوزون علاوه بر این لایه، در لایه‌ی اول (تروپوسفر) نیز وجود دارد.[1]

۲ اگر دقت کرده باشید، می‌بینید که H_2O (بخار آب) *فقط‌وفقط!* در لایه‌ی تروپوسفر وجود دارد و *بس!* این یکی از تفاوت‌های مهم لایه‌ی اول با بقیه‌ی لایه‌های هواکره است. به همین دلیل بسیاری از پدیده‌های جوی که با رطوبت سروکار دارند مانند ابر، باران، برف و ... در این لایه اتفاق می‌افتد.[2]

۳ در لایه‌ی چهارم علاوه بر گازهای N_2 و O_2، ما با اتم اکسیژن (O)[3] و یه سری یون‌های مثبت مانند N_2^+، O_2^+، O^+، He^+ و H^+ سروکار داریم. *حالا چرا؟*

پرتوهای پرانرژی خورشید، مولکول‌ها و اتم‌های موجود در این لایه را *بمباران کرده!* و باعث تبدیل این ذره‌ها به یون‌های مثبت (و البته الکترون‌ها) می‌شوند، به همین خاطر در این لایه، یون‌های مثبت حاصل از آن‌ها یعنی N_2^+، O_2^+، O^+، He^+ و H^+ نیز به مقدار کم‌تر وجود دارد.

۴ اگر نگاهی به اجزای سازنده‌ی گازی در لایه‌ی چهارم بیندازید! *به یک مورد مشکوک برمی‌خوریدا* در این نمودار، اغلب ذره‌ها بالا و پایین هم نوشته شده‌اند. *برادر و آگاه باشیدا* که در این لایه برخلاف سه لایه‌ی اول، اختلاط ذره‌های سازنده‌ی گازی به خوبی صورت نمی‌گیرد. توزیع و قرارگیری ذره‌های گازی در ارتفاع‌های مختلف برحسب جرم مولی آن‌هاست به طوری که ذره‌های سنگین در ارتفاعات پایین‌تر و ذره‌های سبک‌تر در ارتفاعات بالاتر قرار می‌گیرند.

عبارت‌های «آ»، «ب» و «ت» درست‌اند. درباره‌ی درستی آن‌ها در کادر «۴» صحبت کردیم و اما علت نادرستی مورد «پ»:

در لایه‌های بالایی هواکره یون‌های مثبت داریم *ولی فبری از یون‌های منفی نیست!*

۱۱- گزینه ۲ اگر نگاهی به نمودار صفحه‌ی ۴۷ کتاب درسی بیندازید، می‌بینید که در لایه‌های بالایی *هواکره فبری از* H_2O و CO_2 *نیست!*

۱۲- گزینه ۴ در لایه‌های بالایی هواکره یون‌های N_2^+ و O_2^+ نیز وجود دارند که تک‌اتمی نیستند. (O_2 و N_2 از دو اتم یکسان O و N تشکیل شده‌اند.)

گزینه‌ی (۱): N_2 و O_2 گازهای دواتمی هستند که در همه‌ی لایه‌های هواکره *حضور فعال!* دارند.

گزینه‌ی (۲): *کاملاً درسته!* H_2O *فقط‌وفقط!* در لایه‌ی تروپوسفر وجود دارد.

گزینه‌ی (۳): *کاملاً درسته!* درمورد O_3 دقت کنید که اگرچه بخش زیادی از آن (همون لایه‌ی اوزون) در لایه‌ی دوم (استراتوسفر) قرار دارد ولی این گاز در لایه‌های اول و سوم نیز یافت می‌شود.

۱۳- گزینه ۳

مقیاس دمایی کلوین

در *قدیم‌الایام!* (علوم سال‌های پیش) با مقیاس درجه‌ی سلسیوس یا همان درجه‌ی سلسیوس ($^\circ C$) برای اندازه‌گیری دما آشنا شدید. در این مقیاس دمایی، در فشار یک اتمسفر، آب خالص در دمای صفر درجه‌ی سلسیوس ($^\circ C$) شروع به یخزدن می‌کند و در دمای صد درجه‌ی سلسیوس ($100\,^\circ C$) به جوش می‌آید. حالا می‌خواهیم شما را با مقیاس دیگری از دما به نام کلوین آشنا کنیم.

این مقیاس به *احترام دانشمند مرحوم!* جناب آقای کلوین، به این نام معروف شده است. یکای کلوین را با نماد K نمایش می‌دهند.

در این مقیاس دمایی، نقطه‌ی انجماد و جوش آب در فشار یک اتمسفر به ترتیب برابر با ۲۷۳ K و ۳۷۳ K می‌باشد. دما برحسب کلوین را می‌توان به صورت مقابل به دست آورد:

دما برحسب کلوین (K) = دما برحسب درجه‌ی سلسیوس ($^\circ C$) + ۲۷۳

این‌طوری مثلاً $25\,^\circ C$ می‌شه $T = 25 + 273 = 298\ K$!

توجه دمای صفر کلوین که معادل $-273\,^\circ C$ است را صفر مطلق می‌نامند؛ زیرا رفتن به دمای پایین‌تر از آن *محاله!*

$$\theta = -273\,^\circ C \Leftarrow 0 = \theta + 273 \Leftarrow \text{دما برحسب کلوین (K)} = \text{دما برحسب درجه‌ی سلسیوس } (^\circ C) + 273$$

۱- *تازه!* اوزون در لایه‌ی سوم هم یافت می‌شود.

۲- البته خیلی به ندرت و در شرایط ویژه، در استراتوسفر هم ابر تشکیل می‌شود.

۳- در این لایه اتم هیدروژن (H) هم داریم.

تمرین دمای گازی برابر با $30^\circ C$ است. اگر دمای این گاز را ۵۰ کلوین افزایش دهیم، دمای آن به چند کلوین می‌رسد؟

۱) ۸۰ ۲) ۳۲۳ ۳) ۳۵۳ ۴) ۶۲۶

جواب: گزینه‌ی «۳» ابتدا دمای اولیه‌ی گاز را به کلوین تبدیل می‌کنیم:

$$\text{دما برحسب کلوین } (K) = \text{دما برحسب درجه‌ی سلسیوس } (^\circ C) + 273 \Rightarrow T_1(K) = 30 + 273 = 303$$

$$\Delta T = 50\ K \Rightarrow T_2 = T_1 + \Delta T = 303 + 50 = 353\ K$$

تذکر تغییر دما در مقیاس سلسیوس و کلوین با هم برابر است. *اگه یادتون باشه* برای بیان تغییرات یک کمیت از علامت Δ (دلتا) استفاده می‌شود.

