مقدمهٔ ناشر

۱ خیلی موقع‌ها احساس می‌کنم آدم‌ها در دوران بچگی‌شان خلاق‌تر هستند. نمی‌دانم چرا، شاید چون هنوز چارچوب فکری آدم خیلی شکل نگرفته! البته که برای همه این جور نیست و اصلاً اگر این جور هم باشد، یک راه حل دارد. راهش این است نگذاریم خلاقیت‌مان کم شود! برای این کار، راه‌های خیلی زیادی وجود دارد. یکی از این راه‌ها، مسئله حل‌کردن است، چرا که نمی‌گذارد مغزمان پیر شود!

چند وقت پیش، در کتابی به اسم اندازه‌گیری دنیا، اثر دانیل کلمان، این جمله زیبا را خواندم:

«کافی است بدون پیش‌داوری یا عادت‌های ذهنی به مسئله نگاه کنید تا جواب به راحتی خود را نشان بدهد.»

به نظر من که خیلی حرف درستی زده، ولی اگر شما قبول ندارید، مسئله زیر را حل کنید:

سوال: ۹ نقطهٔ روبه‌رو را با ۴ خط راست به هم وصل کنید، جوری که قلمتان از روی کاغذ برداشته نشود.[۱]

۲ طبق روال سال‌های گذشته حدود نصف سؤالات شیمی در کنکور به صورت مستقیم یا غیرمستقیم یک ربطی به مسئله دارد که اتفاقاً خیلی‌ها به خاطر زمان‌بر بودن این مسئله‌ها، قیدش را می‌زنند! در این کتاب ما سعی کردیم با طرح تست‌های متنوع، نوشتن درس‌نامه‌های مفهومی و آموزش روش‌های حل ساده و تکنیکی، خیال شما را از بابت این مسائل چه در کنکور و چه در هر جای دیگری راحت کنیم!

۳ نوشتن این کتاب اصلاً کار ساده‌ای نبود و برای تولید آن، آدم‌های زیادی زحمت کشیدند. اول از همه ممنون از دوست عزیزم، حسین ایروانی که در طراحی پروتکل و ارتقای کیفیت این کتاب نقش خیلی زیادی داشت. تبریک خیلی ویژه به عباس و فرشاد عزیز که با کمک هم درس‌نامه‌ها و تست‌های کتاب را به خوبی هرچه تمام (حتی تمام‌تر!) نوشتند. مسلماً چاپ چنین کتابی بدون پیگیری‌های دلسوزانهٔ خانم‌ها مهری و ملک‌پور به این زودی‌ها اتفاق نمی‌افتاد. انصافاً دمتون گرم! تولید این کتاب، ظرافت‌های زیادی داشت که واحد تولید و گرافیک به خوبی از پس آن برآمدند. از همهٔ این دوستان، نهایت تشکر و سپاس را دارم.

عادت‌های ذهنت را فراموش کن!

۱- جواب این سؤال را می‌توانید در صفحهٔ بعد ببینید.

تقدیم به همه اونایی‌که از محاسبه نمی‌ترسند...

مقدمهٔ مؤلفان

سلام به همهٔ دکترا و مهندسای آینده! همهٔ بچه‌هایی که قراره به کمک این کتاب، مسائل شیمی کنکورشون رو بترکونن!
کتاب حل مسائل شیمی، حاصل برقراری یه پیوند کووالانسی خیلی محکم و قوی بین تیم شیمی ماز و تیم شیمی خیلی‌سبزه که با زحمت و وسواس زیادی نوشته شده! درس‌نامه‌های این کتاب پر از راه‌ها و تکنیک‌هایی مهم و کنکوریه و خوندن این درس‌نامه‌ها رو به همهٔ شما توصیه می‌کنیم. برای تألیف تک‌تک تست‌های این کتاب کلی وقت صرف شده و از کلی ایدهٔ نو و ترکیبی توی این سؤالات استفاده کردیم. همون‌جور که می‌دونید، بخش زیادی از سؤالات شیمی کنکور به صورت ترکیبی طرح می‌شه و تست ترکیبی خوب هم چیزیه که تو هر کتابی پیدا نمی‌شه. توی قسمت پاسخ‌نامهٔ کتاب هم تک‌تک سؤالات رو با دقت بررسی کردیم و بهترین راه‌های ممکن برای حل هر سؤال رو براتون آوردیم.
نوبت میرسه به بخش تشکر و سپاس‌گزاری. تشکر می‌کنم از:

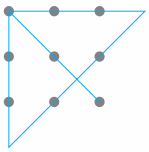
- دکتر سید آرمان موسوی‌زاده، دکتر کمیل نصری و مهندس ایمان سلیمان‌زاده که در تک‌تک مراحل تألیف این کتاب، حامی و پشتیبان من بودند.
- دکتر علی عابدی، دکتر علی ترابی و دکتر پارسا حیدری‌زاده که در طراحی و تألیف تست‌های این کتاب کمک زیادی کردند.
- زهرا خردمند، فرهنگ امیری، سعیده محبی، نازنین سداد، سید رضا رضوی، علی عابدی، حسین عمادی، علیرضا گندمی حسنارودی، دانیال مهرعلی، مبینا کیان‌مهر، سجاد سیف‌اللهی، امیرمهدی غلامی، راضیه یوسفی تلوکلایی، علی مجدی و سمیراسادات نجار که در ویرایش این کتاب کمک زیادی کردند.
- دکتر حسین ایروانی و آقای عباس سرمایه که در زمینهٔ نظارت محتوایی و تألیف درس‌نامه‌های این کتاب زحمات زیادی کشیدند.
- خانم ملیکا مهری، خانم هدی ملک‌پور و واحد تولید انتشارات خیلی‌سبز که برای تألیف این کتاب زحمات زیادی کشیدند.

راستی، یادتون نره که به سایت ماز هم سر بزنید، مصاحبهٔ ما با کلی رتبهٔ تک رقمی رو ببینید و از آزمون‌ها و کلاس‌های آنلاین ماز هم استفاده کنید.

سایت ماز: www.biomaze.ir
آیدی اینستاگرام و کانال تلگرام ماز: @biomaze
farshad__hf_

فرشاد هادیان‌فرد، مدیر دپارتمان شیمی ماز

جواب سؤال مقدمهٔ ناشر:
فقط کافی است از چارچوب فکری‌تان خارج شوید!



شاید یکی از قشنگ‌ترین خاطراتم تو خیلی‌سبز، شروع پروژهٔ مسائل شیمی باشه!

یه روز دکتر کمیل از دفترش اومد بیرون و به من اشاره کرد بیا! «یادته یه طرح واسه کتاب مسائل شیمی داده بودی؟ بسم‌الله» یادمه از زمانی که تو کلاس‌های المپیاد شیمی به بچه‌ها شیمی تجزیه درس می‌دادم، دوست داشتم که بتونم این روش‌ها رو واسه کنکوریا هم بنویسم؛ واسه همین نوشتن درس‌نامهٔ این کتاب همیشه یکی از آرزوهام بود که حالا می‌تونم تیکِ این آرزوم رو بزنم!

و اما مسائل شیمی. حتماً می‌دونین که حدود نصف (و گاهی بیشتر از نصف) تست‌های کنکور شیمی رو مسئله تشکیل می‌ده. طی تجربه‌هایی که تو این سال‌ها داشتم دیدم که مشکل اکثر بچه‌ها تو تست‌های مسئله ۲ تا چیزه.

۱ **بعضی‌ها روش حل مناسبی برای حل‌کردن مسئله‌ها استفاده نمی‌کنن.**

۲ **حالا از هر راهی هم مسئله رو حل کنن، آخرش تو محاسبات (ضرب و تقسیم و اینا) گیر می‌کنن.**

تو درس‌نامهٔ این کتاب تست‌های هر بخش رو تیپ‌بندی کردم تا ذهنتون منظم بشه و هر تستی که دیدین سریع‌تر حلش کنین. برای هر تیپ هم سعی کردم بهترین روش حل ممکن رو براتون بیارم.

واسه محاسبات هم یه سری راهکار واستون آوردم که خود محاسبات راحت بشه. شاید این قسمت کارمون برای اولین باره که داره انجام می‌شه. واسه این‌که این راهکارها رو خوب درک کنین اینا رو تو حل خود تست‌ها آوردم که با مصداق یادشون بگیرین. حتماً شنیدین که مسئله‌های سال‌های اخیر یه کم ترکیبی شدن، واسه همین تو قسمت تست‌ها کلی ایدهٔ خوب و البته کلی تست‌های خفن واستون گذاشتیم که از این به بعد تو هر آزمونی تست ترکیبی دیدین براتون شوخی باشه. شمارهٔ تست‌های ترکیبی رو هم براتون این رنگی کردیم که بشناسیدشون.

تازه هر بخش چندتا تست یه کم سخت‌تر هم داره که کنارشون علامت 🔒 گذاشتیم.

یه پیشنهاد: اگه حس می‌کنی وقت زیادی نداری، پیشنهاد می‌کنم حتمن درس‌نامه‌ها و تست‌هاش رو خوب بخون و بررسی کن. بعد هم تو تست‌ها، حداقل تست‌هایی که با علامت 🚑 مشخص کردیم رو بزن!

یه نکته‌ای هست که خیلی از ما انرژی و زمان گرفته، واسه همین دلم نمیاد این‌جا نگم. ☺

تو تک‌تک تست‌های این کتاب (برخلاف بعضی‌ها) دقت کردیم که **اطلاعات تست‌ها همه واقعی باشن**؛ همین‌طور **همهٔ تست‌ها قابلیت سنجش تو آزمایشگاه رو دارن.**

جالب اینجاست که همهٔ تست‌های کنکور هم این استاندارد رو رعایت می‌کنن.

از همین تریبون دوست دارم از خیلی‌ها تشکر کنم:

- دکتر کمیل نصری که این فرصت رو واسه این کتاب توپ بهم داد.
- ایمان سلیمان‌زاده که اول دوست خوب من و بعد مدیر تألیف درجه یک ما بود.
- حسین ایروانی عزیز و فرشاد هادیان‌فرد دوست‌داشتنی که برای نظارت محتوایی و تألیف تست‌های این کتاب زحمت زیادی کشیدند.
- خانم ملیکا مهری که خیلی واسه پیگیری این کتاب زحمت کشید.
- خانم دایانا باحجب، بچه‌های خوب مدارس حلی ۲، سلام و شریعت که در ویرایش این کتاب نقش مؤثری داشتند.

راستی تا یادم نرفته اگه سؤالی، اشکالی، طرحی، پیشنهادی هم داشتین، نظراتتون رو از من دریغ نکنین.

عباس سرمایه

@abbassarmaye (کانال) abassarmaye_chemistry abassarmaye_chemistry

فهرست

پایهٔ دهم

- فصل ۱: کیهان زادگاه الفبای هستی ۷
- فصل ۲: ردّپای گازها در زندگی ۲۳
- فصل ۳: آب، آهنگ زندگی ۴۸

پایهٔ یازدهم

- فصل ۱: قدر هدایای زمینی را بدانیم ۸۹
- فصل ۲: در پی غذای سالم ۱۰۵
- فصل ۳: پوشاک، نیازی پایان‌ناپذیر ۱۳۹

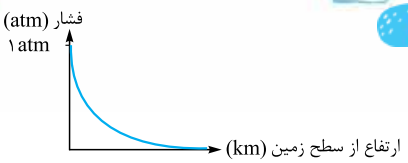
پایهٔ دوازدهم

- فصل ۱: مولکول‌ها در خدمت تندرستی ۱۵۷
- فصل ۲: آسایش و رفاه در سایهٔ شیمی ۱۸۳
- فصل ۳: شیمی جلوه‌ای از هنر، زیبایی و ماندگاری ۱۹۸
- فصل ۴: شیمی، راهی به سوی آینده‌ای روشن‌تر ۲۰۹
- پاسخ‌نامهٔ تشریحی ۲۳۳
- پاسخ‌نامهٔ کلیدی ۴۲۴

ردّپای گازها در زندگی

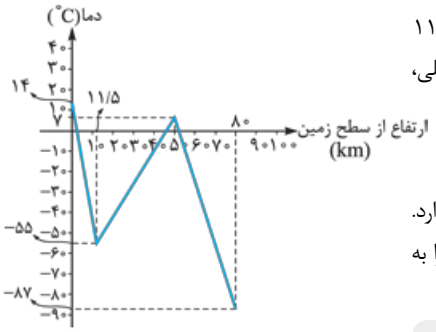
فصل ۲

تغییر دما و فشار با ارتفاع در هواکره



با افزایش ارتفاع از سطح زمین، فشار هوا، همواره کاهش می‌یابد.

نمودار روبه‌رو تغییر فشار هوا برحسب ارتفاع از سطح زمین را نشان می‌دهد.



ولی تغییرات دما با افزایش ارتفاع، روند منظمی ندارد. با افزایش ارتفاع در لایهٔ تروپوسفر (یعنی تا ارتفاع حدود ۱۱/۵ کیلومتری) دما کاهش می‌یابد، ولی افزایش ارتفاع در لایهٔ دوم (استراتوسفر) با افزایش دما همراه است. به طور کلی، تغییر دما برحسب ارتفاع از سطح زمین به صورت نمودار روبه‌رو است:

کلوین

ما معمولاً دما را برحسب درجهٔ سلسیوس بیان می‌کنیم، ولی دما یک واحد اندازه‌گیری دیگری هم به نام کلوین دارد. جناب ویلیام تامسون *که بعدش می‌گفتن* لرد کلوین، رابطهٔ بین دما برحسب کلوین و دما برحسب درجهٔ سلسیوس را به صورت زیر بیان کرد:

$$\text{دما برحسب کلوین (K)} = \text{دما برحسب درجهٔ سلسیوس (°C)} + ۲۷۳ \quad \Rightarrow T(K) = \theta(^\circ C) + ۲۷۳$$

مثال دمای ۲۵ °C برحسب کلوین برابر است با:

$$T(K) = \theta(^\circ C) + ۲۷۳ = ۲۵ + ۲۷۳ = ۲۹۸\ K$$

یا دمای ۲۱۸ کلوین، برحسب درجهٔ سلسیوس، برابر است با:

$$T(K) = \theta(^\circ C) + ۲۷۳ \Rightarrow ۲۱۸ = \theta(^\circ C) + ۲۷۳ \Rightarrow \theta(^\circ C) = -۵۵\ ^\circ C$$

رابطهٔ بین درجهٔ سلسیوس و کلوین

در بعضی سؤال‌ها طراح محترم، از رابطهٔ بین دمای کلوین و دمای درجهٔ سلسیوس *سوءاستفاده* می‌کند و سؤال‌هایی مطرح می‌کند. با استفاده از دو نکتهٔ بعدی، خیلی راحت می‌توانیم این سؤال‌ها رو حل می‌کنیم.