$$\Delta = \text{مقدار اولیه} - \text{مقدار ثانویه}$$

اگر دما در مقیاس سلسیوس را با نماد θ و دما بر مقیاس کلوین را با T نشان دهیم، خواهیم داشت:

$$T_1(K) = \theta_1(^\circ C) + 273$$

$$T_2(K) = \theta_2(^\circ C) + 273$$

$$\Rightarrow \Delta T = T_2 - T_1 = [\theta_2(^\circ C) + 273] - [\theta_1(^\circ C) + 273] \Rightarrow \Delta T = \theta_2(^\circ C) + \cancel{273} - \theta_1(^\circ C) - \cancel{273} \Rightarrow \Delta T = \theta_2 - \theta_1 \Rightarrow \Delta T = \Delta\theta$$

۱۴- گزینه ۲ اول از همه باید ببینیم دمای ۲۱۸ کلوین معادل چند درجه‌ی سلسیوس است:

$$T = \theta + 273 \Rightarrow 218 = \theta + 273 \Rightarrow \theta = -55\ ^\circ C$$

پس دما از $11\ ^\circ C$ به $-55\ ^\circ C$ کاهش یافته، در نتیجه میزان این تغییرات برابر است با:

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 = -55 - 11 = -66\ ^\circ C$$

از آن‌جا که در لایه‌ی تروپوسفر به ازای هر کیلومتر افزایش ارتفاع، دما $6\ ^\circ C$ کم می‌شود، با کاهش به میزان $66\ ^\circ C$، به راحتی می‌توان فهمید که ارتفاع تروپوسفر *کل یوم!* ۱۱ کیلومتر است:

$$66\ \cancel{^\circ C} \times \frac{1\ km}{6\ \cancel{^\circ C}} = 11\ km$$

۱۵- گزینه ۳ می‌خواهیم دما از $25\ ^\circ C$ به $0/25\ ^\circ C$ ($\frac{1}{100} \times 25 = 0/25$) برسد. یعنی دما باید $24/75\ ^\circ C$ ($25 - 0/25 = 24/75$) کاهش یابد. از طرفی می‌دانیم که در لایه‌ی تروپوسفر به ازای هر کیلومتر (۱۰۰۰ متر) افزایش ارتفاع، دما حدود $6\ ^\circ C$ کم می‌شود، بنابراین خواهیم داشت:

$$24/75\ \cancel{^\circ C\ \text{کاهش دما}} \times \frac{1000\ m\ \text{افزایش ارتفاع}}{6\ \cancel{^\circ C\ \text{کاهش دما}}} = 4125\ m$$

۱۶- گزینه ۴ گفتیم که در لایه‌ی تروپوسفر با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر (۱۰۰۰ متر)، دما حدود $6\ ^\circ C$ کم می‌شود، پس ابتدا حساب می‌کنیم که وقتی بالون ۲۲۰۰ متر صعود کند، دما چند درجه کاهش می‌یابد:

$$\text{کاهش دما } ^\circ C = \frac{6\ ^\circ C\ \text{کاهش دما}}{1000\ m\ \text{افزایش ارتفاع}} \times 2200\ \cancel{m\ \text{افزایش ارتفاع}} = 13/2\ ^\circ C\ \text{کاهش دما}$$

حالا می‌توانیم درصد کاهش دما را *بیابیم!*

$$\text{درصد کاهش دما} = \frac{\text{میزان کاهش دما}}{\text{دمای اولیه}} \times 100 = \frac{13/2}{22} \times 100 = \%60$$

۱۷- گزینه ۳ ابتدا نقطه‌ی انجماد PBr_3 را برحسب درجه‌ی سلسیوس حساب می‌کنیم:

$$\text{دما برحسب کلوین } (K) = \text{دما برحسب درجه‌ی سلسیوس } (^\circ C) + 273 \Rightarrow 233 = \theta + 273 \Rightarrow \theta = -40\ ^\circ C$$

پس دما باید از $25\ ^\circ C$ به $-40\ ^\circ C$ برسد تا PBr_3 منجمد شود. یعنی دما باید $65\ ^\circ C$ کاهش یابد. *قبلا* ما می‌دانیم که در لایه‌ی تروپوسفر با افزایش ارتفاع به ازای هر کیلومتر، دما $6\ ^\circ C$ کاهش می‌یابد، بنابراین داریم:

$$65\ \cancel{^\circ C\ \text{کاهش دما}} \times \frac{1\ km\ \text{افزایش ارتفاع}}{6\ \cancel{^\circ C\ \text{کاهش دما}}} \simeq 10/83\ km\ \text{افزایش ارتفاع}$$

تمرین اگر قدرمطلق شیب نمودار تغییر دما برحسب ارتفاع در تروپوسفر $6\ ^\circ C/km$ در نظر گرفته شود، در چه ارتفاعی از سطح زمین برحسب متر، دمای هوا به تقریب به $240\ K$ می‌رسد؟ (دمای هوا در سطح زمین را $21\ ^\circ C$ در نظر بگیرید.)

۱) ۷۰۰۰ ۲) ۸۰۰۰ ۳) ۹۰۰۰ ۴) ۱۰۰۰۰

۱۸- گزینه ۴ همه‌ی عبارت‌های داده‌شده درست‌اند. بیایید عبارت‌ها را *یکی‌یکی!* بررسی کنیم:

می‌دانید که در لایه‌ی تروپوسفر، به ازای هر ۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع، دما $6\ ^\circ C$ کم می‌شود. حالا ما حساب می‌کنیم که به ازای ۱۶۷ متر افزایش ارتفاع، دما چند درجه‌ی سلسیوس کاهش می‌یابد:

افزایش ارتفاع (m)	کاهش دما ($^\circ C$)
۱۰۰۰	۶
۱۶۷	x

$$\Rightarrow x = \frac{167 \times 6}{1000} \simeq 1\ ^\circ C$$

۲۱۶- ۲۰۰ میلی‌لیتر از محلول $8/5\ mol.L^{-1}$ آمونیوم کلریدی که در یک دمای معین تهیه شده است را تا دمای $20^\circ C$ سرد می‌کنیم. به تقریب چند گرم آمونیوم کلرید از این محلول رسوب می‌کند؟ (انحلال پذیری آمونیوم کلرید $37\ g$ در $100\ g$ آب در دمای $20^\circ C$ است و چگالی محلول $1/5\ g/mL$ است). $(NH_4Cl = 53/5 : g.mol^{-1})$ *(المپیاد شیمی ۸۷ با تغییر)*

۱) ۱۳/۶ ۲) ۲۴/۶ ۳) ۳۷/۰۰ ۴) ۴۰

معادله‌ی انحلال‌پذیری
(صفحه‌ی ۱۱۱ کتاب درسی)

۲۱۷- معادله‌ی انحلال‌پذیریِ (S) (گرم حل‌شونده در ۱۰۰ گرم آب) یک نمک در آب برحسب دمای سلسیوس، $\theta(^\circ C)$، به صورت $S = 0/8\theta + 68$ است. کدام گزینه از راست به چپ در مورد نمودار انحلال‌پذیری این نمک در آب و درصد جرمی آن در محلول سیرشده در دمای $40^\circ C$ درست است؟ *(المپیاد شیمی ۸۲ با خیلی تغییرا)*

۱) صعودی، ۳۲ ۲) صعودی، ۵۰
۳) نزولی، ۳۲ ۴) نزولی، ۵۰

۲۱۸- اگر معادله‌ی انحلال‌پذیری دو ماده‌ی A و B در آب برحسب دما، به ترتیب به صورت $S = -0/15\theta + 36$ و $S = 0/3\theta + 27$ باشد، چند مورد از مطالب زیر درست‌اند؟

آ) اثر افزایش دما بر انحلال‌پذیری ماده‌ی B بیشتر از انحلال‌پذیری ماده‌ی A است.

ب) نمودار انحلال‌پذیری ماده‌ی A نزولی و نمودار انحلال‌پذیری ماده‌ی B صعودی است.

پ) در دمای $40^\circ C$، انحلال‌پذیری ماده‌ی A بیشتر از انحلال‌پذیری ماده‌ی B است.

ت) در دمایی بیشتر از $15^\circ C$، انحلال‌پذیری این دو ماده با هم برابر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۱۹- براساس داده‌های جدول مقابل که انحلال‌پذیری دو ماده را بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم آب، نشان می‌دهد، می‌توان پیش‌بینی کرد که انحلال‌پذیری سدیم نیترات و پتاسیم کلرید در دمای $70^\circ C$ به ترتیب برابر با ..... و ..... گرم در ۱۰۰ گرم آب است.

دما ($^\circ C$)	انحلال‌پذیری (S) $NaNO_3$	انحلال‌پذیری (S) KCl
۰	۷۲	۲۷
۱۰	۸۰	۳۰
۲۰	۸۸	۳۳
۳۰	۹۶	۳۶

۱) ۱۲۰ ـ ۴۵ ۲) ۱۲۰ ـ ۴۸ ۳) ۱۲۸ ـ ۴۵ ۴) ۱۲۸ ـ ۴۸

۲۲۰- اگر معادله‌ی انحلال‌پذیری لیتیم سولفات برحسب دما به صورت $S = -0/15\theta + 36$، باشد، در چه دمایی، در ۶۵ گرم محلول سیرشده‌ی لیتیم سولفات، ۱۵ گرم از این نمک وجود دارد؟

۱) ۲۸ ۲) ۳۴ ۳) ۴۰ ۴) ۴۶

۲۲۱- با توجه به معادله‌ی انحلال‌پذیری پتاسیم کلرید برحسب دما ($S = 0/3\theta + 27$)، کدام عبارت نادرست است؟

۱) اگر در دمای $30^\circ C$، ۳۵ گرم پتاسیم کلرید را در ۱۰۰ گرم آب حل کنیم، یک محلول سیرنشده به دست می‌آید.

۲) در ۲۶ گرم از محلول سیرشده‌ی پتاسیم کلرید در دمای $10^\circ C$، ۶ گرم از این ماده وجود دارد.

۳) اگر ۳۰/۲ گرم محلول سیرشده‌ی پتاسیم کلرید را از دمای $80^\circ C$ تا $50^\circ C$ سرد کنیم، ۱/۸ گرم رسوب حاصل می‌شود.

۴) محلول ۳۰ درصد جرمی پتاسیم کلرید در دمای $70^\circ C$، یک محلول سیرشده است.

۲۲۲- با توجه به جدول داده‌شده، چند مورد از مطالب زیر نادرست‌اند؟

ماده	معادله‌ی انحلال‌پذیری
$NaNO_3$	$S = 0/8\theta + 72$
KCl	$S = 0/3\theta + 27$
Li_2SO_4	$S = -0/15\theta + 36$

آ) در هر دمایی، انحلال‌پذیری سدیم نیترات از پتاسیم کلرید بیشتر است.

ب) اختلاف انحلال‌پذیری سدیم نیترات و پتاسیم کلرید در هر دمایی برابر با ۴۵ گرم است.

پ) در بازه‌ی دمایی $0^\circ C$ تا $100^\circ C$، نمی‌توان محلول ۵۰ درصد جرمی از پتاسیم کلرید تهیه کرد.

ت) جرم محلول سیرشده‌ی پتاسیم کلرید و لیتیم سولفات در دمای $20^\circ C$ با هم برابر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۲۳- معادله‌ی انحلال‌پذیری یک ماده‌ی جامد در آب را می‌توان به صورت $S = a\theta + b$ نشان داد. اگر انحلال‌پذیری این ماده در دو دمای $10^\circ C$ و $35^\circ C$ به ترتیب برابر با ۳۰ و ۵۰ گرم باشد، $b - a$ کدام است؟

۱) ۲۱/۰ ۲) ۲۱/۲ ۳) ۲۱/۴ ۴) ۲۱/۶

۲۲۴- انحلال‌پذیری سدیم نیترات در دمای $10\,^\circ C$ برابر با ۸۰ گرم است. اگر درصد جرمی محلول سیرشده‌ی این ماده در دمای $35\,^\circ C$ برابر با ۵۰٪ باشد، معادله‌ی انحلال‌پذیری سدیم نیترات برحسب دما کدام است؟

۱) $S = 0/8\theta + 75$ ۲) $S = 1/25\theta + 72$ ۳) $S = 0/8\theta + 72$ ۴) $S = 1/25\theta + 75$

۲۲۵- اگر انحلال‌پذیری سدیم نیترات در دماهای $10\,^\circ C$ و $20\,^\circ C$ به ترتیب برابر با ۸۰ و ۸۸ گرم باشد، در دمای $5\,^\circ C$ چند گرم سدیم نیترات را می‌توان در ۵۰ گرم آب حل کرد تا محلول سیرشده‌ای از آن به دست آید؟

۱) ۳۶ ۲) ۳۸ ۳) ۷۲ ۴) ۷۶

۲۲۶- با سردکردن ۵۰ گرم از محلول سیرشده‌ی ماده‌ای در آب از دمای $70\,^\circ C$ تا دمای $50\,^\circ C$، ۱۰ گرم رسوب به دست می‌آید. اگر معادله‌ی انحلال‌پذیری این ماده در آب به صورت $S = a\theta + b$ باشد، کدام رابطه درست است؟

۱) $3a + b = 100$ ۲) $50a - b = 100$ ۳) $30a - b = 100$ ۴) $50a + b = 100$

۲۲۷- نمودار انحلال‌پذیری برحسب دما برای یک ماده‌ی جامد به صورت یک خط راست است. اگر ۲۰۰ گرم محلول سیرشده‌ی این ماده را از دمای $20\,^\circ C$ تا $50\,^\circ C$ گرم کنیم، ۱۵ گرم رسوب حاصل می‌شود. شیب نمودار انحلال‌پذیری این ماده به تقریب کدام است؟ (انحلال‌پذیری این ماده در دمای $0\,^\circ C$ برابر با ۴۰ گرم است.)