نکته تغییرات دما برحسب کلوین (ΔT)، با تغییرات دما برحسب درجهٔ سلسیوس $(\Delta\theta)$، با هم برابر است.[۱] *یعنی اگه تو سؤال دیدیم که دما ۵۰ °C افزایش پیدا کرده، می‌تونیم فرض کنیم که ۵۰ K زیاد شده.*

$$\Delta T = \Delta\theta$$

نکته در بعضی سؤال‌ها درصد تغییرات دما را می‌دهند یا حتی مقدار آن را می‌خواهند؛ درصد تغییرات دما برابر است با: $\frac{\text{تغییر دما}}{\text{دمای اولیه}} \times ۱۰۰$. *اما بدانید و آگاه باشید که* درصد تغییر دما در مقیاس‌های مختلف متفاوت است؛ یعنی:

$$\text{درصد تغییر دما در مقیاس درجهٔ سلسیوس} = \frac{\Delta\theta}{\theta_۱} \times ۱۰۰ \quad , \quad \text{درصد تغییر دما در مقیاس کلوین} = \frac{\Delta T}{T_۱} \times ۱۰۰$$

تست **دمای یک گاز −۳ °C است. اگر دمای آن را ۳۰ °C کاهش دهیم، دمای آن در مقیاس کلوین چند درصد کاهش یافته است؟**

۱) ۱۲/۵ ۲) ۱۱/۱ ۳) ۲۵ ۴) ۲۲/۲

پاسخ اولین قدم محاسبهٔ دمای اولیه، برحسب کلوین است.

$$T_۱ = \theta_۱ + ۲۷۳ = (-۳) + ۲۷۳ = ۲۷۰\ K$$

می‌دانیم که تغییر دما برحسب درجهٔ سلسیوس، با تغییر دما برحسب کلوین برابر است.

$$\Delta T = \Delta\theta = -۳۰\ K$$

بنابراین درصد تغییر دما در مقیاس کلوین، برابر است با:

$$\text{درصد تغییر دما در مقیاس کلوین} = \frac{\Delta T}{T_۱} \times ۱۰۰ = \frac{-۳۰}{۲۷۰} \times ۱۰۰ = -\frac{۱}{۹} \times ۱۰۰ = -٪۱۱/۱$$

هواسمون هست که عدد منفی، نشان‌دهندهٔ کاهش دما است.

گزینهٔ (۲) صحیح است.

۱- *اثباتش هم کاری نداره!*

$$\Delta T = T_۲ - T_۱ = (\theta_۲ + ۲۷۳) - (\theta_۱ + ۲۷۳) = \theta_۲ + ۲۷۳ - \theta_۱ - ۲۷۳ = \theta_۲ - \theta_۱ = \Delta\theta$$

تغییر دما با ارتفاع ۲

در لایهٔ تروپوسفر، یعنی همین لایه‌ای که ما در آن زندگی می‌کنیم، با افزایش ارتفاع، دما کاهش می‌یابد. طبق تحقیقات به‌عمل‌آمده: «در لایهٔ تروپوسفر، به ازای هر کیلومتر افزایش ارتفاع، دمای هوا حدود $6\ ^\circ C$ کاهش می‌یابد.»؛ یعنی:

$$\text{افزایش ارتفاع } 1\ km \cong \text{تغییر دما } (-6\ ^\circ C)$$

تست **اگر دمای هوا در قلهٔ کوه دنا در مقیاس کلوین، ۹ درصد کم‌تر از سطح زمین باشد، به ترتیب از راست به چپ ارتفاع کوه دنا چند متر بوده و دما در قلهٔ آن، حدود چند درجهٔ سلسیوس است؟ (دمای سطح زمین را $15\ ^\circ C$ در نظر بگیرید.)**

۱) $-11-4095$ ۲) $-9-4095$ ۳) $-9-4320$ ۴) $-11-4320$

پاسخ اول دمای سطح زمین را برحسب کلوین حساب می‌کنیم:

$$T_1(K)=\theta(^\circ C)+273=15+273=288\ K$$

بعد با استفاده از درصد تغییر دما، ΔT را به دست می‌آوریم:

$$\text{درصد تغییر دما در مقیاس کلوین}=\frac{\Delta T}{T_1}\times 100 \Rightarrow -9=\frac{\Delta T}{288}\times 100 \Rightarrow (I)\ \Delta T=\frac{-288\times 9}{100}\ K$$

از آن‌جا که تغییر دما در مقیاس کلوین و درجهٔ سلسیوس برابر است، داریم:

$$\Delta\theta=\Delta T=\frac{-288\times \overbrace{9}^{(10-1)}}{100}\ ^\circ C=-\frac{2880-288}{100}=-25/92\ ^\circ C \Rightarrow \theta_2-15=-25/92 \Rightarrow \theta_2=-10/92\simeq -11\ ^\circ C$$

در نهایت با توجه به رابطهٔ (I) و این‌که هر ۱ کیلومتر افزایش ارتفاع، باعث $-6\ ^\circ C$ تغییر دما می‌شود، ارتفاع قلهٔ کوه دنا، برحسب متر برابر خواهد بود با:

$$\frac{-288\times 9}{100}\ ^\circ C\times\frac{1\ km}{-6\ ^\circ C}\times\frac{1000\ m}{1\ km}=\frac{288\times 9\times 10}{6}=144\times 3\times 10=4320\ m$$

گزینهٔ (۴) صحیح است.

درصد حجمی گازها

هوا از گازهای مختلفی تشکیل شده است. برای بیان نسبت گازهای تشکیل‌دهندهٔ هوا از مفهومی به نام درصد حجمی استفاده می‌کنیم.

«درصد حجمی یک گاز، برابر حجم گاز در هر ۱۰۰ واحد از حجم مخلوط گازی است.»

مثال اگر درصد حجمی گاز N_2 در هوا ۷۸٪ باشد، یعنی در هر ۱۰۰ لیتر هوا، ۷۸ لیتر N_2 وجود دارد.

$$100\ L\ \text{هوا} \cong 78\ L\ N_2$$

درصد حجمی گاز A در یک مخلوط گازی، از رابطهٔ مقابل محاسبه می‌شود:

$$\text{درصد حجمی گاز A}=\frac{\text{حجم گاز A}}{\text{حجم مخلوط گازی}}\times 100$$

نکته در عبارت درصد حجمی، حجم گاز A و حجم مخلوط گازی، هر دو باید برحسب یک واحد باشند؛ مثلاً هر دو باید برحسب لیتر یا برحسب میلی‌لیتر باشند.

مثال اگر در ۲۰۰ لیتر هوا، ۷۷ میلی‌لیتر CO_2 داشته باشیم، درصد حجمی گاز CO_2 به صورت زیر محاسبه می‌شود:

اول حجم CO_2 را برحسب لیتر، حساب می‌کنیم:

$$77\ mL\ CO_2\times\frac{1\ L}{1000\ mL}=77\times 10^{-3}\ L\ CO_2$$

$$\text{درصد حجمی } CO_2=\frac{\text{حجم گاز } CO_2}{\text{حجم مخلوط گازی}}\times 100=\frac{77\times 10^{-3}\ L}{200\ L}\times 100=38/5\times 10^{-3}=\%(0/0385)$$

تست **چنان‌چه به طور میانگین یک فرد عادی در هر دقیقه ۱۲ بار تنفس کند و هر بار ۰/۵ لیتر هوا وارد شش‌های خود کند و هوای دم شامل ۲۱٪ اکسیژن و هوای بازدم شامل ۱۴/۵٪ اکسیژن باشد، چند لیتر گاز اکسیژن در شبانه‌روز مصرف می‌کند؟**

۱) $561/6$ ۲) $1123/2$ ۳) $592/4$ ۴) $1252/8$

پاسخ درصد اکسیژن مصرف‌شده برابر تفاوت درصد اکسیژن در هوای دم و هوای بازدم است. یعنی در هر دم و بازدم $6/5\%$ اکسیژن مصرف می‌کند $(6/5=21-14/5)$؛ پس به ازای هر ۱۰۰ لیتر هوای دم و بازدم، ۶/۵ لیتر اکسیژن مصرف می‌کنیم:

$$100\ L\ \text{هوا} \cong 6/5\ L\ O_2\ (\text{مصرفی})$$

حجم کل اکسیژن مصرفی در شبانه‌روز برابر است با:

$$\text{۱} \Rightarrow \underbrace{585\downarrow}_{\text{کمی کم‌تر از 585}}=9\times 65\downarrow=\frac{\overbrace{60}^{6}}{\underbrace{10}_{2}}\times\frac{\overbrace{65}^{1}}{\underbrace{2}_{2}}\times 3\times\overbrace{60}^{6}=\frac{6/5\ L\ O_2(\text{مصرفی})}{100\ L\ \text{هوا}}\times 0/5\ L\ \text{هوا}\times\frac{\overbrace{12}^{3}}{\text{تنفس}}\times\frac{60}{\text{دقیقه}}\times\frac{\overbrace{24}^{\sim 25\downarrow}}{\text{ساعت}}$$

گزینهٔ (۱) صحیح است.

واکنش‌های شیمیایی و قانون بقای جرم

در واکنش‌های شیمیایی، هر مقدار (برحسب گرم) واکنش‌دهنده در واکنش شرکت کند، همان‌قدر (برحسب گرم) فراورده خواهیم داشت. به بیان دقیق‌تر، همهٔ واکنش‌های شیمیایی از قانون بقای جرم پیروی می‌کنند؛ بنابراین «در واکنش‌های شیمیایی، جرم کل مواد موجود در واکنش، ثابت است.»

قانون بقای جرم ۱

در بعضی از سؤال‌ها جرم مواد موجود در واکنش را به ما می‌دهند و جرم یکی از ماده‌ها را از ما می‌خواهند. یک راه‌حل این سؤال‌ها استفاده از قانون بقای جرم است.[1] طبق قانون بقای جرم، می‌توانیم بگوییم: «در واکنش‌های شیمیایی، مجموع جرم واکنش‌دهنده‌ها با مجموع جرم فراورده‌ها، برابر است.»

۱- این دسته از سؤال‌ها *رو می‌شه* از روش‌های استوکیومتری که جلوتر باهاش *آشنا می‌شین* هم حل کرد.

تست **۳/۶ گرم کربن در واکنش سوختن ناقص با مقداری اکسیژن، به طور کامل به کربن مونوکسید تبدیل می‌شود. اگر ۷۰ درصد کربن مونوکسید حاصل در واکنش با ۳/۳۶ گرم اکسیژن دیگر، ۹/۲۴ گرم کربن دی‌اکسید تولید کند، جرم اکسیژن مصرف‌شده در واکنش اول، چند گرم است؟**

۱) ۵/۸۸ ۲) ۴/۸ ۳) ۸/۴ ۴) ۰/۵۱۶

پاسخ **اول** محاسبهٔ جرم کربن مونوکسید در واکنش دوم است. کربن دی‌اکسید ← اکسیژن + کربن مونوکسید (۲)

با توجه به قانون بقای جرم: $m_{CO}+m_{O_2}=m_{CO_2} \Rightarrow m_{CO}+۳/۳۶=۹/۲۴ \Rightarrow m_{CO_{(۲)\text{واکنش}}}=۵/۸۸\ g$

دوم این مقدار، ۷۰ درصد کل کربن مونوکسید تولیدشده، در واکنش اول است؛ پس در باید جرم CO تولیدشده در واکنش اول را حساب کنیم:

$$m_{CO_{(۱)\text{واکنش}}}=\frac{۱۰}{۷}m_{CO_{(۲)\text{واکنش}}}=\frac{۱۰}{۷}\times ۵/۸۸=\frac{۵۸/۸}{۷}=\frac{\overset{۸}{۵۶}+\overset{۰/۴}{۲/۸}}{۷}=۸/۴\ g$$

سوم در با توجه به قانون بقای جرم در واکنش اول، جرم اکسیژن مصرف‌شده به دست می‌آید. کربن مونوکسید ← اکسیژن + کربن (۱)

$$m_C+m_{O_2}=m_{CO} \Rightarrow ۳/۶+m_{O_2}=۸/۴ \Rightarrow m_{O_{۲(۱)\text{واکنش}}}=۴/۸\ g$$

گزینهٔ (۲) صحیح است.

موازنه کردن معادلهٔ یک واکنش شیمیایی[1]

در واکنش‌های شیمیایی هیچ اتمی از بین نمی‌رود و هیچ اتمی هم به وجود نمی‌آید؛ یعنی اتم‌های موجود در واکنش‌دهنده‌ها فقط تغییر آرایش می‌دهند و فراورده‌ها را تولید می‌کنند.

جملهٔ بالا بیانی از قانون بقای جرم است. برای این‌که قانون بقای جرم در معادله‌های شیمیایی برقرار باشد، باید واکنش‌های شیمیایی را موازنه کنیم؛ یعنی تعداد اتم‌های هر عنصر را در دو طرف معادله، برابر کنیم.

مثلاً اگر معادلهٔ سوختن متان را به صورت روبه‌رو بنویسیم: $CH_4(g)+O_2(g) \rightarrow CO_2(g)+H_2O(g)$

در این معادله، قانون بقای جرم برقرار نیست. چون در سمت چپ، ۴ اتم H داریم، ولی در سمت راست، ۲ اتم H؛ یا در سمت چپ، ۲ اتم O داریم و در سمت راست، ۳ اتم O.

برای موازنه‌کردن معادلهٔ یک واکنش شیمیایی، یک سری عدد سمت چپ هر فرمول قرار می‌دهیم تا تعداد اتم‌های هر عنصر در دو طرف معادله‌ها برابر شود. به این عددها می‌گوییم **ضریب‌های استوکیومتری**.

طبق قرارداد، هر یک از ضریب‌های استوکیومتری، باید کوچک‌ترین اعداد طبیعی ممکن باشند؛ یعنی همهٔ ضرایب نباید هم‌زمان به عدد خاصی قابل تقسیم باشند و هم‌چنین ضرایب نباید کسری باشند.

موازنه به روش وارَسی[2]

برای موازنهٔ واکنش، به ترتیب تعداد هر یک از اتم‌ها را در دو طرف واکنش، برابر می‌کنیم. برای این کار، اول معادلهٔ واکنش را می‌نویسیم و قبل از هر ماده یک خط‌تیره می‌گذاریم. این کار کمک می‌کند که بدانیم اولاً کدام ماده‌ها ضریب ندارند و دوماً برای ماده‌ای که ضریب ندارد، *اشتباهی* ضریب ۱ فرض نکنیم.

قدم اول: انتخاب عنصر شروع‌کننده

عنصر شروع‌کننده، عنصری است که در هر سمت معادله فقط در ساختار یک ماده **ضریب نداشته باشد**؛ مثلاً در واکنش زیر، عنصر H، عنصر شروع‌کننده است.

$$__H_2O_2(aq) \rightarrow __H_2O(l)+__O_2(g)$$

اگر در یک معادله، دو یا چند عنصر شروع‌کننده داشتیم، عنصری را به عنوان شروع‌کننده انتخاب می‌کنیم که در ماده‌های پیچیده‌تر حضور دارد. *در این‌جا منظورمون* از مادهٔ پیچیده‌تر، ماده‌ای است که در اولویت اول، نوع اتم‌هایش و در اولویت دوم، تعداد اتم‌هایش بیشتر باشد.

ترتیب پیچیدگی چند ماده	HCN >	Fe_2O_3 >	S_8 >	Cl_2
اولویت اول	۳ نوع	۲ نوع	۱ نوع	۱ نوع
اولویت دوم	۳ اتم	۵ اتم	۸ اتم	۲ اتم

پس بهتر است که اول در ماده‌های پیچیده‌تر دنبال عنصر شروع‌کننده بگردیم.

مثال در واکنش زیر، عنصرهای Cr، N و H می‌توانند شروع‌کننده باشند؛ ولی عنصر Cr عنصر شروع‌کننده است.

$$__(NH_4)_2Cr_2O_7 \rightarrow __Cr_2O_3+__N_2+__H_2O$$

عنصر Cr در ماده‌های $(NH_4)_2Cr_2O_7$ و Cr_2O_3 حضور دارد، عنصر N در ماده‌های $(NH_4)_2Cr_2O_7$ و N_2 وجود دارد و عنصر H در ماده‌های $(NH_4)_2Cr_2O_7$ و H_2O است. از آن‌جا که مادهٔ $(NH_4)_2Cr_2O_7$ در آن‌ها مشترک است، با تعیین پیچیدگی بین Cr_2O_3، N_2 و H_2O، می‌توانیم بفهمیم که عنصر شروع‌کننده Cr است.

مقایسهٔ پیچیدگی: $Cr_2O_3 > H_2O > N_2$

اگر پیچیدگی ماده‌ها یکسان بود، از هر عنصری که دوست داشتید، موازنه را شروع کنید.

۱- با توجه به این‌که در کنکورهای اخیر تست موازنه رؤیت شده و کلاً معادلهٔ واکنش‌ها رو در تست‌ها موازنه‌نشده *سِرِوِ می‌کنن*، بر شما واجب است که خیلی خوب موازنه‌کردن رو یاد بگیرید!

۲- *فیلی به اسمش کاری نداشته باشید. وارَسی یعنی موازنهٔ هر عنصر رو دونه‌دونه بررسی کنیم.*

قدم دوم: انتخاب عنصر ادامه‌دهنده

موازنه را با عنصری ادامه می‌دهیم که فقط در ساختار ۱ ماده **ضریب نداشته باشد**؛ *یعنی فقط تو یه ماده فط تیرهٔ پشتش خالی باشه!*

دقت کنید که شرط عنصر شروع‌کننده این بود که فقط در ۲ ماده **ضریب نداشته باشد** (در هر سمت در یک ماده)، ولی شرط عنصر ادامه‌دهنده این است که فقط در ۱ ماده، **ضریب نداشته باشد**.

برای پیداکردن سریع عنصر ادامه‌دهنده، عنصرهایی را بررسی کنید که کنار عنصر شروع‌کننده در یک ماده بودند.

مثال برای انتخاب عنصر ادامه‌دهنده در واکنش زیر، دیگر دنبال بررسی Cl نروید. عنصر شروع‌کننده، H است، چون فقط در ماده‌های NaOH و H_2O ضریب ندارد.

$$--NaOH + --Cl_2 \rightarrow --NaCl + --NaClO_3 + --H_2O$$

برای موازنهٔ H کافی است به NaOH ضریب ۲ و به H_2O ضریب ۱ بدهیم:

$$2NaOH + --Cl_2 \rightarrow --NaCl + --NaClO_3 + 1H_2O$$

عنصر ادامه‌دهنده O است؛ چون فقط در مادهٔ $NaClO_3$ ضریب ندارد. *همین‌طوری که می‌بینید مثلاً Na ادامه‌دهنده نیست، چون در دو جا ضریب نداره* ($--NaCl$ و $--NaClO_3$).

وقتی یک عنصر را موازنه می‌کنیم، فقط و فقط به همان عنصر نگاه می‌کنیم و به بقیهٔ عنصرهای اطرافش در ماده، *اصلاً و ابداً* کاری نداریم. وقتی نوبت به آن‌ها رسید، آن‌ها را بررسی می‌کنیم. قدم دوم را آن‌قدر ادامه می‌دهیم *تاااا* همهٔ ماده‌ها ضریب بگیرند.

هنگام انتخاب عنصر ادامه‌دهنده، لزومی ندارد پیچیدگی ماده‌ها را بررسی کنیم؛ هر ادامه‌دهنده‌ای که پیدا کردیم موازنه را با آن ادامه می‌دهیم.

مثال بیایید با هم واکنش مقابل را موازنه کنیم:

$$--KBr + --KBrO_3 + --HCl \rightarrow --Br_2 + --KCl + --H_2O$$

در گام اول، قبل از هر ماده یک خط‌تیره می‌گذاریم. عنصرهای واجد شرایط شروع‌کننده، H، O و Cl هستند، از آن‌جا که O در ماده‌های پیچیده‌تری ($KBrO_3$ و H_2O) حضور دارد، O عنصر شروع‌کننده است. برای موازنهٔ O، به $KBrO_3$ ضریب ۱ و به H_2O ضریب ۳ می‌دهیم:

$$--KBr + 1KBrO_3 + --HCl \rightarrow --Br_2 + --KCl + 3H_2O$$

عنصر ادامه‌دهنده، H است، چون فقط در مادهٔ HCl ضریب ندارد. الآن سمت راست ۶تا H داریم، پس برای موازنهٔ H، به HCl ضریب ۶ می‌دهیم:

$$--KBr + 1KBrO_3 + 6HCl \rightarrow --Br_2 + --KCl + 3H_2O$$

عنصر ادامه‌دهنده، Cl است که در KCl ضریب ندارد. به KCl ضریب ۶ می‌دهیم:

$$--KBr + 1KBrO_3 + 6HCl \rightarrow --Br_2 + 6KCl + 3H_2O$$

عنصر ادامه‌دهنده، K است، الآن در سمت راست ۶تا K داریم و در سمت چپ هم فعلاً ۱ اتم K داریم، پس به KBr ضریب ۵ می‌دهیم:

$$5KBr + 1KBrO_3 + 6HCl \rightarrow --Br_2 + 6KCl + 3H_2O$$

الآن که دیگه معلومه عنصر ادامه‌دهنده، Br است. در سمت چپ کلاً ۶ اتم Br داریم (۵تا در 5KBr و یکی در $1KBrO_3$). پس به Br_2 ضریب ۳ می‌دهیم:

$$5KBr + 1KBrO_3 + 6HCl \rightarrow 3Br_2 + 6KCl + 3H_2O$$

هنگام تعیین ضریب‌ها، ممکن است ضریب ماده‌ای کسری ($\frac{1}{2}$ ، $\frac{1}{3}$ یا ...) شود. وقتی به ضریب کسری رسیدیم، *فیلی سریع و درجا*، همهٔ ضریب‌های معلوم‌شده را در مخرج کسر ضرب می‌کنیم، *تا از شرِ ضریب کسری فلاص شویم*.

تست **مجموع ضریب‌های استوکیومتری فراورده‌ها در معادلهٔ واکنش: $C_2H_5NH_2 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + N_2$، پس از موازنه، کدام است؟**

۱) ۲۳ ۲) ۲۴ ۳) ۱۵ ۴) ۱۲ (سراسری ریاضی ۹۷)

پاسخ در گام اول، قبل از هر ماده یک خط‌تیره می‌گذاریم. عنصر شروع‌کننده می‌تواند C، H یا N باشد، ولی C و H در ساختارهای پیچیده‌تری حضور دارند (CO_2 ، H_2O). از آن‌جا که پیچیدگی CO_2 و H_2O تفاوتی ندارد، پس فرقی نمی‌کند که موازنه را از C شروع کنیم یا از H. ما موازنه را با C شروع می‌کنیم.

برای موازنهٔ C، به $C_2H_5NH_2$، ضریب ۱ و به CO_2 ضریب ۲ می‌دهیم:

$$1C_2H_5NH_2 + --O_2 \rightarrow 2CO_2 + --H_2O + --N_2$$

عنصر ادامه‌دهنده، می‌تواند H یا N باشد. موازنه را با H ادامه می‌دهیم. در سمت چپ ۷ اتم H داریم ($C_2\mathbf{H_5}N\mathbf{H_2}$)، پس باید به H_2O ضریب $\frac{7}{2}$ بدهیم:

$$1C_2H_5NH_2 + --O_2 \rightarrow 2CO_2 + \frac{7}{2}H_2O + --N_2$$

ضریب کسری! درجا همهٔ ضرایب معلوم‌شده را در ۲ ضرب می‌کنیم:

$$2C_2H_5NH_2 + --O_2 \rightarrow 4CO_2 + 7H_2O + --N_2$$

عنصر ادامه‌دهنده، می‌تواند N یا O باشد؛ در این‌جا با N ادامه می‌دهیم و به N_2 ضریب ۱ می‌دهیم:

$$2C_2H_5NH_2 + --O_2 \rightarrow 4CO_2 + 7H_2O + 1N_2$$

عنصر ادامه‌دهنده، O است. در سمت راست کلاً ۱۵ اتم O داریم (۸تا در $4CO_2$ و ۷تا در $7H_2O$)، پس به O_2 ضریب $\frac{15}{2}$ می‌دهیم:

$$2C_2H_5NH_2 + \frac{15}{2}O_2 \rightarrow 4CO_2 + 7H_2O + 1N_2$$

ضریب کسری! درجا همهٔ ضرایب معلوم‌شده را در ۲ ضرب می‌کنیم:

$$4C_2H_5NH_2 + 15O_2 \rightarrow 8CO_2 + 14H_2O + 2N_2$$

بنابراین، مجموع ضریب‌های استوکیومتری فراورده‌ها ۲۴ است ($8 + 14 + 2 = 24$).

گزینهٔ (۲) صحیح است.

موازنه‌های سخت‌تر

در بعضی از معادله‌ها، ممکن است عنصر ادامه‌دهنده پیدا نکنیم. برای موازنهٔ این نوع معادله‌ها، می‌توانیم از روش مجهول‌گیری استفاده کنیم:

مثال بیایید واکنش روبه‌رو را با هم موازنه کنیم: $\text{—}\,SCl_2 + \text{—}\,NaF \rightarrow \text{—}\,SF_4 + \text{—}\,S_2Cl_2 + \text{—}\,NaCl$

عنصر شروع‌کننده، فلوئور (F) است: $\text{—}\,SCl_2 + 4NaF \rightarrow 1SF_4 + \text{—}\,S_2Cl_2 + \text{—}\,NaCl$

عنصر ادامه‌دهنده، سدیم (Na) است: $\text{—}\,SCl_2 + 4NaF \rightarrow 1SF_4 + \text{—}\,S_2Cl_2 + 4NaCl$

همان‌طور که می‌بینید! عنصر ادامه‌دهنده نداریم. گوگرد (S) در دو جا ضریب ندارد (SCl_2 , S_2Cl_2)، کلر (Cl) هم دو جا ضریب ندارد (SCl_2 , S_2Cl_2). *حالا چه کنیم؟!* می‌توانیم از الگوی زیر استفاده می‌کنیم:

اگر عنصر ادامه‌دهنده پیدا نکردی ← عنصری که دو جا ضریب ندارد (مثل S) را در نظر بگیر ← ضریب یکی از دو جا را مجهول x بگیر (*x یه عدد یه که بعداً به درست میاد.*) ← موازنه را مثل قبل ادامه بده ← در نهایت همهٔ ماده‌ها ضریب خواهند داشت (ضریب بعضی‌ها برحسب x است) ← هم‌چنان یک عنصر موازنه‌نشده باقی مانده است. ← موازنهٔ آن عنصر معادله‌ای برحسب x می‌دهد ← x محاسبه می‌شود. ✓

در این مثال عنصر ادامه‌دهنده نداریم. با در نظر گرفتن عنصر گوگرد (S)، ضریب یکی از دو ترکیبش مثلاً S_2Cl_2، را x در نظر می‌گیریم (الان S_2Cl_2 ضریب دارد؛ ضریب x!)

$$?SCl_2 + 4NaF \rightarrow 1SF_4 + xS_2Cl_2 + 4NaCl$$

حالا عنصر ادامه‌دهنده S است، S را موازنه می‌کنیم تا ضریب SCl_2 محاسبه شود:

$$\overbrace{?}^{?SCl_2}\times 1 = \overbrace{1}^{1SF_4}\times 1 + \overbrace{x}^{xS_2Cl_2}\times 2 \rightarrow ? = 2x + 1$$

$$(2x+1)SCl_2 + 4NaF \rightarrow 1SF_4 + xS_2Cl_2 + 4NaCl$$

حالا همهٔ ماده‌ها ضریب دارند (بعضی‌ها برحسب x) ولی هنوز موازنهٔ عنصر Cl باقی‌مانده است.

موازنهٔ Cl یک معادله برحسب x به ما می‌دهد که می‌توانیم x را حساب کنیم.

موازنهٔ Cl: $\overbrace{(2x+1)SCl_2}^{(2x+1)SCl_2}\times 2 = \overbrace{x}^{x\,SCl_2}\times 2 + \overbrace{4}^{4NaCl}\times 1 \Rightarrow 4x + 2 = 2x + 4 \Rightarrow 2x = 2 \Rightarrow x = 1$

بنابراین در نهایت معادلهٔ موازنه‌شده به صورت مقابل خواهد بود: $3SCl_2 + 4NaF \rightarrow 1SF_4 + 1S_2Cl_2 + 4NaCl$

تست **در معادلهٔ واکنش زیر، پس از موازنه، نسبت مجموع ضرایب فراورده‌ها به واکنش‌دهنده‌ها کدام است؟**

$$FeBr_3 + CO + H_2O \rightarrow FeBr_2 + H_2CO_3 + HBr$$

۱) ۰/۸ ۲) ۱ ۳) ۱/۲ ۴) ۱/۲۵

پاسخ عنصر شروع‌کننده C است: $\text{—}\,FeBr_3 + 1CO + \text{—}\,H_2O \rightarrow \text{—}\,FeBr_2 + 1H_2CO_3 + \text{—}\,HBr$

عنصر ادامه‌دهنده O است: $\text{—}\,FeBr_3 + 1CO + 2H_2O \rightarrow \text{—}\,FeBr_2 + 1H_2CO_3 + \text{—}\,HBr$

عنصر ادامه‌دهنده H است: $\text{—}\,FeBr_3 + 1CO + 2H_2O \rightarrow \text{—}\,FeBr_2 + 1H_2CO_3 + 2HBr$

حالا ادامه‌دهنده نداریم، با در نظر گرفتن عنصر Fe، یکی از ضرایب $FeBr_3$ یا $FeBr_2$ را x می‌گیریم (مثلاً $FeBr_3$).

$$xFeBr_3 + 1CO + 2H_2O \rightarrow ?FeBr_2 + 1H_2CO_3 + 2HBr$$

بنابراین عنصر ادامه‌دهنده Fe است.

$$\overbrace{x}^{x\,FeBr_3}\times 1 = \overbrace{?}^{?FeBr_2}\times 1 \Rightarrow ? = x$$

$$xFeBr_3 + 1CO + 2H_2O \rightarrow xFeBr_2 + 1H_2CO_3 + 2HBr$$

حالا همهٔ ماده‌ها ضریب دارند (بعضی‌ها برحسب x). با موازنهٔ عنصر Br، یک معادله برحسب x به دست می‌آید:

موازنهٔ Br: $\overbrace{x}^{xFeBr_3}\times 3 = \overbrace{x}^{xFeBr_2}\times 2 + \overbrace{2}^{2HBr}\times 1 \Rightarrow 3x = 2x + 2 \Rightarrow x = 2$

$$2FeBr_3 + 1CO + 2H_2O \rightarrow 2FeBr_2 + 1H_2CO_3 + 2HBr$$

بنابراین: $\dfrac{\text{مجموع ضرایب فراورده‌ها}}{\text{مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها}} = \dfrac{5}{5} = 1$,

گزینهٔ (۲) صحیح است.