۱) $-0/33$ ۲) $-0/25$ ۳) $0/25$ ۴) $0/33$

۲۲۸- معادله‌ی انحلال‌پذیری لیتیم سولفات برحسب دما به صورت $S = -0/15\,\theta + 36$ است. غلظت یون لیتیم در محلول سیرشده‌ی این ماده در دمای $20\,^\circ C$ برحسب ppm به تقریب کدام است؟ $(S = 32 , O = 16 , Li = 7 : g.mol^{-1})$

۱) ۲۴۰۰۰ ۲) ۳۰۰۰۰ ۳) ۳۶۰۰۰ ۴) ۴۲۰۰۰

۲۲۹- معادله‌ی نمودار انحلال‌پذیری آمونیوم کلرید برحسب دما به صورت $S = \frac{1}{3}\theta + 32$ است. اگر غلظت مولی محلول سیرشده‌ی آمونیوم کلرید در آب در دمای $32/4\,^\circ C$ برابر با $8\ mol.L^{-1}$ باشد، چگالی این محلول برحسب $g.mL^{-1}$ کدام است؟ $(Cl = 35/5 , N = 14 , H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۱/۲۵ ۲) ۱/۴۲۸ ۳) ۱/۷۵ ۴) ۲/۱۵

۲۳۰- انحلال‌پذیری یک ماده‌ی جامد با جرم مولی $45\ g.mol^{-1}$ در دماهای $30\,^\circ C$ و $36\,^\circ C$ به ترتیب برابر با ۵۰ گرم و ۵۲ گرم در ۱۰۰ گرم آب است. در دمای $60\,^\circ C$ محلول سیرشده‌ای از این ماده تهیه می‌کنیم. اگر چگالی این محلول برابر با $1/2\ g.mL^{-1}$ باشد، غلظت مولی محلول سیرشده در دمای $60\,^\circ C$ کدام است؟ (نمودار انحلال‌پذیری این ماده را خطی فرض کنید.)

۱) ۱۵ ۲) ۱۰ ۳) ۵ ۴) ۱

مسائل استوکیومتری محلول‌ها

در فصل دوم با مسائل استوکیومتری آشنا شدین و تو این فصل با چند نوع غلظت؛ حالا میشه این دوتا رو با هم mix کردا حل کردن این تست‌ها برای مهکم‌کاریه!

۲۳۱- با توجه به معادله‌ی موازنه‌نشده‌ی واکنش زیر، چند میلی‌لیتر محلول $3\ mol.L^{-1}$ سرب (II) نیترات، برای واکنش کامل با ۱۵۰ میلی‌لیتر محلول $0/18\ mol.L^{-1}$ پتاسیم یدید لازم است؟

$$Pb(NO_3)_2(aq) + KI(aq) \longrightarrow PbI_2(s) + KNO_3(aq)$$

۱) ۵۰ ۲) ۴۵ (سراسری ریاضی ۸۵)

۳) ۲۵ ۴) ۴۰

۲۳۲- اگر در واکنش کامل ۰/۰۴ مول کروم (III) هیدروکسید با محلول $0/03\ mol.L^{-1}$ سولفوریک اسید، a میلی‌لیتر و در واکنش کامل ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول $0/27\ mol.L^{-1}$ سدیم هیدروکسید، b میلی‌لیتر از همان اسید مصرف شود، ..... a ..... از b و مقدار b برابر با..... لیتر است. معادله‌ی موازنه‌نشده‌ی واکنش‌های انجام‌شده به صورت زیر است: (سراسری ریاضی خارج از کشور ۹۱)

$$Cr(OH)_3 + H_2SO_4 \longrightarrow Cr_2(SO_4)_3 + H_2O$$

$$NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2O$$

۱) کوچک‌تر ـ ۰/۹ ۲) بزرگ‌تر ـ ۱/۸

۳) بزرگ‌تر ـ ۰/۹ ۴) کوچک‌تر ـ ۱/۸

۲۳۳- براساس واکنش زیر، به چند میلی‌لیتر محلول $0/12\ mol.L^{-1}$ HCl برای واکنش کامل با $21\ mL$ از محلول $0/18\ mol.L^{-1}$ NaClO نیاز است؟ (معادله‌ی واکنش، موازنه نشده است.)

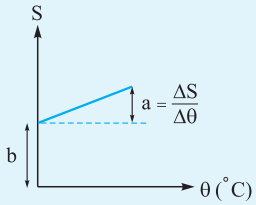
$$HCl(aq) + NaClO(aq) \longrightarrow NaCl(aq) + Cl_2(g) + H_2O(l)$$

۱) ۱۵/۷۵ ۲) ۳۱/۵ ۳) ۴۷/۲۵ ۴) ۶۳

۲۱۷- گزینه ۲

معادله‌ی انحلال‌پذیری برحسب دما

با توجه به شکل صفحه‌ی ۱۱۰ کتاب درسی، به نظر می‌رسد نمودار انحلال‌پذیری برخی مواد در آب به صورت یک خط راست با شیب ثابت است پس *فیلی شیک!* می‌توان انحلال‌پذیری آن‌ها را برحسب دما به کمک معادله‌ی خط راست نشان داد:



معادله‌ی کلی خط راست $y = ax + b$

معادله‌ی انحلال‌پذیری برحسب دما (انحلال‌پذیری) $S = a\theta + b$

توجه حرف S از واژه‌ی Solubility به معنی انحلال‌پذیری گرفته شده است.

دانستن نکته‌های زیر *بر شما واجب عقلی است!*

۱ در رابطه‌ی بالا، a شیب نمودار انحلال‌پذیری برحسب دما است که از رابطه‌ی مقابل به دست می‌آید: $a = \frac{\Delta S}{\Delta \theta} = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1}$

هرچه a یعنی شیب بیشتر باشد، اثر دما در انحلال‌پذیری ماده بیشتر است.

۲ b عرض از مبدأ نمودار یا همون *!* انحلال‌پذیری ماده در دمای $0\,^\circ C$ است.

۳ در درس *شیرین ریاضی!* خوانده‌اید که اگر دو نقطه از یک خط را داشته باشیم، می‌توان معادله‌ی خط آن را به صورت زیر به دست آورد:

نقطه‌ی اول : (θ_1 , S_1) **نقطه‌ی دوم** : (θ_2 , S_2)

$$y - y_1 = \underbrace{\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}}_{\text{شیب خط}}(x - x_1) \Rightarrow S - S_1 = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1}(\theta - \theta_1)$$

۴ با توجه به نمودار کتاب درسی، *برادید و آگاه باشید!* که نمودار انحلال‌پذیری سدیم نیترات ($NaNO_3$)، سدیم کلرید (NaCl) و پتاسیم کلرید (KCl) خطی و صعودی و نمودار انحلال‌پذیری لیتیم سولفات (Li_2SO_4) خطی و نزولی است. بنابراین شما با داشتن *فقط‌وفقط!* انحلال‌پذیری این مواد در دو دما، باید بتوانید معادله‌ی انحلال‌پذیری آن‌ها و در نتیجه انحلال‌پذیری آن‌ها در هر دمایی را *سه سوته!* به دست بیاورید.