تست **پس از موازنهٔ معادلهٔ واکنش‌های زیر، تفاوت مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد در آن‌ها، کدام است؟**

a) $I_2(s) + HNO_3(aq) \rightarrow HIO_3(aq) + NO_2(g) + H_2O(l)$

b) $As_2S_3(s) + HNO_3(aq) + H_2O(l) \rightarrow H_3AsO_4(aq) + NO(g) + H_2SO_4(aq)$

۱) ۶ ۲) ۲۴ ۳) ۴۹ ۴) ۵۱

پاسخ موازنهٔ واکنش a: عنصر شروع‌کننده N است: $\text{—}\,I_2(s) + 1HNO_3(aq) \rightarrow \text{—}\,HIO_3(aq) + 1NO_2(g) + \text{—}\,H_2O(l)$

حالا عنصر ادامه‌دهنده نداریم. با در نظر گرفتن عنصر I، برای I_2، ضریب x در نظر می‌گیریم:

عنصر ادامه‌دهنده I است، پس ضریب HIO_3 می‌شود 2x. $xI_2(s) + 1HNO_3(aq) \rightarrow 2x\,HIO_3(aq) + 1NO_2(g) + \text{—}\,H_2O(l)$

عنصر ادامه‌دهنده را O می‌گیریم: $xI_2(s) + 1HNO_3(aq) \rightarrow 2x\,HIO_3(aq) + 1NO_2(g) + ?H_2O(l)$

$$O: \overbrace{1\times3}^{1HNO_3} = \overbrace{2x\times3}^{2x\ HIO_3} + \overbrace{1\times2}^{1NO_2} + \overbrace{?\times1}^{?H_2O} \Rightarrow 3 = 6x + 2 + ? \Rightarrow ? = 1 - 6x$$

حالا همهٔ مادهها ضریب دارند، بعضیها برحسب x، ولی هنوز عنصر H موازنه نشده است، موازنهٔ عنصر H معادلهای برحسب x به ما میدهد:

$$x\,I_2(s) + 1HNO_3(aq) \rightarrow 2x\,HIO_3(aq) + 1NO_2(g) + (1-6x)H_2O(l)$$

$$H: 1\times1 = 2x\times1 + (1-6x)\times2 \Rightarrow 1 = 2x + 2 - 12x \Rightarrow 10x = 1 \Rightarrow x = \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{10}I_2(s) + 1\,HNO_3(aq) \rightarrow \frac{2}{10}HIO_3(aq) + 1NO_2(g) + \frac{4}{10}H_2O(l)$$

حالا همهٔ ضرایب را در ۱۰ ضرب میکنیم:

$$1I_2(s) + 10HNO_3(aq) \rightarrow 2HIO_3(aq) + 10NO_2(g) + 4H_2O(l) \Rightarrow \text{مجموع ضریبهای استوکیومتری} = 27$$

موازنهٔ واکنش b:

عنصر شروعکننده As است. $1As_2S_3(s) + -- HNO_3(aq) + -- H_2O(l) \rightarrow 2H_3AsO_4(aq) + -- NO(g) + -- H_2SO_4(aq)$

عنصر ادامهدهنده S است: $1As_2S_3(s) + -- HNO_3(aq) + -- H_2O(l) \rightarrow 2H_3AsO_4(aq) + -- NO(g) + 3H_2SO_4(aq)$

حالا عنصر ادامهدهنده نداریم. با در نظر گرفتن عنصر N، ضریب HNO_3 را x در نظر میگیریم؛ بنابراین ضریب NO هم x میشود:

$$1As_2S_3(s) + x\,HNO_3(aq) + ?H_2O(l) \rightarrow 2H_3AsO_4(aq) + x\,NO(g) + 3H_2SO_4(aq)$$

عنصر ادامهدهنده O است:
$$O: \overbrace{x\times3}^{x\ HNO_3} + \overbrace{?\times1}^{?H_2O} = \overbrace{2\times4}^{2H_3AsO_4} + \overbrace{x\times1}^{x\ NO} + \overbrace{3\times4}^{3\times H_2SO_4} \Rightarrow 3x + ? = 8 + x + 12 \Rightarrow ? = 20 - 2x$$

حالا همهٔ مادهها ضریب دارند (بعضیها برحسب x)، موازنهٔ عنصر H، معادلهای برحسب x میدهد، که x محاسبه میشود.

$$1As_2S_3(s) + x\,HNO_3(aq) + (20-2x)H_2O(l) \rightarrow 2H_3AsO_4(aq) + x\,NO(g) + 3H_2SO_4(aq)$$

$$H: \overbrace{x\times1}^{x\ HNO_3} + \overbrace{(20-2x)\times2}^{(20-2x)H_2O} = \overbrace{2\times3}^{1H_3AsO_4} + \overbrace{3\times2}^{3H_2SO_4} \Rightarrow x + 40 - 4x = 6 + 6 \Rightarrow 28 = 3x \Rightarrow x = \frac{28}{3}$$

$$1As_2S_3(s) + \frac{28}{3}HNO_3(aq) + \frac{4}{3}H_2O(l) \rightarrow 2H_3AsO_4(aq) + \frac{28}{3}NO(g) + 3H_2SO_4(aq)$$

حالا همهٔ ضرایب به دست آمده را در ۳ ضرب میکنیم:

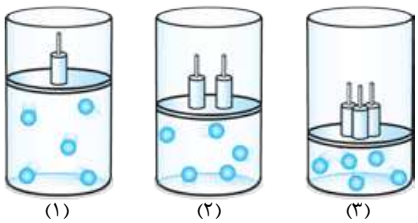
$$3As_2S_3(s) + 28HNO_3(aq) + 4H_2O(l) \rightarrow 6H_3AsO_4(aq) + 28NO(g) + 9H_2SO_4(aq) \Rightarrow \text{مجموع ضریبهای استوکیومتری} = 78$$

تفاوت مجموع ضریبهای واکنش a و b $= 78 - 27 = 51$

گزینهٔ (۴) صحیح است.

خواص و رفتار گازها

۱.۳ رابطهٔ فشار و حجم گازها در دمای ثابت



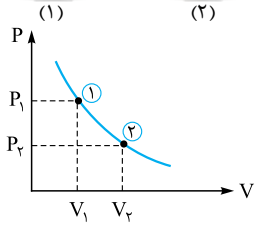
اگر در **دمای ثابت**، فشار یک نمونه گاز درون سیلندر با پیستون متحرک را زیاد کنیم، حجم آن کاهش مییابد.

نکته فشار با حجم گاز رابطهٔ عکس دارد. یعنی اگر در دمای ثابت، فشار یک نمونه گاز ۲ برابر شود، حجم آن نصف ($\frac{1}{2}$ برابر) میشود.

$$P \propto \frac{1}{V}$$

تست در این آزمایشها، باید دما و مقدار گاز ثابت باشد.

در دمای ثابت، رابطهٔ فشار و حجم یک نمونه گاز را میتوانیم به صورت نمودار روبهرو هم نشان بدهیم:



نکته تناسب $P \propto \frac{1}{V}$ را میتوانیم با کمک یک عدد ثابت، به یک تساوی تبدیل کنیم:

$$P \propto \frac{1}{V} \Rightarrow P = \text{عدد ثابت} \times \frac{1}{V}$$

بنابراین میتوانیم یک نتیجهٔ جالب از آن بگیریم:

$$P \times V = \text{عدد ثابت} \Rightarrow P_1V_1 = P_2V_2$$

خواستان باشد در این رابطه، P_1 و P_2 و همچنین V_1 و V_2 باید واحدهای یکسانی داشته باشند، مثلاً هر دوی V_1 و V_2 برحسب L یا mL باشند.

تست **مخزن یک گاز، حاوی ۳ لیتر گاز اکسیژن با فشار ۴ atm است. اگر آن را به یک مخزن خالی از هوا به حجم ۵ لیتر وصل کنیم، در دمای ثابت، فشار هر مخزن، چند اتمسفر میشود؟**

۱) ۱/۵ ۲) ۰/۶۶ ۳) ۲/۴ ۴) ۲

پاسخ در حالت اول، حجم برابر ۳ لیتر و فشار برابر ۴ اتمسفر است:

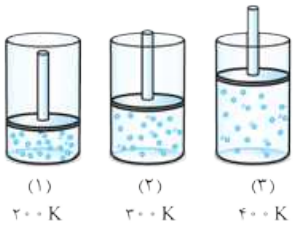
$$V_1 = 3\ L\ ,\ P_1 = 4\ atm$$

وقتی این دو مخزن را به یکدیگر وصل کنیم، حجم کل برابر با ۸ لیتر میشود ($V_2 = 8\ L (3+5=8)$). بنابراین با توجه به رابطهٔ $P_1V_1 = P_2V_2$ میتوانیم فشار نهایی را حساب کنیم:

$$P_1V_1 = P_2V_2 \Rightarrow 4\times3 = P_2\times8 \Rightarrow P_2 = \frac{3}{2} = 1/5\ atm$$

گزینهٔ (۱) صحیح است.

۲ رابطهٔ حجم و دمای گازها در فشار ثابت



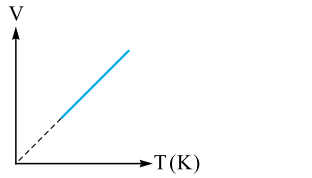
اگر در **فشار ثابت**، دمای یک نمونه گاز درون یک سیلندر با پیستون متحرک را زیاد کنیم، حجم آن افزایش می‌یابد. در واقع با افزایش دمای گاز، سرعت و جنبش مولکول‌های گاز، افزایش یافته است و در نتیجه مولکول‌ها فضای بیشتری را اشغال می‌کنند؛ بنابراین، حجم گاز افزایش می‌یابد.

نکته دمای گاز برحسب کلوین، با حجم گاز رابطهٔ مستقیم دارد. یعنی اگر در فشار ثابت، دما برحسب کلوین برای یک نمونه گاز ۲ برابر شود، حجم گاز هم ۲ برابر می‌شود $V \propto T(K)$.

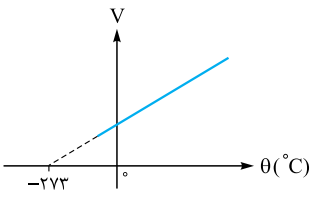
برای مثال حجم گاز در ظرف (۳)، دو برابر حجم گاز در ظرف (۱) است.

نکته در این سه ظرف، فشار و مقدار گاز ثابت است.

در فشار ثابت، رابطهٔ حجم و دمای گاز برحسب کلوین را می‌توانیم به صورت نمودار روبه‌رو نشان دهیم:



نکته اگر بخواهیم محور دما را برحسب درجهٔ سلسیوس بنویسیم، با توجه به رابطهٔ $T = \theta + ۲۷۳$، این نمودار، ۲۷۳ واحد جابه‌جا می‌شود.[۱]



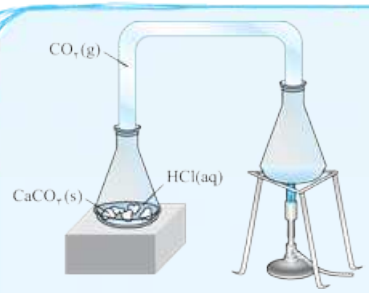
نکته تناسب $V \propto T$ را می‌توانیم با کمک یک عدد ثابت به تساوی تبدیل کنیم. $V \propto T \Rightarrow V = \text{عدد ثابت} \times T$

بنابراین می‌توانیم برای یک نمونه گاز در فشار ثابت، رابطهٔ زیر را در نظر بگیریم:

$$\frac{V}{T} = \text{عدد ثابت} \Rightarrow \frac{V_۱}{T_۱} = \frac{V_۲}{T_۲} \quad \text{یا} \quad \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{T_۲}{T_۱}$$

حواستان باشد در این رابطه $T_۱$ و $T_۲$ باید حتماً برحسب کلوین باشند، همچنین $V_۱$ و $V_۲$ باید واحدهای یکسانی داشته باشند.

نکته اگر در فشار ثابت، دمای یک گاز را در مقیاس کلوین x برابر کنیم، حجم آن گاز x برابر می‌شود.[۲]



تست **یک دانش‌آموز ۴۱/۰ میلی‌لیتر از گاز کربن دی‌اکسید را با استفاده از واکنش کلسیم کربنات جامد و هیدروکلریک اسید، مطابق شکل روبه‌رو در دمای ۲۰ °C تولید کرد. سپس گاز تولیدشده را تا دمای ۳۵ °C بدون تغییر فشار حرارت داد. حجم نهایی گاز $CO_۲$ به تقریب چه‌قدر خواهد بود؟**

۱) ۴۳/۱ mL
۲) ۷۱/۸ mL
۳) ۳۹/۰ mL
۴) ۲۳/۴ mL

پاسخ اول دمای اولیه $(\theta_۱ = ۲۰\ ^\circ C)$ و دمای ثانویه $(\theta_۲ = ۳۵\ ^\circ C)$ را برحسب کلوین حساب می‌کنیم:

$$T_۱ = \theta_۱ + ۲۷۳ = ۲۰ + ۲۷۳ = ۲۹۳\ K \quad , \quad T_۲ = \theta_۲ + ۲۷۳ = ۳۵ + ۲۷۳ = ۳۰۸\ K$$

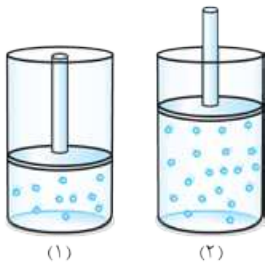
حالا با استفاده از رابطهٔ $\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{T_۲}{T_۱}$، حجم نهایی به دست می‌آید.

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{T_۲}{T_۱} \Rightarrow \frac{V_۲}{۴۱\ mL} = \frac{۳۰۸}{۲۹۳} \Rightarrow V_۲ = \underbrace{\left(\frac{۳۰۸}{۲۹۳}\right)}_{\text{کمی بزرگ‌تر از یک}} \times ۴۱ \simeq ۴۳/۱\ mL$$

از بین گزینه‌ها مشقشه که جواب، گزینهٔ (۱) می‌شه!

گزینهٔ (۱) صحیح است.

۳ رابطهٔ مول با حجم گازها در دما و فشار ثابت



در **دما و فشار ثابت**، اگر تعداد مول یک گاز را افزایش دهیم، حجم آن نیز افزایش می‌یابد.

نکته تعداد مول گاز (n) با حجم گاز (V)، رابطهٔ مستقیم دارد. یعنی اگر در دما و فشار ثابت، تعداد مول گاز ۲ برابر شود، حجم گاز هم ۲ برابر می‌شود؛ مثلاً تعداد مول ظرف (۲) (۲۰ ذره)، ۲ برابر تعداد مول ظرف (۱) (۱۰ ذره) است، بنابراین حجم ظرف (۲) هم ۲ برابر حجم ظرف (۱) است. $(V \propto n)$

نکته در این آزمایش‌ها، باید دما و فشار گاز ثابت باشد.

نکته تناسب $V \propto n$ را می‌توانیم با کمک یک عدد ثابت به یک تساوی تبدیل کنیم: $V \propto n \Rightarrow V = \text{عدد ثابت} \times n$

$$\Rightarrow \frac{V}{n} = \text{عدد ثابت} \Rightarrow \frac{V_۱}{n_۱} = \frac{V_۲}{n_۲} \quad \text{یا} \quad \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{n_۲}{n_۱}$$

حواستان باشد در رابطهٔ مقابل، حجم‌ها باید واحدهای یکسانی داشته باشند.

مستر آووگادرو یک قانون مهم داره به نام قانون آووگادرو:

«در دما و فشار یکسان، حجم یک مول از گازهای گوناگون با هم برابر است.»

می‌بینیم که اگر در رابطهٔ بالا، تعداد مول گاز را ۱ مول بگذاریم، حجم‌ها با هم برابر می‌شوند:

$$\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{n_۲}{n_۱} \Rightarrow \frac{V_۲}{V_۱} = \frac{۱}{۱} \Rightarrow V_۲ = V_۱$$

در واقع نوع گاز در این قانون اهمیتی ندارد؛ مثلاً در دما و فشار اتاق، ۱ مول گاز He و ۱ مول گاز $CO_۲$، حجم یکسانی دارند.

۱- دمای $-۲۷۳\ ^\circ C$ یا ۰ K پایین‌ترین دمایی است که می‌تواند وجود داشته باشد. البته دانشمندان فقط توانستند به نزدیک این دما برسند. *اما فود صفر کلوین، دسترسی ناپذیره!* (در دمای ۰ K حجم گاز به صورت نظری به صفر می‌رسد.)

۲- *ولی اگه مثلاً در فشار ثابت دمای گاز رو از ۱۰۰ درجهٔ سلسیوس به ۳۰۰ درجهٔ سلسیوس افزایش بدیم، حجم گاز سه برابر نمی‌شه!*

تست یک بادکنک را با ۱۶/۵ گرم گاز کربن دی‌اکسید پر می‌کنیم. اگر بخواهیم یک بادکنک دیگر با همان اندازه و در دما و فشار مشابه پر کنیم، به چند گرم گاز هلیم نیاز داریم؟ $(O=16, C=12, He=4: g.mol^{-1})$

۱) ۱ ۲) ۱/۵ ۳) ۲ ۴) ۳

پاسخ دما و فشار یکسان است؛ بنابراین:

$$(I)\ \frac{V_2}{V_1}=\frac{n_2}{n_1}$$

از طرفی چون اندازهٔ دو بادکنک یکسان است، پس حجم گاز درون دو بادکنک هم یکسان است:

$$V_1=V_2$$

با توجه به رابطهٔ (I) خواهیم داشت:

$$\frac{n_2}{n_1}=\frac{V_2}{V_1}=1 \Rightarrow n_2=n_1$$

در ادامه جرم گاز هلیم را محاسبه می کنیم:

راه اول

$$n_2=n_1 \Rightarrow \frac{\text{جرم هلیم}}{\text{جرم مولی هلیم}}=\frac{\text{جرم کربن دی‌اکسید}}{\text{جرم مولی کربن دی‌اکسید}} \Rightarrow \frac{x\ g}{4\ g.mol^{-1}}=\frac{16/5\ g}{44\ g.mol^{-1}}=\frac{33\times 16/5}{2\times 44} \Rightarrow x=1/5y$$

راه دوم کسر تبدیل: از آن‌جا که تعداد مول He و CO_2 برابر است، یک مول هلیم با یک مول CO_2 متناظر است:

$$16/5\ g\ CO_2\times\frac{1\ mol\ CO_2}{44\ g\ CO_2}\times\frac{1\ mol\ He}{1\ mol\ CO_2}\times\frac{4\ g\ He}{1\ mol\ He}=1/5\ g\ He$$

گزینهٔ (۲) صحیح است.

همه با هم! ۳

می‌توانیم همهٔ رابطه‌های گفته‌شده در گازها را، *یک‌کاسه کرده* و همیشه از یک فرمول برای حل مسائل آن‌ها استفاده کنیم.

$$\frac{PV}{nT}=\text{عدد ثابت} \Rightarrow \frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}$$

یک ویژگی خوب این فرمول این است که از آن می‌توانیم در هر شرایطی استفاده کنیم. *حتی همهٔ سؤال‌های قبلی رو می‌تونیم با این فرمول حل کنیم. اگه حال‌وحوصله نداشتی که ببینی چی ثابت هست و چی نیست، از همین فرمول استفاده کن. اونایی که ثابتن خودشون خط می‌خورن!*

تست نمونه‌ای از گاز اکسیژن به حجم ۷۴۵ میلی‌لیتر در دما و فشار اتاق داریم. اگر فشار این گاز را نصف و دمای آن در مقیاس درجهٔ سلسیوس را دو برابر کنیم، حجم نهایی آن برحسب میلی‌لیتر کدام است؟

۱) ۱۴۹۰ ۲) ۱۶۱۵ ۳) ۲۹۸۰ ۴) ۱۸۶۵

پاسخ دما و فشار اتاق به ترتیب $25\ ^\circ C$ و $1\ atm$ است؛ بنابراین فشار نهایی و دمای نهایی گاز برابر $\frac{1}{2}\ atm$ و $50\ ^\circ C$ خواهد بود.

حواسمان هست که دما را باید در مقیاس کلوین بررسی کنیم؛ بنابراین:

$$T_1=\theta_1+273=25+273=298\ K \quad , \quad T_2=\theta_2+273=50+273=323\ K$$

با توجه به رابطهٔ کلی برای گازها داریم:

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2} \xrightarrow[n_1=n_2]{\text{مقدار نمونهٔ گاز، ثابت است.}} \frac{P_1V_1}{T_1}=\frac{P_2V_2}{T_2} \Rightarrow V_2=\frac{P_1V_1}{T_1}\times\frac{T_2}{P_2}=\frac{1\times 745}{298}\times\frac{323}{\frac{1}{2}}=\frac{5\times 149}{2\times 149}\times\frac{323}{\frac{1}{2}}=\frac{5\times 323}{\frac{1}{2}}=\frac{3230}{2}=1615\ mL$$

گزینهٔ (۲) صحیح است.

تست نمونه‌ای از گاز کربن دی‌اکسید به حجم ۶ لیتر و در دمای ۳۱۳ کلوین در اختیار داریم. ابتدا در دمای ثابت، فشار آن را ۵۰٪ افزایش داده و سپس در فشار ثابت، دمای آن را ۷۵٪ در مقیاس درجهٔ سلسیوس افزایش می‌دهیم. حجم نهایی آن برحسب لیتر کدام است؟

۱) ۳/۶۵ ۲) ۴/۳۸ ۳) ۴/۵۶ ۴) ۷

پاسخ نیازی نیست هر فرایند را جداگانه بررسی کنیم، می‌توانیم برای حالت اولیه و نهایی رابطهٔ $\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}$ را در نظر بگیریم.

فشار در نهایت ۵۰٪ افزایش یافته است. یعنی:

$$P_2=P_1+\frac{50}{100}P_1=\frac{3}{2}P_1$$

دمای اولیه برابر است با:

$$\theta_1=T_1-273=313-273=40\ ^\circ C$$

دما در مقیاس درجهٔ سلسیوس ۷۵٪ افزایش یافته، بنابراین:

$$\text{درصد تغییرات دما در مقیاس درجهٔ سلسیوس}=\frac{\Delta\theta}{\theta_1}\times 100 \Rightarrow 75=\frac{\Delta\theta}{40}\times 100 \Rightarrow \Delta\theta=\frac{75\times 40}{100}=30\ ^\circ C \Rightarrow \theta_2=70\ ^\circ C \Rightarrow T_2=343\ K$$

حالا می‌توانیم حجم نهایی را حساب کنیم:

$$\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2} \Rightarrow \frac{P_1\times 6}{313}=\frac{\frac{3}{2}P_1\times V_2}{343} \Rightarrow V_2=4\times\frac{343}{313}=4\times\left(\frac{313+30}{313}\right)$$

$$V_2=4\times\left(\frac{313}{313}+\frac{30}{313}\right)=4\times 1/1\downarrow=4/4\downarrow \longrightarrow (2)$$

گزینهٔ (۲) صحیح است.

۵/۳ شرایط STP

مستر آووگادرو گفت که در دما و فشار یکسان، حجم یک مول از گازهای گوناگون برابر است، ولی مشخص نکرد که حجم یک مول گاز چه‌قدر است. *راستش* از آن‌جایی که حجم گازها، علاوه بر تعداد مول، به فشار و دما بستگی دارد، در شرایط مختلف حجم گازها می‌تواند متفاوت باشد.

شیمی‌دان‌ها برای این‌که به یک عدد برای حجم مولی گازها برسند، *آمدند* و یک حالت خاص برای دما و فشار در قانون آووگادرو در نظر گرفتند. اسمش را هم گذاشتند؛ شرایط STP[۱].

«به دمای صفر درجهٔ سلسیوس (۲۷۳ K) و فشار ۱ اتمسفر، شرایط STP می‌گوییم.»

نکته **در شرایط STP، حجم یک مول از هر گازی ۲۲/۴ لیتر است.**

تذکر وقتی می‌گوییم هر گازی، یعنی نوع گاز هیچ اهمیتی ندارد. در واقع در شرایط STP، هم ۱ مول گاز O_2، هم ۲۲/۴ لیتر حجم دارد و هم ۱ مول گاز CO_2 یا هر گاز دیگری.

شرایط STP: ۱ mol گاز ≅ ۲۲/۴ L گاز

برای تبدیل مول یک گاز به حجم آن در شرایط STP، می‌توانیم از کسر تبدیل $\frac{\text{۲۲/۴ L گاز}}{\text{۱ mol گاز}}$ استفاده کنیم.

مثال حجم ۰/۵ مول گاز O_2، برابر است با:

$$0/5\,mol\,O_2 \times \frac{22/4\,L\,O_2}{1\,mol\,O_2} = 11/2\,L\,O_2$$

برای تبدیل حجم یک گاز به تعداد مول آن در شرایط STP، می‌توانیم از کسر تبدیل $\frac{\text{۱ mol گاز}}{\text{۲۲/۴ L گاز}}$ استفاده کنیم.

مثال تعداد مول ۵/۶ لیتر گاز N_2، برابر است با:

$$5/6\,L\,N_2 \times \frac{1\,mol\,N_2}{22/4\,L\,N_2} = \frac{5/6}{22/4} = \frac{5/6}{2\times 11/2} = \frac{1}{4} = 0/25\,mol\,N_2$$

(۲×۱۱/۲ و ۲×۵/۶)

نکته تعداد مول‌های یک گاز در شرایط STP را می‌توانیم از رابطهٔ مقابل حساب کنیم:

$$\text{تعداد مول} = \frac{\text{لیترگاز}}{22/4}$$

نسبت $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ (update)

در فصل قبل گفتیم برای کمیت‌های مختلف می‌توانیم نسبت $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ را تشکیل دهیم. این نسبت برای کمیت لیتر گاز در شرایط STP به صورت مقابل است:

$$\frac{\text{لیترگاز در شرایط STP}}{\text{ضریب} \times 22/4} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$$

«لیتر در STP» — «مول»

تست **شمار اتم‌های کلر در ۰/۵۶ لیتر گاز کلر در شرایط STP، برابر شمار اتم‌ها در چند گرم نئون است؟** $(Ne = 20\,g.mol^{-1})$ (سراسری تجربی خارج ۹۲)

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۰/۵ ۴) ۱/۵

پاسخ **اول** برای گاز Cl_2، کمیت «لیتر در STP» و برای اتم‌ها کمیت «تعداد ذره‌ها» را می‌نویسیم:

$$\frac{0/56}{22/4\times 1} = \frac{x}{N_A \times 2} \Rightarrow x = \frac{N_A}{20}$$

(۴×۵/۶ و ۲ و ۱۰)

پس تعداد اتم‌های Ne هم برابر $\frac{N_A}{20}$ است. حالا برای نئون کمیت «گرم» و برای اتم‌ها کمیت «تعداد ذره‌ها» را می‌نویسیم:

$$\frac{x}{20\times 1} = \frac{\frac{N_A}{20}}{N_A \times 1} \Rightarrow x = 1\,g$$

دوم در گام اول، تعداد اتم‌های کلر را حساب می‌کنیم:

$$0/56\,L\,Cl_2 \times \frac{1\,mol\,Cl_2}{22/4\,L\,Cl_2} \times \frac{N_A\,\text{مولکول}\,Cl_2}{1\,mol\,Cl_2} \times \frac{2\,\text{اتم}}{1\,\text{مولکول}\,Cl_2} = \frac{0/56\times 2}{22/4} N_A = \frac{1/12}{2\times 11/2} N_A = \frac{1}{20} N_A$$

(۲×۱۱/۲ و ۱۰)

قرار است تعداد اتم‌ها برابر باشد، پس در گام دوم حساب می‌کنیم که این تعداد اتم نئون چند گرم جرم دارد.

$$\frac{1}{20} N_A\,\text{اتم Ne} \times \frac{1\,mol\,Ne}{N_A\,\text{اتم Ne}} \times \frac{20\,g\,Ne}{1\,mol\,Ne} = 1\,g\,Ne$$

گزینهٔ (۱) صحیح است.

تذکر برای این‌که در شرایط STP، سرعت محاسباتمان بالاتر برود، خوب است که این اعداد را به خاطر بسپاریم. معمولاً در سؤال‌های شرایط STP، این اعداد یا ترکیبی از آن‌ها می‌آید.

میم مولی در STP

۰/۷ — ۱/۴ — ۲/۸ — ۵/۶ — ۱۱/۲ — ۲۲/۴ — ۴۴/۸ — ۸۹/۶ — ۱۷۹/۲ — ۳۵۸/۴

(÷۲ ÷۲ ÷۲ ÷۲ ÷۲ ×۲ ×۲ ×۲ ×۲)

حداقل اعداد رنگی را بلد باش!