تمرین ۱ : اگر معادله‌ی انحلال‌پذیری دو ماده‌ی A و B در آب برحسب دما، به ترتیب به صورت $S = -0/15\theta + 36$ و $S = 0/3\theta + 27$ باشد، چند مورد از مطالب زیر، درست‌اند؟

آ) اثر افزایش دما بر انحلال‌پذیری ماده‌ی B بیشتر از انحلال‌پذیری ماده‌ی A است.

ب) نمودار انحلال‌پذیری ماده‌ی A نزولی و نمودار انحلال‌پذیری ماده‌ی B صعودی است.

پ) در دمای $40\,^\circ C$، انحلال‌پذیری ماده‌ی A بیشتر از انحلال‌پذیری ماده‌ی B است.

ت) در دمایی بیشتر از $15\,^\circ C$، انحلال‌پذیری این دو ماده با هم برابر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

جواب: گزینه‌ی «۳» بیایید عبارت‌ها را *یکی‌یکی!* بررسی کنیم:

آ) شیب نمودار انحلال‌پذیری ماده‌ی (B) بیشتر از قدرمطلق شیب نمودار انحلال‌پذیری ماده‌ی A است، بنابراین افزایش دما، تأثیر بیشتری بر انحلال‌پذیری B دارد و این عبارت *درسته!*

ب) شیب نمودار انحلال‌پذیری ماده‌ی A منفی است یعنی نمودار آن نزولی بوده و با افزایش دما، انحلال‌پذیری آن، کاهش می‌یابد. از طرفی شیب نمودار انحلال‌پذیری ماده‌ی B مثبت است یعنی نمودار آن صعودی بوده و با افزایش دما، انحلال‌پذیری آن، افزایش می‌یابد. پس این عبارت هم *درسته!*

پ) در دمای $40\,^\circ C$ انحلال‌پذیری این دو ماده را به دست می‌آوریم:

$$\theta = 40\,^\circ C \begin{cases} \text{ماده‌ی A}: & S = -0/15(40) + 36 = 30 \\ \text{ماده‌ی B}: & S = 0/3(40) + 27 = 39 \end{cases} \Rightarrow \text{انحلال‌پذیری ماده‌ی B} > \text{انحلال‌پذیری ماده‌ی A}$$

پس! این عبارت *نادرسته!*

ت) انحلال‌پذیری (S) این دو ماده را با هم برابر قرار می‌دهیم، به این ترتیب خواهیم داشت:

$$S_A = S_B \Rightarrow -۰/۱۵\theta + ۳۶ = ۰/۳\theta + ۲۷ \Rightarrow ۰/۴۵\theta = ۹ \Rightarrow \theta = ۲۰^\circ C \Rightarrow \theta > ۱۵^\circ C$$

این عبارت هم درست بود و جواب می‌شه گزینه‌ی (۳).

تمرین۲ اگر انحلال‌پذیری سدیم نیترات در دماهای $۱۰^\circ C$ و $۲۰^\circ C$ به ترتیب برابر با ۸۰ و ۸۸ گرم باشد، در دمای $۵^\circ C$ چند گرم سدیم نیترات را می‌توان در ۵۰ گرم آب حل کرد تا محلول سیرشده‌ای از آن به دست آید؟

۱) ۳۶ ۲) ۳۸ ۳) ۷۲ ۴) ۷۶

جواب: گزینه‌ی «۲» با توجه به اطلاعات داده‌شده خواهیم داشت:

$$(۱۰, ۸۰), (۲۰, ۸۸)$$
$$\theta_۱ \ S_۱ \quad \theta_۲ \ S_۲$$

$$S - S_۱ = \frac{S_۲ - S_۱}{\theta_۲ - \theta_۱}(\theta - \theta_۱) \Rightarrow S - ۸۰ = \frac{۸۸ - ۸۰}{۲۰ - ۱۰}(\theta - ۱۰) \Rightarrow S - ۸۰ = \frac{۸}{۱۰}(\theta - ۱۰) \Rightarrow S = ۰/۸\theta + ۷۲$$

پس انحلال‌پذیری سدیم نیترات در دمای $۵^\circ C$ برابر است با: $S = ۰/۸(۵) + ۷۲ = ۷۶$

فب! تا این‌جا فهمیدیم در دمای $۵^\circ C$، ۷۶ گرم سدیم نیترات در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود و یک محلول سیرشده به دست می‌آید.

$$۵۰ \text{ g آب} \times \frac{۷۶ \text{ g } NaNO_۳}{۱۰۰ \text{ g آب}} = ۳۸ \text{ g } NaNO_۳$$

دروغ چرا؟ راستش تو حل این سوال اصلاً نمی‌خواست معادله‌ی خط را به دست بیاریم! همان‌طور که می‌دانید شیب خط راست مقدار ثابتی است، از دمای $۱۰^\circ C$ تا $۲۰^\circ C$ انحلال‌پذیری ۸ گرم افزایش یافته یعنی به ازای هر ۱ درجه افزایش دما، انحلال‌پذیری ۰/۸ گرم زیاد می‌شود (شیب $= ۰/۸+$) *فب!* حالا اگر دما را از $۱۰^\circ C$ به $۵^\circ C$ برسانیم به ازای $۵^\circ C$ کاهش دما، انحلال‌پذیری ($۵ \times ۰/۸ = ۴$) گرم کاهش می‌یابد و از ۸۰ به ۷۶ می‌رسد.

شیب نمودار انحلال‌پذیری این ماده مثبت است ($۰/۸+$) پس نمودار انحلال‌پذیری آن صعودی است. تا همین‌جا گزینه‌های (۳) و (۴) *پرا* اما به کمک معادله‌ی انحلال‌پذیری داده‌شده حساب می‌کنیم که در دمای $۴۰^\circ C$ چند گرم از این نمک در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود:

$$S = ۰/۸(۴۰) + ۶۸ = ۱۰۰$$

فب! تا این‌جا فهمیدیم که در دمای $۴۰^\circ C$، ۱۰۰ گرم از این نمک در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود. بنابراین درصد جرمی این نمک برابر است با:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده}}{\text{جرم محلول}} \times ۱۰۰ = \frac{۱۰۰}{۱۰۰ + ۱۰۰} \times ۱۰۰ = ٪۵۰$$

۲۱۸- گزینه۳ به تمرین ۱ کادر «۲۹» مراجعه کنید.