مثال $\frac{13/44}{22/4} = \frac{11/2 + 2/24}{22/4} = 0/6$ (۰/۵ و ۰/۱)

نکته می‌دانیم که حدود ۲۰ درصد حجم هوا را گاز اکسیژن تشکیل می‌دهد. ۲۰ درصد یعنی $\frac{1}{5}$، پس در هر ۵ لیتر هوا، ۱ لیتر اکسیژن وجود دارد. ۵ L هوا ≅ ۱ L O_2

یعنی اگر سؤالی حجم O_2 را از روی حجم هوا خواست، کافی است حجم هوا را در $\frac{1}{5}$ ضرب کنیم.

۱- Standard Temperature and Pressure

تست **هر فرد بالغ به طور میانگین ۱۲ بار در دقیقه نفس می‌کشد و هر بار ۰/۵ لیتر هوا به ریه‌هایش وارد می‌شود. به تقریب، در یک شبانه‌روز چند مول اکسیژن وارد شش‌ها می‌شود؟ (شرایط را STP فرض کنید.)** (خود را بیازمایید کتاب درسی دهم)

۱) ۶۸ ۲) ۷۷ ۳) ۱۳۶ ۴) ۱۶۲

پاسخ می‌دانیم هر شبانه‌روز ۲۴ ساعت و هر ساعت ۶۰ دقیقه است، (دقیقه ۶۰×۲۴). پس با توجه به این‌که به تقریب در هر ۵ لیتر هوا، ۱ لیتر O_2 وجود دارد، می‌توانیم تعداد مول اکسیژن را حساب کنیم.

اول تعداد لیتر اکسیژن برابر است با:

$$۲۴\times\cancel{۶۰}^{۶}\times۱۲\times\cancel{۰/۵}\times\frac{۱}{\cancel{۱۰}^{۵}}=۲۴\times۶\times۱۲\,L\,O_2$$

حالا کمیت «مول» و کمیت «لیتر در STP» را برای O_2 می‌نویسیم:

$$\frac{x}{۱}=\frac{۲۴\times۶\times\cancel{۱۲}^{۳}}{\underbrace{۲۲/۴}_{۵/۶}\times۱}\Rightarrow x=\frac{\cancel{۶}^{۳}\times۶\times۳}{\underbrace{۱/۴}_{۰/۷}}=\frac{۵۴}{۰/۷}=\frac{۵۴۰}{۷}=\frac{۴۹۰+۴۹+۱}{۷}=\frac{\overset{۷۰}{۴۹۰}}{۷}+\frac{\overset{۷}{۴۹}}{۷}+\frac{۱}{۷}\simeq ۷۷\,mol$$

دوم

$$۲۴\times۶۰\,\text{دقیقه}\times\underbrace{\frac{۱۲\,\text{تنفس}}{۱\,\text{دقیقه}}}_{\text{تبدیل دقیقه به تنفس}}\times\underbrace{\frac{\overset{۱}{\cancel{۰/۵}}\,L\,\text{هوا}}{۱\,\text{تنفس}}}_{\text{تبدیل تنفس به لیتر هوا}}\times\underbrace{\frac{۱\,L\,O_2}{\underset{۱۰}{\cancel{۵}}\,L\,\text{هوا}}}_{\substack{\text{تبدیل لیتر هوا به لیتر }O_2\\(\text{به تقریب})}}\times\underbrace{\frac{۱\,mol\,O_2}{۲۲/۴\,L\,O_2}}_{\substack{\text{تبدیل لیتر }O_2\text{ به مول }O_2\\\text{در شرایط STP}}}=\frac{۱۴۴\cancel{۰}^{۱}\times\cancel{۱۲}^{۱}}{۱\times۲۲/۴}$$

از آن‌جا که اختلاف بین گزینه‌ها زیاد است، می‌توانیم به صورت تقریبی محاسبه را انجام دهیم:

$$=\frac{۱۴۴\times\cancel{۱۲}^{۱}}{\underbrace{۲۲/۴}_{\simeq ۲۴}}=\frac{۱۴۴}{۲}=\text{کمی بیشتر از }۷۲=\text{کمی بیشتر از}\xrightarrow{\text{بین گزینه‌ها}}۷۷\,mol\,O_2$$

گزینهٔ (۲) صحیح است.

شرایط غیر STP

در شرایط غیر STP، دیگر نمی‌توانیم از عدد ۲۲/۴ به عنوان حجم مولی گازها استفاده کنیم. اگر شرایط STP نباشد، ۳ حالت رخ می‌دهد:

۱) شرایط دما و فشار داده می‌شود و می‌توانیم با رابطهٔ $\frac{P_1V_1}{n_1T_1}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}$ حجم یا مول در شرایط جدید را حساب کنیم.

البته برای این کار، شرایط داده‌شده را با شرایط STP *(که همه‌چیزش رو می‌دونیم!)* مقایسه می‌کنیم:

$$\overbrace{\frac{P_1V_1}{n_1T_1}}^{\text{شرایط STP}}=\overbrace{\frac{P_2V_2}{n_2T_2}}^{\text{شرایط جدید}}\Rightarrow\frac{۱\,atm\times۲۲/۴\,L}{۱\,mol\times۲۷۳\,K}=\frac{P_2V_2}{n_2T_2}$$

حالا هر متغیری که در شرایط جدید خواسته شده باشد (که معمولاً مول (n_2) است) به راحتی محاسبه می‌شود.

تست **برای پرکردن کیسهٔ هوای یک خودرو به ۱۶/۸ لیتر گاز احتیاج داریم. اگر فشار درون کیسهٔ هوا ۳/۲ اتمسفر و دمای درون آن ۹۱ °C باشد، برای پرکردن این کیسه در این شرایط چند گرم گاز نیتروژن نیاز است؟ $(N=۱۴\,g.mol^{-1})$**

۱) ۲۴/۲ ۲) ۲۵/۲ ۳) ۴۸/۴ ۴) ۵۰/۴

پاسخ ابتدا از رابطهٔ زیر و مقایسهٔ شرایط داده‌شده با شرایط STP، تعداد مول N_2 موردنیاز را به دست می‌آوریم:

$$\overbrace{\frac{P_1V_1}{n_1T_1}}^{\text{STP}}=\overbrace{\frac{P_2V_2}{n_2T_2}}^{\text{شرایط جدید}}\Rightarrow\frac{\overbrace{۱\times۲۲/۴}^{۴\times\cancel{۵/۶}^{۳}}}{۱\times\underbrace{۲۷۳}_{۳\times۹۱}}=\frac{\overbrace{۳/۲\times۱۶/۸}^{۳\times\cancel{۵/۶}^{۰/۲}}}{n_2\times\underbrace{(۲۷۳+۹۱)}_{۴\times۹۱}}\Rightarrow n_2=\frac{\cancel{۳/۲}^{۰/۲}\times۳\times۳}{\cancel{۴}\times۴}=۱/۸\,mol$$

حالا گرم N_2 به راحتی محاسبه می‌شود:

$$\frac{\overset{۱N_2}{x}}{۲۸\times۱}\sim\frac{\overset{۱N_2}{۱/۸}}{۱}\Rightarrow x=۲۸\times۱/۸=۵۰/۴\,g\,N_2$$

گزینهٔ (۴) صحیح است.

۲) برای شرایط حاکم بر آزمایش، یک حجم مولی جدید به ما می‌دهند. مثلاً سؤال می‌گوید که «حجم مولی گازها در شرایط آزمایش ۲۵ L است.»

در این حالت می‌توانیم از همان رابطهٔ مربوط به شرایط STP استفاده کنیم، با این تفاوت مهم که به جای عدد ۲۲/۴ باید حجم مولی جدید را به کار ببریم:

$$\frac{\text{لیتر گاز}}{\text{ضریب}\times\text{حجم مولی}}=\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$$
«لیتر با حجم مولی» «مول»

تست **برای سوزاندن مقداری سوخت در یک ماشین نیاز به ۹۶ گرم گاز اکسیژن داریم. برای تأمین این میزان اکسیژن، چند لیتر هوا لازم است؟ (حجم مولی گاز در شرایط آزمایش ۲۴ L است، $O=۱۶\,g.mol^{-1}$)**

۱) ۳۳۶ ۲) ۶۷۲ ۳) ۷۲ ۴) ۳۶۰

پاسخ **اول** اگر x لیتر هوا داشته باشیم، حجم O_2 برابر $\frac{x}{۵}$ لیتر خواهد بود. حالا کمیت‌های «گرم» و «لیتر با حجم مولی» را برای O_2 می‌نویسیم:

$$\frac{\overset{۱O_2}{\text{گرم}}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\sim\frac{\overset{۱O_2}{\text{لیتر}}}{\text{ضریب}\times\text{حجم مولی}}\Rightarrow\frac{\overset{۳}{۹۶}}{۳۲\times۱}=\frac{\frac{x}{۵}}{۲۴\times۱}\Rightarrow x=۳\times\overset{۱۲}{\cancel{۲۴}}\times\overset{\frac{۱۰}{۲}}{۵}=۳۶۰\,L$$

دوم با استفاده از کسر تبدیل‌های مناسب، حجم هوا را حساب می‌کنیم.

$$96\ g\,O_2 \times \underbrace{\frac{1\ mol\,O_2}{32\ g\,O_2}}_{\text{تبدیل جرم به مول } O_2} \times \underbrace{\frac{24\ L\,O_2}{1\ mol\,O_2}}_{\text{تبدیل مول به لیتر } O_2} \times \underbrace{\frac{5\ L\,\text{هوا}}{1\ L\,O_2}}_{\text{تبدیل لیتر به لیتر هوا}} = \frac{96\times 24\times 5}{32} = \frac{3\times 24\times 10}{2} = 360\ L\,\text{هوا}$$

گزینهٔ (۴) صحیح است.

۳ چگالی گاز موردنظر را می‌دهند.

می‌دانیم که چگالی، نسبت جرم به حجم یک ماده است. چگالی گازها اغلب برحسب گرم بر لیتر است.

$$\text{چگالی}\,(g.L^{-1}) = \frac{\text{جرم}\,(g)}{\text{حجم}\,(L)}$$

اگر چگالی یک گاز را داشته باشیم، می‌توانیم از هم‌ارزی مربوط به آن هم استفاده کنیم.

مثال اگر چگالی گاز CO_2 برابر ۱/۱ گرم بر لیتر باشد؛ یعنی در هر ۱ لیتر از آن، ۱/۱ گرم CO_2 وجود دارد. $1\ L\,CO_2 \cong 1/1\ g\,CO_2$

نکته جرم یک گاز را با استفاده از چگالی، می‌توانیم از رابطهٔ زیر حساب کنیم:

$$\text{جرم گاز} = \text{لیتر گاز} \times \text{چگالی گاز}$$

نکته تعداد مول یک گاز با استفاده از چگالی و جرم مولی به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{تعداد مول} = \frac{\text{چگالی} \times \text{لیتر گاز}}{\text{جرم مولی}} \Rightarrow \text{تعداد مول} = \frac{\text{جرم}}{\text{جرم مولی}}$$

بنابراین نسبت $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ برای کمیت «لیتر با چگالی» برابر است با:

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{چگالی} \times \text{لیتر گاز}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}}$$

«مول» — «لیتر با چگالی»

تست **تعداد کل اتم‌ها در ۴ لیتر از گاز SO_3 با چگالی $0/9\ g.L^{-1}$ چه‌قدر است؟ $(S=32, O=16 : g.mol^{-1})$**

۱) $1/08\times10^{23}$ ۲) $8/67\times10^{23}$ ۳) $1/67\times10^{24}$ ۴) $4/67\times10^{23}$

پاسخ **اول** برای گاز SO_3 کمیت «لیتر با چگالی» و برای تعداد اتم‌ها کمیت «تعداد ذره‌ها» را می‌نویسیم:

$$\frac{\text{چگالی} \times \text{لیتر گاز}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد ذره‌ها}}{\text{ضریب} \times 6/02\times10^{23}} \Rightarrow \frac{4\times 0/9}{80\times 1} = \frac{x}{6/02\times10^{23}\times 4} \Rightarrow x = 6/02\times2\times0/9\times10^{22} = 12/04\times9\times10^{21}$$

(SO_3 ~ اتم ۴)

$$\simeq 108\times10^{21} = 1/08\times10^{23}$$

دوم اول جرم SO_3 را با استفاده از چگالی حساب می‌کنیم:

$$\text{چگالی} = \frac{\text{جرم}\,(g)}{\text{حجم}\,(L)} \Rightarrow 0/9 = \frac{\text{جرم } SO_3}{4} \Rightarrow \text{جرم } SO_3 = 3/6\ g$$

حالا با استفاده از جرم SO_3 تعداد اتم‌ها را حساب می‌کنیم:

$$3/6\ g\,SO_3 \times \frac{1\ mol\,SO_3}{80\ g\,SO_3} \times \frac{6/02\times10^{23}\ \text{مولکول}\,SO_3}{1\ mol\,SO_3} \times \frac{4\ \text{اتم}}{1\ \text{مولکول}\,SO_3} = \frac{36\times10^{-1}\times6/02\times10^{23}\times4}{8\times10^{1}} = 18\times6/02\times10^{21} \simeq 108\times10^{21} = 1/08\times10^{23}$$

گزینهٔ (۱) صحیح است.

۴ در بعضی سؤال‌ها، نسبت چگالی دو گاز داده می‌شود. نسبت چگالی دو گاز در دما و فشار یکسان برابر با نسبت جرم مولی آن دو گاز است.

$$\frac{\text{چگالی گاز A}}{\text{چگالی گاز B}} = \frac{\text{جرم مولی گاز A}}{\text{جرم مولی گاز B}}$$

اثباتش هم کاری نداره! می‌دانیم در شرایط دما و فشار یکسان، ۱ مول از گازهای مختلف حجم برابری دارند؛ یعنی حجم ۱ مول گاز A با حجم ۱ مول گاز B برابر است: $V_A = V_B$

اگر ۱ مول از هر گاز داشته باشیم، جرم آن برابر با جرم مولی گاز (M) می‌شود؛ پس:

$$\frac{d_A}{d_B} = \frac{\frac{M_A}{V_A}}{\frac{M_B}{V_B}} \Rightarrow \frac{d_A}{d_B} = \frac{M_A}{M_B}$$

تست **چگالی یک گاز نسبت به چگالی گاز هلیم برابر ۷/۵ است. ۴/۵ گرم از این گاز در شرایط STP چند لیتر حجم دارد؟** $(He=4\ g.mol^{-1})$

۱) ۳/۳۶ ۲) ۱/۴۹ ۳) ۱۴/۹ ۴) ۳۳/۶

پاسخ با توجه به نسبت چگالی‌ها، جرم مولی گاز محاسبه می‌شود:

$$\frac{\text{چگالی گاز}}{\text{چگالی He}} = \frac{\text{جرم مولی گاز}}{\text{جرم مولی He}} \Rightarrow 7/5 = \frac{\text{جرم مولی گاز}}{4} \Rightarrow \text{جرم مولی گاز} = 30\ g.mol^{-1}$$

حالا حساب می‌کنیم ۴/۵ گرم از آن، چه حجمی دارد:

اول

$$\frac{\text{گرم گاز ۱}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{لیتر در STP گاز ۱}}{\text{ضریب} \times 22/4} \Rightarrow \frac{4/5}{1\times30} = \frac{x}{1\times22/4} \Rightarrow x = \frac{22/4\times1/5}{10} = \frac{33/6}{10} = 3/36\ L$$

دوم

$$4/5\ g\ \text{گاز} \times \frac{1\ mol\ \text{گاز}}{30\ g\ \text{گاز}} \times \frac{22/4\ L\ \text{گاز}}{1\ mol\ \text{گاز}} = 3/36\ L\ \text{گاز}$$

گزینهٔ (۱) صحیح است.

محاسبه‌های استوکیومتری ۱

برسیم به قلب تپندهٔ شیمی یعنی استوکیومتری. این بخش مسئولیت همهٔ محاسبه‌های کمّی (محاسبه‌های عددی) را در شیمی به عهده گرفته است. استوکیومتری به ما کمک می‌کند تا مشخص کنیم برای تهیهٔ مقدار معینی از یک فراورده، به چه مقدار از یک واکنش‌دهنده نیاز داریم.

در استوکیومتری فقط و فقط از واکنش موازنه‌شده استفاده می‌کنیم. یک واکنش موازنه‌شده را می‌توانیم به دو صورت بخوانیم: ۱ مولکولی ۲ مولی

$$2SO_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2SO_3(g)$$

۲ مولکول گوگرد تری‌اکسید ← می‌دهد ← ۱ مولکول اکسیژن + ۲ مولکول گوگرد دی‌اکسید :مولکولی

۲ مول گوگرد تری‌اکسید ← می‌دهد ← ۱ مول اکسیژن + ۲ مول گوگرد دی‌اکسید :مولی

وقتی یک واکنش را به صورت مولی می‌خوانیم، در واقع داریم از یک ارتباط کمّی بین مواد شرکت‌کننده در واکنش حرف می‌زنیم. یعنی می‌دانیم در این واکنش این نسبت‌های مولی برقرار است:

$$2\ mol SO_2 \cong 1\ mol O_2 \cong 2\ mol SO_3$$

«نسبت‌های مولی بین دو ماده در یک واکنش موازنه‌شده، برابر با نسبت ضریب استوکیومتری آن‌ها است.»

از این هم‌ارزی‌ها می‌توانیم به صورت کسر تبدیل استفاده کنیم و با استفاده از آن تعداد مول یک ماده را از روی تعداد مول مادهٔ دیگری حساب کنیم:

$$\frac{2\ mol SO_3}{1\ mol O_2} \text{ یا } \frac{1\ mol O_2}{2\ mol SO_3}$$

رابطهٔ مولی ـ مولی ۱

بعضی وقت‌ها، تعداد مول یک مادهٔ شرکت‌کننده در واکنش را می‌دهند و تعداد مول یک مادهٔ دیگر را از ما می‌خواهند. برای این‌کار می‌توانیم از نسبت‌های مولی به صورت کسر تبدیل استفاده کنیم:

تعداد مول A $\xrightarrow{\times \frac{\text{ضریب استوکیومتری B}}{\text{ضریب استوکیومتری A}}}$ تعداد مول B

نسبت $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$، روش سوپرسرعتی!

همان‌طور که گفتیم: «در یک **واکنش موازنه‌شده** یا **یک هم‌ارزی**، نسبت $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ ماده‌ها با هم برابر است.»

یعنی اگر اطلاعات ماده‌ای را به ما دادند (*ما پوش می‌گیم مادهٔ معلوم*) و اطلاعات مادهٔ دیگری را از ما خواستند (*ما پوش می‌گیم مادهٔ مجهول*)، نسبت $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ هر کدام را با توجه به کمیت آن می‌نویسیم و با هم، برابر قرار می‌دهیم. در این صورت مجهول موردنظر ما محاسبه می‌شود، *مثل باقلوا!*

$$\text{(براساس کمیت خواسته‌شده) مادهٔ مجهول } \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} \text{ مادهٔ معلوم (براساس کمیت داده‌شده)}$$

ما تا الان برای کمیت‌های زیر، نسبت $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ را یاد گرفتیم:

$$\frac{\text{چگالی} \times \text{لیترگاز}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{لیترگاز}}{\text{ضریب} \times \text{حجم مولی}} = \frac{\text{لیتر در STP}}{\text{ضریب} \times 22/4} = \frac{\text{گرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{تعداد ذره‌ها}}{\text{ضریب} \times 6/02 \times 10^{23}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$$

«لیتر با چگالی» «لیتر با حجم مولی» «لیتر در STP» «گرم» «تعداد ذره‌ها» «مول»

تست **اگر ۰/۵ مول از لیتیم نیترید در واکنش زیر مصرف شود، در مجموع چند مول فراورده تشکیل می‌شود؟** (سراسری تجربی ۹۵)

واکنش موازنه‌نشده: $Li_3N(s) + H_2O(l) \rightarrow LiOH(aq) + NH_3(aq)$

۱) ۲/۵ ۲) ۲ ۳) ۱/۵ ۴) ۱

پاسخ واکنش موازنه‌شده به صورت روبه‌رو است: $Li_3N + 3H_2O \rightarrow 3LiOH + NH_3$

اول نسبت $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$، تعداد مول هر فراورده را جدا حساب می‌کنیم:

$1Li_3N \sim 1NH_3$

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{0/5}{1} = \frac{y}{1} \Rightarrow y = 0/5\ mol\ NH_3$$

$1Li_3N \sim 3LiOH$

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{0/5}{1} = \frac{x}{3} \Rightarrow x = 1/5\ mol\ LiOH$$

دوم روش کسر تبدیل:

$$0/5\ mol\ Li_3N \times \frac{1\ mol\ NH_3}{1\ mol\ Li_3N} = 0/5\ mol\ NH_3$$

$$0/5\ mol\ Li_3N \times \frac{3\ mol\ LiOH}{1\ mol\ Li_3N} = 1/5\ mol\ LiOH$$

بنابراین در مجموع ۲ مول فراورده تشکیل می‌شود ($0/5 + 1/5 = 2$).

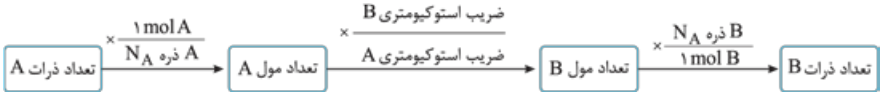
گزینهٔ (۲) صحیح است.

روابط مولی ـ ذره‌ای ۲

در بعضی سؤال‌ها تعداد مول یک ماده را می‌دهند و تعداد ذره‌های یک مادهٔ دیگر را می‌خواهند یا برعکس. در این سؤال‌ها اول تعداد مول مادهٔ معلوم را با استفاده از نسبت‌های مولی، به تعداد مول مادهٔ مجهول تبدیل می‌کنیم و بعد با استفاده از کسر تبدیل عدد آووگادرو، تعداد ذره‌های مادهٔ مجهول محاسبه می‌شود.

۱- *توجه! توجه!* درس‌نامهٔ استوکیومتری *یه‌پواری* مهم‌ترین درس‌نامهٔ *این کتابه!* چرا که برای حل تمام تست‌هایی که با محاسبهٔ کمّی در واکنش‌های شیمیایی سروکار دارند و درصد قابل توجهی از تست‌های کنکور را تشکیل می‌دهند، باید *دست به دامان* روابط استوکیومتری شوید. *پس سراپاگوش باشید!*

نقشهٔ مقابل به ما کمک می‌کند تا انواع تبدیل‌ها را بین ذره‌ها و تعداد مول انجام دهیم.



همچنان می‌توانیم بدون در نظر گرفتن راه بالا و تنها از نسبت‌های $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ سؤال را به راحتی حل کنیم. تنها باید برای کمیت «تعداد ذره‌ها» از نسبت « $\frac{\text{تعداد ذره‌ها}}{\text{ضریب} \times ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}}$ » استفاده کنیم.

تست **از واکنش $۲/۹۲ \times ۱۰^{۲۳}$ مولکول هیدروکلریک اسید در واکنش موازنه‌نشدهٔ زیر، چند مولکول کلر تولید می‌شود؟**

$$MnO_۲ + HCl \rightarrow MnCl_۲ + Cl_۲ + H_۲O$$

۱) $۷/۳ \times ۱۰^{۲۱}$ ۲) $۱/۴۶ \times ۱۰^{۲۲}$ ۳) $۷/۳ \times ۱۰^{۲۲}$ ۴) $۱/۴۶ \times ۱۰^{۲۱}$

پاسخ واکنش موازنه‌شده به صورت روبه‌رو است:

$$MnO_۲ + ۴HCl \rightarrow MnCl_۲ + Cl_۲ + ۲H_۲O$$

اول برای HCl کمیت تعداد ذره‌ها داده شده و برای $Cl_۲$ کمیت تعداد ذره‌ها خواسته شده است؛ بنابراین:

$$\frac{۴HCl}{\text{تعداد ذره‌ها}} \sim \frac{۱Cl_۲}{\text{تعداد ذره‌ها}} \Rightarrow \frac{۲/۹۲ \times ۱۰^{۲۳}}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \times ۴} = \frac{x}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \times ۱} \Rightarrow x = \frac{۲/۹۲ \times ۱۰^{۲۳}}{۴} = \frac{۲۹۲ \times ۱۰^{۲۱}}{۴}$$

$$= ۷۳ \times ۱۰^{۲۱} = ۷/۳ \times ۱۰^{۲۲}$$

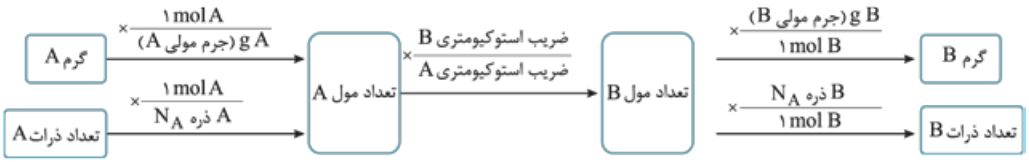
دوم

$$۲/۹۲ \times ۱۰^{۲۳} \text{ مولکول HCl} \times \frac{۱ \text{ mol HCl}}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \text{ مولکول HCl}} \times \frac{۱ \text{ mol } Cl_۲}{۴ \text{ mol HCl}} \times \frac{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \text{ مولکول } Cl_۲}{۱ \text{ mol } Cl_۲} = ۷/۳ \times ۱۰^{۲۲} \text{ مولکول } Cl_۲$$

گزینهٔ (۳) صحیح است.

۳-۳ روابط مولی ـ جرمی

در بعضی سؤال‌ها گرم یک ماده، داده می‌شود یا گرم یک ماده، خواسته می‌شود. در این سؤال‌ها باید از جرم مولی ماده‌ها هم به عنوان کسر تبدیل جدید استفاده کنیم.



نقشهٔ بالا به ما کمک می‌کند تا انواع تبدیل‌ها بین تعداد مول، تعداد ذره‌ها و جرم ماده‌ها را انجام دهیم.

می‌توانیم بدون در نظر گرفتن راه بالا و فقط از روش $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ سؤال را *مثل هلو* حل کنیم. تنها باید برای کمیت «گرم» از نسبت « $\frac{\text{گرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}}$ » استفاده کنیم.

تست **در واکنش $CaCN_۲ + H_۲O \rightarrow CaCO_۳ + NH_۳$، مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد پس از موازنهٔ معادله، کدام است و اگر ۰/۱ مول $CaCN_۲$ در این واکنش شرکت کند، چند گرم کلسیم کربنات به دست می‌آید؟ $(Ca = ۴۰, O = ۱۶, C = ۱۲ : g.mol^{-۱})$** (سراسری ریاضی خارج ۹۵)

۱) ۱۰،۸ ۲) ۲۰،۷ ۳) ۲۰،۸ ۴) ۱۰،۷

پاسخ واکنش موازنه‌شده به صورت روبه‌رو است:

$$CaCN_۲ + ۳H_۲O \rightarrow CaCO_۳ + ۲NH_۳$$

بنابراین مجموع ضریب‌های استوکیومتری برابر ۷ است $(۷ = ۲ + ۱ + ۳ + ۱)$.

تا این‌جا ۱ و ۳ *پر!* برای $CaCN_۲$ کمیت مول داریم و برای $CaCO_۳$ کمیت گرم را می‌خواهیم، بنابراین:

اول

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} \sim \frac{۱CaCN_۲}{\text{گرم}} \quad \frac{\text{گرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \sim \frac{۱CaCO_۳}{} \Rightarrow \frac{۰/۱}{۱} = \frac{x}{۱۰۰ \times ۱} \Rightarrow x = ۱۰ \text{ g}$$

دوم

$$۰/۱ \text{ mol } CaCN_۲ \times \frac{۱ \text{ mol } CaCO_۳}{۱ \text{ mol } CaCN_۲} \times \frac{۱۰۰ \text{ g } CaCO_۳}{۱ \text{ mol } CaCO_۳} = ۱۰ \text{ g } CaCO_۳$$

گزینهٔ (۴) صحیح است.

تست **اگر محلول کلرید یک فلز (X) که دارای ۲/۷ گرم از این نمک است با مقدار کافی محلول نقره نیترات، مطابق واکنش موازنه‌نشدهٔ زیر، ۵/۷۴ گرم نقره کلرید تشکیل دهد، نسبت جرم مولی این فلز به ظرفیت آن (n) کدام است؟ $(Ag = ۱۰۸ , Cl = ۳۵/۵ : g.mol^{-۱})$** (سراسری ریاضی ۹۵)

$$XCl_n + AgNO_۳ \rightarrow AgCl + X(NO_۳)_n$$

۱) ۶۷/۵ ۲) ۵۴ ۳) ۴۶ ۴) ۳۲

پاسخ واکنش موازنه‌شده، به صورت روبه‌رو است:

$$XCl_n + nAgNO_۳ \rightarrow nAgCl + X(NO_۳)_n$$

برای XCl_n کمیت گرم داده شده و برای AgCl هم کمیت گرم داریم؛ بنابراین:

اول

$$\frac{۱ XCl_n}{\text{گرم}} \sim \frac{nAgCl}{\text{گرم}} \quad \frac{\text{گرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{۲/۷}{(M_X + ۳۵/۵n) \times ۱} = \frac{\overbrace{۴ \times ۱/۴۳۵}^{۵/۷۴}}{\underbrace{۱۴۳/۵ \times n}_{۱۰۰}} \Rightarrow ۲۷۰n = ۴M_X + ۱۴۲n \Rightarrow ۱۲۸n = ۴X \Rightarrow \frac{M_x}{n} = \frac{۱۲۸}{۴} = ۳۲$$

دوم

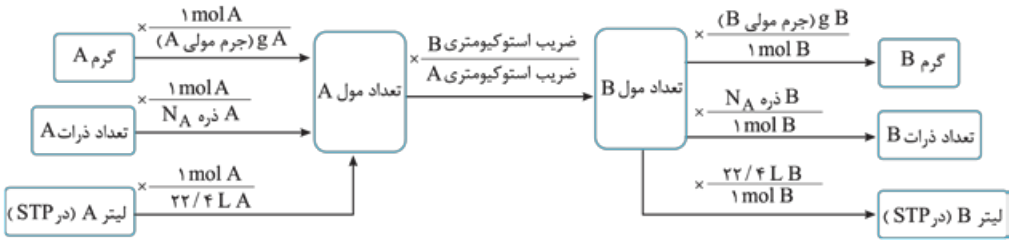
$$۲/۷\,g\,XCl_n \times \frac{۱\,mol\,XCl_n}{(M_X+۳۵/۵n)\,g\,XCl_n} \times \frac{n\,mol\,AgCl}{۱\,mol\,XCl_n} \times \frac{۱۴۳/۵\,g\,AgCl}{۱\,mol\,AgCl} = \frac{۵/۷۴}{} \Rightarrow ۲۷۰n = ۴M_X + ۱۴۲n \Rightarrow \frac{M_X}{n} = \frac{۱۲۸}{۴} = ۳۲$$

گزینهٔ (۴) صحیح است.