۲۱۹- گزینه۴ با توجه به جدول داده‌شده، از دمای $۲۰^\circ C$ تا $۳۰^\circ C$، انحلال‌پذیری $NaNO_۳$، ۸ گرم افزایش یافته یعنی به ازای هر ۱ درجه افزایش دما، انحلال‌پذیری ۰/۸ گرم زیاد می‌شود (شیب $= ۰/۸+$). *فب!* حالا اگر دما را از $۳۰^\circ C$ به $۷۰^\circ C$ برسانیم، به ازای $۴۰^\circ C$ افزایش دما، انحلال‌پذیری ($۴۰ \times ۰/۸ = ۳۲$) گرم افزایش می‌یابد و از ۹۶ به ۱۲۸ می‌رسد. تا همین‌جا گزینه‌های (۱) و (۲) *پرا*

بریم سراغ KCl! از دمای $۲۰^\circ C$ تا $۳۰^\circ C$ انحلال‌پذیری این نمک ۳ گرم افزایش یافته یعنی به ازای هر ۱ درجه افزایش دما، انحلال‌پذیری ۰/۳ گرم زیاد می‌شود (شیب $= ۰/۳+$). *فب!* حالا اگر دما را از $۳۰^\circ C$ به $۷۰^\circ C$ برسانیم، به ازای $۴۰^\circ C$ افزایش دما، انحلال‌پذیری ($۴۰ \times ۰/۳ = ۱۲$) گرم افزایش می‌یابد و از ۳۶ به ۴۸ گرم می‌رسد.

۲۲۰- گزینه۳ با توجه به اطلاعات سؤال می‌توان گفت که ۶۵ گرم محلول سیرشده‌ی لیتیم سولفات شامل ۱۵ گرم از این نمک و ۵۰ گرم ($۵۰ - ۱۵ = ۶۵$) آب است و ما حساب می‌کنیم که در ۱۰۰ گرم آب چند گرم از این نمک حل می‌شود:

گرم $Li_۲SO_۴$		گرم آب
۱۵	←	۵۰
x	←	۱۰۰

$$\Rightarrow x = \frac{۱۰۰ \times ۱۵}{۵۰} = ۳۰ \text{ g } Li_۲SO_۴$$

حالا به راحتی می‌توانیم دما را به دست بیاوریم: $S = -۰/۱۵\theta + ۳۶ \Rightarrow ۳۰ = -۰/۱۵\theta + ۳۶ \Rightarrow ۰/۱۵\theta = ۶ \Rightarrow \theta = ۴۰^\circ C$

۲۲۱- گزینه ۴ محلول ۳۰ درصد جرمی پتاسیم کلرید یعنی در هر ۱۰۰ گرم از این محلول، ۳۰ گرم پتاسیم کلرید وجود دارد. پس ۳۰ گرم KCl در ۷۰ گرم آب حل شده است و ما حساب می‌کنیم که در ۱۰۰ گرم آب چند گرم از این نمک حل می‌شود:

گرم KCl		گرم آب
۳۰	⟶	۷۰
x	⟶	۱۰۰

$$\Rightarrow x=\frac{۱۰۰\times ۳۰}{۷۰}\simeq ۴۳\ g\ KCl$$

از طرفی در دمای $۷۰\ ^\circ C$، انحلال‌پذیری KCl برابر است با: $S=۰/۳\theta+۲۷=۰/۳\times(۷۰)+۲۷=۴۸$

همان‌طور که دیدیم محلول ۳۰ درصد جرمی پتاسیم کلرید در دمای $۷۰\ ^\circ C$ سیرنشده است.

گزینه‌ی (۱): انحلال‌پذیری پتاسیم کلرید در دمای $۳۰\ ^\circ C$ برابر است با: $S=۰/۳\theta+۲۷=۰/۳(۳۰)+۲۷=۳۶$

بنابراین اگر در این دما، ۳۵ گرم KCl را در ۱۰۰ گرم آب حل کنیم، یک محلول سیرنشده خواهیم داشت.

گزینه‌ی (۲): انحلال‌پذیری KCl در دمای $۱۰\ ^\circ C$ برابر است با: $S=۰/۳\theta+۲۷=۰/۳(۱۰)+۲۷=۳۰$

پس در دمای $۱۰\ ^\circ C$، در ۱۳۰ گرم $(۱۳۰=۳۰+۱۰۰)$ از محلول سیرشده‌ی پتاسیم کلرید، ۳۰ گرم از این ماده وجود دارد و خواهیم داشت:

گرم KCl		گرم محلول
۳۰	⟶	۱۳۰
x	⟶	۲۶

$$\Rightarrow x=\frac{۲۶\times ۳۰}{۱۳۰}=۶\ g\ KCl$$

گزینه‌ی (۳): ابتدا انحلال‌پذیری KCl را در دماهای $۸۰\ ^\circ C$ و $۵۰\ ^\circ C$ به دست می‌آوریم:

$S=۰/۳\theta+۲۷=۰/۳(۸۰)+۲۷=۵۱$

$S=۰/۳\theta+۲۷=۰/۳(۵۰)+۲۷=۴۲$

با توجه به این‌که انحلال‌پذیری این ماده در دماهای $۸۰\ ^\circ C$ و $۵۰\ ^\circ C$ به ترتیب برابر ۵۱ و ۴۲ گرم در ۱۰۰ گرم آب است، جرم محلول سیرشده در این دو دما برابر است با:

$۸۰\ ^\circ C$: **جرم محلول سیرشده** $=۱۰۰+۵۱=۱۵۱$

$۵۰\ ^\circ C$: **جرم محلول سیرشده** $=۱۰۰+۴۲=۱۴۲$

رسوب ۹ g

فهم! کاملاً واضح است که اگر ۱۵۱ گرم محلول سیرشده‌ی KCl را از دمای $۸۰\ ^\circ C$ تا $۵۰\ ^\circ C$ سرد کنیم، ۹ گرم رسوب $(۹=۱۴۲-۱۵۱)$ به دست می‌آید. حالا به راحتی می‌توان حساب کرد که اگر ۳۰/۲ گرم از این محلول سیرشده در دمای $۸۰\ ^\circ C$ را تا $۵۰\ ^\circ C$ سرد کنیم، مقدار رسوب حاصل چه‌قدر است:

گرم رسوب		گرم محلول سیرشده
۹	⟶	۱۵۱
x	⟶	۳۰/۲

$$\Rightarrow x=\frac{۳۰/۲\times ۹}{۱۵۱}=۱/۸\ g$$ **رسوب**

۲۲۲- گزینه ۱ فقط عبارت «ب» نادرست است.

چون شیب هر دو نمودار مثبت است، نمودار انحلال‌پذیری هر دو صعودی می‌باشد *ولی اگه دقت کنین!* شیب و عرض از مبدأ نمودار انحلال‌پذیری $NaNO_۳$ از KCl بیشتر است. بنابراین هر چه دما بیشتر شود، نمودار انحلال‌پذیری این دو ماده از هم دورشده و تفاوت انحلال‌پذیری آن‌ها زیاد می‌شود. برای مثال انحلال‌پذیری هر دو ماده را در دماهای $۰\ ^\circ C$ و $۵۰\ ^\circ C$ به دست می‌آوریم:

$NaNO_۳$ ⟹ **در دمای** $۵۰\ ^\circ C$: $S=۰/۸(۵۰)+۷۲=۱۱۲$ — **در دمای** $۰\ ^\circ C$: $S=۰/۸\theta+۷۲=۰/۸(۰)+۷۲=۷۲$

KCl ⟹ **در دمای** $۵۰\ ^\circ C$: $S=۰/۳(۵۰)+۲۷=۴۲$ — **در دمای** $۰\ ^\circ C$: $S=۰/۳\theta+۲۷=۰/۳(۰)+۲۷=۲۷$

همان‌طور که می‌بینید تفاوت انحلال‌پذیری این دو ماده در دمای $۰\ ^\circ C$ برابر با ۴۵ گرم است ولی این تفاوت در دمای $۵۰\ ^\circ C$ به ۷۰ گرم می‌رسد.

بررسی سایر عبارت‌ها:

(آ): از آن‌جا که هم شیب و هم عرض از مبدأ در معادله‌ی انحلال‌پذیری سدیم نیترات بیشتر از پتاسیم کلرید است می‌توان گفت در هر دمایی، انحلال‌پذیری $NaNO_۳$ از KCl بیشتر می‌باشد.

(پ): انحلال‌پذیری پتاسیم کلرید در دماهای $۰\ ^\circ C$ و $۱۰۰\ ^\circ C$ برابر است:

در دمای $۰\ ^\circ C$: $S=۰/۳\theta+۲۷=۰/۳(۰)+۲۷=۲۷$

در دمای $۱۰۰\ ^\circ C$: $S=۰/۳\theta+۲۷=۰/۳(۱۰۰)+۲۷=۵۷$

پس انحلال‌پذیری KCl در دمای $0^\circ C$ تا $100^\circ C$ از ۲۷ گرم تا ۵۷ گرم در ۱۰۰ گرم آب تغییر می‌کند. از طرفی اگر بخواهیم درصد جرمی این نمک ٪۵۰ شود، باید در ۱۰۰ گرم آب، ۱۰۰ گرم از این نمک حل شود که درصد جرمی در این حالت *این‌طوری میشه*:

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم ماده‌ی حل‌شده}}{\text{جرم محلول}} \times 100 = \frac{100}{100+100} \times 100 = \%50$$

خب! ما قبلاً فهمیدیم که در دمای $0^\circ C$ تا $100^\circ C$ انحلال‌پذیری این نمک همیشه کم‌تر از ۱۰۰ گرم است، پس در این محدوده‌ی دما نمی‌توانیم محلول سیرشده‌ی این نمک با درصد جرمی ٪۵۰ تهیه کنیم.

(ت): بیایید حساب کنیم:

$$\text{در محلول KCl}: S = 0/3\theta + 27 = 0/3(20) + 27 = 33$$

$$\text{در محلول } Li_2SO_4: S = -0/15\theta + 36 = -0/15(20) + 36 = 33$$

انحلال‌پذیری هر دو نمک در دمای $20^\circ C$ برابر با ۳۳ گرم در ۱۰۰ گرم است. پس جرم محلول سیرشده‌ی پتاسیم کلرید و لیتیم سولفات در این دما با هم برابر (۱۳۳ گرم) می‌باشد.

۲۲۳- گزینه ۲ باید به کمک انحلال‌پذیری این ماده در دماهای داده‌شده، مقدار a و b را به دست بیاوریم:

$$\text{در دمای } 10^\circ C: S = a\theta + b \Rightarrow 30 = a(10) + b$$

$$\text{در دمای } 35^\circ C: S = a\theta + b \Rightarrow 50 = a(35) + b$$

خب! دو معادله و دو مجهول داریم و می‌توانیم به راحتی مقدار a و b را بیابیم!

$$\begin{cases} 10a + b = 30 \\ 35a + b = 50 \end{cases} \xrightarrow{\text{طرفین معادله‌ی اول را در یک منفی ضرب می‌کنیم}} \begin{cases} -10a - b = -30 \\ 35a + b = 50 \end{cases} \Rightarrow 25a = 20 \Rightarrow a = 0/8, b = 22$$

و در آخر محاسبه‌ی $b - a$:

$$b - a = 22 - 0/8 = 21/2$$

۲۲۴- گزینه ۳ می‌دانید که با داشتن دو نقطه از یک خط می‌توانیم معادله‌ی آن را به دست بیاوریم. نقطه‌ی اول که *تکلیفش معلومه!* (۸۰, ۱۰) و *اما!* نقطه‌ی دوم.

سؤال گفته در دمای $35^\circ C$، درصد جرمی محلول سیرشده‌ی این نمک برابر با ۵۰ درصد است. یعنی در ۱۰۰ گرم از محلول نمک سدیم نیترات، ۵۰ گرم $NaNO_3$ وجود دارد. یعنی ۵۰ گرم $NaNO_3$ در ۵۰ گرم آب حل شده و ما حساب می‌کنیم که در ۱۰۰ گرم آب، چند گرم از این نمک حل خواهد شد:

گرم نمک		گرم آب
۵۰	←	۵۰
x	←	۱۰۰

$$\Rightarrow x = \frac{100 \times 50}{50} = 100\,g \text{ نمک}$$

پس انحلال‌پذیری سدیم نیترات در دمای $35^\circ C$ برابر با ۱۰۰ گرم است و نقطه‌ی دوم هم *پیدا شد!* (۱۰۰, ۳۵). حالا می‌توانیم به راحتی معادله‌ی انحلال‌پذیری را بنویسیم:

$$S - S_1 = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1}(\theta - \theta_1) \Rightarrow S - 80 = \frac{100 - 80}{35 - 10}(\theta - 10) \Rightarrow S - 80 = 0/8(\theta - 10) \Rightarrow S = 0/8\theta + 72$$

۲۲۵- گزینه ۲ به تمرین ۲ کادر «۲۹» مراجعه کنید.

۲۲۶- گزینه ۳ ابتدا به کمک معادله‌ی انحلال‌پذیری، انحلال‌پذیری این ماده را در دمای $70^\circ C$ و $50^\circ C$ به دست می‌آوریم:

$$\text{در دمای } 70^\circ C: S = a\theta + b = a(70) + b = 70a + b$$

$$\text{در دمای } 50^\circ C: S = a\theta + b = a(50) + b = 50a + b$$

از آن‌جا که انحلال‌پذیری مواد در ۱۰۰ گرم آب تعریف می‌شود، جرم محلول سیرشده‌ی این نمک در این دو دما برابر است با:

$$\begin{matrix} 70^\circ C: \text{جرم محلول سیرشده} = 100 + 70a + b \\ 50^\circ C: \text{جرم محلول سیرشده} = 100 + 50a + b \end{matrix} \Big) \Rightarrow \text{رسوب } 100 + 70a + b - (100 + 50a + b) = 20a\,g$$

از طرفی خود سؤال گفته بر اثر سردکردن ۵۰ گرم از محلول سیرشده‌ی این نمک در آب از دمای $70^\circ C$ تا دمای $50^\circ C$، ۱۰ گرم رسوب به دست می‌آید. بنابراین داریم:

گرم محلول سیرشده		گرم رسوب
$100 + 70a + b$	←	$20a$
۵۰	←	۱۰

$$\Rightarrow (100 + 70a + b) \times \frac{1}{\cancel{50}} = 20a \times \frac{\cancel{5}}{\cancel{50}} \Rightarrow 100 + 70a + b = 100a \Rightarrow 30a - b = 100$$

۲۲۷- گزینه ۱ معادله‌ی انحلال‌پذیری این ماده را به صورت $S = a\theta + b$ در نظر می‌گیریم. از آن‌جا که طراح *فرموده!* انحلال‌پذیری در دمای $0\,^\circ C$ $(\theta = 0)$ برابر با $40\,g$ است بنابراین $b = 40$ خواهد بود.

$$S = a\theta + b \xrightarrow{\theta = 0} S = b = 40$$

ابتدا انحلال‌پذیری را در دماهای $20\,^\circ C$ و $50\,^\circ C$ به دست می‌آوریم:

$$S = a\theta + 40 \begin{cases} \xrightarrow{\theta = 20} S = 20a + 40 \\ \xrightarrow{\theta = 50} S = 50a + 40 \end{cases}$$

به این ترتیب جرم محلول سیرشده در این دو دما برابر است با:

$20\,^\circ C$ **جرم محلول سیرشده در**: $100 + 20a + 40 = 20a + 140$

$50\,^\circ C$ **جرم محلول سیرشده در**: $100 + 50a + 40 = 50a + 140$ ← **گرم رسوب** $-30a$

فب! کاملاً واضح است که اگر $(20a + 140)$ گرم محلول سیرشده‌ی این ماده را از $20\,^\circ C$ تا $50\,^\circ C$ گرم کنیم، $-30a$ گرم رسوب به دست می‌آید. از طرفی با توجه به اطلاعات سؤال می‌دانیم که با گرم‌کردن ۲۰۰ گرم محلول سیرشده، ۱۵ گرم رسوب حاصل شده است. با یه تناسب ساده خواهیم داشت:

گرم رسوب	گرم محلول سیرشده
۱۵	۲۰۰
$-30a$	$20a + 140$

$$\Rightarrow 200 \times (-30a) = 15(20a + 140) \Rightarrow -6000a = 300a + 2100 \Rightarrow a = -\frac{1}{3} = -0/33$$

تذکر می‌دانیم که در مورد موادی که نمودار انحلال‌پذیری آن‌ها نزولی است *(یعنی شیب منفی دارن!)*، با گرم‌کردن محلول، رسوب حاصل می‌شود.

۲۲۸- گزینه ۲ *اول از همه!* انحلال‌پذیری لیتیم سولفات (Li_2SO_4) را در دمای $20\,^\circ C$ به دست می‌آوریم:

$$S = -0/15\theta + 36 = -0/15(20) + 36 = 33\ g\ Li_2SO_4$$

حالا حساب می‌کنیم که در ۳۳ گرم از نمک Li_2SO_4، چند گرم یون لیتیم (Li^+) وجود دارد:

$$\text{جرم مولی } Li_2SO_4 = 2(7) + 32 + 4(16) = 110\ g$$

$$33\ g\ Li_2SO_4 \times \frac{1\ mol\ Li_2SO_4}{110\ g\ Li_2SO_4} \times \frac{2\ mol\ Li}{1\ mol\ Li_2SO_4} \times \frac{7\ g\ Li^+}{1\ mol\ Li} = 4/2\ g\ Li^+$$

به این ترتیب خواهیم داشت:

$$ppm = \frac{\text{جرم یون لیتیم (g)}}{\text{جرم محلول (g)}} \times 10^6 = \frac{4/2}{133} \times 10^6 \simeq 30000$$

۲۲۹- گزینه ۲ ابتدا انحلال‌پذیری آمونیوم کلرید را در دمای $32/4\,^\circ C$ حساب می‌کنیم:

$$S = \frac{1}{3}\theta + 32 = \frac{1}{3}(32/4) + 32 = 42/8$$

پس در دمای $32/4\,^\circ C$، $42/8$ گرم آمونیوم کلرید در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود و ما باید تعداد مول‌های آمونیوم کلرید را حساب کنیم:

$$42/8\ g\ NH_4Cl \times \frac{1\ mol\ NH_4Cl}{53/5\ g\ NH_4Cl} \simeq 0/8\ mol\ NH_4Cl$$

حالا به کمک غلظت مولی محلول، حجم آن را حساب می‌کنیم:

$$\text{غلظت مولی } (M) = \frac{\text{تعداد مول‌های ماده‌ی حل‌شده}}{\text{حجم محلول برحسب لیتر}} \Rightarrow 8 = \frac{0/8}{V} \Rightarrow V = 0/1\ L = 100\ mL$$

فب! گفتیم که $42/8$ گرم NH_4Cl در ۱۰۰ گرم آب حل می‌شود، پس جرم محلول سیرشده‌ی این نمک برابر با $142/8$ گرم $(100 + 42/8 = 142/8)$ بوده و داریم:

$$\text{چگالی } (g.mL^{-1}) = \frac{\text{جرم محلول (g)}}{\text{حجم محلول (mL)}} = \frac{142/8}{100} = 1/428\ g.mL^{-1}$$

۲۳۰- گزینه ۲ *اول از همه!* به کمک انحلال‌پذیری در دو دمای داده‌شده، معادله‌ی انحلال‌پذیری را به دست می‌آوریم:

$$(30,50),\ (36,52)$$

$$\theta_1\ S_1 \quad \theta_2\ S_2$$

$$S - S_1 = \frac{S_2 - S_1}{\theta_2 - \theta_1}(\theta - \theta_1) \Rightarrow S - 50 = \frac{52 - 50}{36 - 30}(\theta - 30) \Rightarrow S - 50 = \frac{1}{3}(\theta - 30) \Rightarrow S = \frac{1}{3}\theta + 40$$

پس انحلال‌پذیری ماده‌ی جامد و جرم محلول سیرشده‌ی آن در دمای $60\,^\circ C$ برابر است با:

$$S = \frac{1}{3}\theta + 40 = (\frac{1}{3} \times 60) + 40 = 60$$

$$\text{جرم محلول سیرشده} = 100 + 60 = 160\ g$$

با توجه به این‌که چگالی محلول داده‌شده و غلظت مولی را می‌خواهیم، می‌توانیم درصد جرمی محلول را محاسبه کرده و از فرمول *مشکل‌گشا!* استفاده کنیم.

$$\text{درصد جرمی} = \frac{\text{جرم حل‌شونده (g)}}{\text{جرم محلول (g)}} \times 100 = \frac{60}{160} \times 100 = \%37/5$$

$$\text{غلظت مولی} = \frac{10\,ad}{\text{جرم مولی}} = \frac{10 \times 37/5 \times 1/2}{45} = 10\ mol.L^{-1}$$