۴ روابط مولی ـ حجمی در شرایط STP

می‌دانیم که در شرایط STP، حجم ۱ مول از هر گازی برابر ۲۲/۴ لیتر است. در بعضی سؤال‌ها با اشاره به این‌که شرایط حاکم بر واکنش STP است، کمیت حجم یک گاز را می‌دهند و یا می‌خواهند.

در حل این سؤال‌ها، باید از کسر تبدیل شرایط STP ($\frac{۱\,mol\,\text{گاز}}{۲۲/۴\,L\,\text{گاز}}$ یا $\frac{۲۲/۴\,L\,\text{گاز}}{۱\,mol\,\text{گاز}}$) استفاده کنیم.



این نقشه به ما کمک می‌کند تا انواع تبدیل‌ها را بین تعداد مول، تعداد ذره‌ها، جرم ماده‌ها و حجم گازها در شرایط STP انجام دهیم.

باز هم می‌توانیم بدون استفاده از روش کسر تبدیل و تنها به کمک نسبت‌های $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$، سؤال را *مثل باقلوا!* حل کنیم. تنها باید برای کمیت «لیتر در STP» از نسبت «$\frac{\text{لیتر گاز در شرایط STP}}{\text{ضریب} \times ۲۲/۴}$» استفاده کنیم.

تست مخلوطی به جرم ۵ گرم از CaO و $CaC_۲$ در آب انداخته شده تا واکنش‌های موازنه‌نشدهٔ زیر انجام شود. اگر حجم گاز جمع‌آوری‌شده در شرایط STP برابر ۱/۰۵ لیتر باشد، چند درصد جرم مخلوط اولیه را کلسیم اکسید تشکیل می‌دهد؟ $(Ca=۴۰, O=۱۶, C=۱۲ : g.mol^{-1})$ (سراسری تجربی خارج ۹۲)

$$CaO(s) + H_۲O(l) \rightarrow Ca(OH)_۲(aq)$$
$$CaC_۲(s) + H_۲O(l) \rightarrow Ca(OH)_۲(aq) + C_۲H_۲(g)$$

۱) ۴۰ ۲) ۵۰ ۳) ۵۵ ۴) ۶۰

پاسخ واکنش‌های موازنه‌شده به صورت روبه‌رو هستند:

$$CaO(s) + H_۲O(l) \rightarrow Ca(OH)_۲(aq)$$
$$CaC_۲(s) + ۲H_۲O(l) \rightarrow Ca(OH)_۲(aq) + C_۲H_۲(g)$$

می‌بینیم تنها گازی که تولید می‌شود $C_۲H_۲(g)$ است. پس با استفاده از آن می‌توانیم جرم $CaC_۲$ را حساب کنیم.

برای $C_۲H_۲(g)$ کمیت لیتر گاز در STP را داریم و برای $CaC_۲$ کمیت گرم را می‌خواهیم؛ بنابراین:

اول

$$\frac{\overbrace{۱CaC_۲}^{\text{گرم}}}{\underbrace{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}}_{۶۴ \times ۱}} \sim \frac{\overbrace{۱C_۲H_۲}^{\text{لیتر } C_۲H_۲}}{\underbrace{\text{ضریب} \times ۲۲/۴}_{۲۲/۴ \times ۱}} \Rightarrow \frac{x}{۶۴ \times ۱} = \frac{\overbrace{(۱+\frac{۱}{۲۰})}^{۲۱/۲۰}}{۲۲/۴ \times ۱} \Rightarrow x = \frac{۶۴ \times (۱+\frac{۱}{۲۰})}{۲۲/۴} = \frac{\overbrace{۶۴ + \frac{۶۴}{۲۰}}^{۶۷/۲}}{۲۲/۴} = \frac{\overbrace{۳ \times ۲۲/۴}^{۶۷/۲}}{۲۲/۴} = ۳\,g$$

دوم

$$۱/۰۵\,L\,C_۲H_۲ \times \frac{۱\,mol\,C_۲H_۲}{۲۲/۴\,L\,C_۲H_۲} \times \frac{۱\,mol\,CaC_۲}{۱\,mol\,C_۲H_۲} \times \frac{۶۴\,g\,CaC_۲}{۱\,mol\,CaC_۲} = ۳\,g\,CaC_۲$$

جرم مخلوط CaO و $CaC_۲$، ۵ گرم بوده که ۳ گرم آن $CaC_۲$ است، پس جرم CaO برابر ۲ گرم بوده است؛ بنابراین درصد جرمی CaO برابر است با:

$$\text{درصد جرمی } CaO = \frac{\text{جرم } CaO}{\text{جرم کل مخلوط}} \times ۱۰۰ = \frac{۲}{۵} \times \frac{۲۰}{۱۰۰} = ٪۴۰$$

گزینهٔ (۱) صحیح است.

۵ روابط مولی ـ حجمی در شرایط غیر STP

گفتیم که اگر شرایط غیر STP باشد، سه حالت پیش می‌آید:

حالت اول: شرایط دما و فشار داده می‌شود.

در این حالت اگر کمیتی از یک ماده را دادند و حجم گاز را خواستند، اول با روش $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$، تعداد مول ماده در شرایط جدید $(n_۲)$ را حساب می‌کنیم و بعد با استفاده از مقایسهٔ شرایط STP و شرایط جدید و رابطهٔ $\frac{\overbrace{P_۱V_۱}^{\text{شرایط STP}}}{n_۱T_۱} = \frac{\overbrace{P_۲V_۲}^{\text{شرایط جدید}}}{n_۲T_۲}$، حجم گاز را در شرایط جدید حساب می‌کنیم.

تست گاز نیتروژن موردنیاز برای پرشدن کیسهٔ هوای خودرو از تجزیهٔ سدیم آزید (NaN_3)، مطابق واکنش موازنه‌نشدهٔ: $NaN_3(s) \rightarrow Na(s) + N_2(g)$ به دست می‌آید. اگر با مصرف ۱۳ گرم سدیم آزید و انجام واکنش، دمای درون کیسهٔ هوا به ۱۲۷ °C برسد، حجم گاز درون کیسهٔ هوا در این لحظه به تقریب، چند لیتر خواهد بود؟ (فشار گاز درون کیسه ۱ اتمسفر فرض شود.) $(Na = 23 , N = 14 : g.mol^{-1})$ (سراسری ریاضی ۹۵)

۱) ۶/۷۲ ۲) ۸/۲۵ ۳) ۹/۸۵ ۴) ۱۱/۴۵

پاسخ واکنش موازنه‌شده، به صورت روبه‌رو است: $2NaN_3(s) \rightarrow 2Na(s) + 3N_2(g)$

اول برای NaN_3، کمیت «گرم» را داریم و برای N_2 کمیت «مول» را می‌خواهیم:

$$\frac{2NaN_3 \text{ گرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{N_2 \text{ مول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{13}{65 \times 2} = \frac{x}{3} \Rightarrow x = 0/3 \text{ mol}$$

دوم

$$13 \text{ g } NaN_3 \times \frac{1 \text{ mol } NaN_3}{65 \text{ g } NaN_3} \times \frac{3 \text{ mol } N_2}{2 \text{ mol } NaN_3} = 0/3 \text{ mol } N_2$$

دوم در شرایط جدید، دمای گاز N_2 از ۰ °C به ۱۲۷ °C می‌رسد؛ یعنی:

$$T_2 = \theta_2 + 273 = 127 + 273 = 400 \text{ K}$$

حالا می‌توانیم با استفاده از رابطهٔ $\frac{P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{P_2V_2}{n_2T_2}$، حجم را در شرایط جدید حساب کنیم:

$$\frac{\text{شرایط STP}\ P_1V_1}{n_1T_1} = \frac{\text{شرایط جدید}\ P_2V_2}{n_2T_2} \Rightarrow \frac{1 \text{ atm} \times 22/4 \text{ L}}{1 \text{ mol} \times 273 \text{ K}} = \frac{1 \text{ atm} \times V_2}{0/3 \text{ mol} \times 400 \text{ K}} \Rightarrow V_2 = \frac{22/4 \times 0/3 \times 400}{273}$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{224 \times 3 \times 4}{273} = \frac{672 \times 4}{273} \simeq \frac{675 \times 4}{270} \simeq \frac{7/5 \times 4}{3} \simeq 10 \text{ L} \simeq 9/85 \text{ L}$$

(۶۷۵↓، ۲۷۰↑، ۷/۵×۹۰، ۳×۹۰، ۲/۵، ۳، ۹/۸۵ ≈) ← بین گزینه‌ها ③

از آن‌جا که صورت کمی کم‌تر از ۶۷۵ (↓ ۶۷۵) و مخرج کمی بیشتر از ۲۷۰ (↑ ۲۷۰) است، پس عدد حاصل کمی کم‌تر از ۱۰ (↓ ۱۰) خواهد بود.

گزینهٔ (۳) صحیح است.

حالت دوم حجم مولی گازها در شرایط آزمایش داده می‌شود.

مثلاً اگر مسئله بگوید که حجم مولی گازها ۲۵ L است، کسر تبدیل مربوط به تبدیل مول به لیتر گاز و برعکس، به صورت زیر خواهد بود: $\frac{\text{۲۵ L گاز}}{\text{۱ mol گاز}}$ یا $\frac{\text{۱ mol گاز}}{\text{۲۵ L گاز}}$

همچنان می‌توانیم از روش $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ استفاده کنیم. تنها باید برای کمیت «لیتر با حجم مولی» از نسبت «$\frac{\text{لیتر گاز}}{\text{ضریب} \times \text{حجم مولی}}$» استفاده کنیم.

تست برای سوختن کامل یک مول از ۱ـ بوتانول طبق واکنش موازنه‌نشدهٔ زیر، چند لیتر هوا لازم است؟ (۲۰ درصد حجم هوا را اکسیژن تشکیل می‌دهد و حجم مولی گازها در شرایط آزمایش ۲۵ L است.)

$$C_4H_9OH(l) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$$

۱) ۶۲۵ ۲) ۶۸۷/۵ ۳) ۷۵۰ ۴) ۸۱۲/۵ (سراسری تجربی خارج ۹۴)

پاسخ اول واکنش را موازنه می‌کنیم:

$$C_4H_9OH(l) + 6O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 5H_2O(g)$$

بعد حجم O_2 را با استفاده از حجم مولی گازها حساب می‌کنیم. به این منظور، برای C_4H_9OH کمیت «مول» و برای O_2 کمیت «لیتر با حجم مولی» را می‌نویسیم:

$$\frac{1C_4H_9OH \text{ مول}}{\text{ضریب}} = \frac{6O_2 \text{ لیتر } O_2}{\text{ضریب} \times \text{حجم مولی}} \Rightarrow \frac{1}{1} = \frac{x}{25 \times 6} \Rightarrow x = 25 \times 6 = 150 \text{ L } O_2$$

حالا با استفاده از این‌که ۲۰ درصد $(\frac{1}{5})$ حجم هوا را اکسیژن تشکیل می‌دهد، حجم هوای لازم به دست می‌آید:

$$150 \text{ L } O_2 \times \frac{5 \text{ L هوا}}{1 \text{ L } O_2} = 750 \text{ L هوا}$$

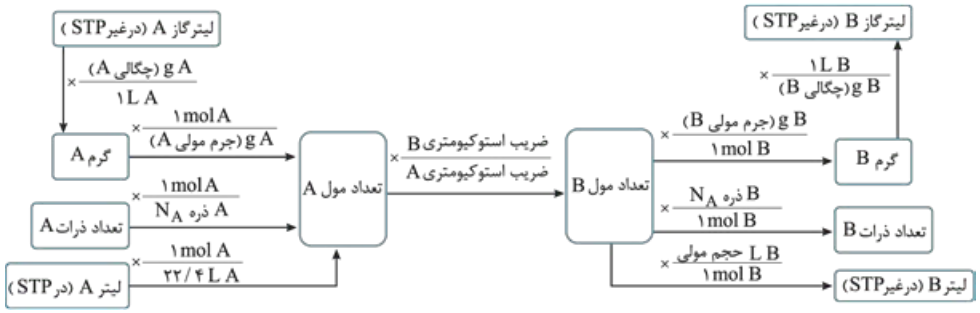
دوم می‌توانیم با استفاده از کسرهای تبدیل بنویسیم:

$$1 \text{ mol } C_4H_9OH \times \frac{6 \text{ mol } O_2}{1 \text{ mol } C_4H_9OH} \times \frac{25 \text{ L } O_2}{1 \text{ mol } O_2} \times \frac{5 \text{ L هوا}}{1 \text{ L } O_2} = 750 \text{ L هوا}$$

گزینهٔ (۳) صحیح است.

حالت سوم چگالی گاز داده می‌شود.

وقتی که چگالی یک گاز داده شود و بخواهیم با استفاده از حجم آن، به کمیتی برای یک مادهٔ دیگر برسیم، اول لیتر گاز را با کسر $\frac{\text{گاز } d \text{ g (چگالی)}}{\text{گاز } 1 \text{ L}}$ به جرم آن تبدیل می‌کنیم، بعد جرم گاز را با جرم مولی آن به مول گاز تبدیل کرده و ادامهٔ راه هم دقیقاً مثل قبل ادامه می‌دهیم.



نقشهٔ صفحهٔ قبل به ما کمک می‌کند، که همهٔ تبدیل‌های ممکن بین تعداد مول، تعداد ذره‌ها، جرم ماده، حجم در شرایط STP و حجم در شرایط غیر STP را انجام دهیم.

دیگه نگم دیگه، همچنان می‌توانیم بدون در نظر گرفتن راه بالا و تنها از روش $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ سؤال را *مثل بنز!* حل کنیم. تنها باید برای کمیت «لیتر با چگالی» از نسبت «$\frac{\text{چگالی گاز} \times \text{لیتر گاز}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}}$» استفاده کنیم.

تست **$۹/۰۳\times۱۰^{۲۲}$ اتم آهن، برابر چند مول است و در واکنش با مقدار کافی سولفوریک اسید مطابق واکنش $Fe + H_۲SO_۴ \rightarrow FeSO_۴ + H_۲$، چند لیتر گاز هیدروژن آزاد می‌سازد؟ (چگالی گاز هیدروژن در شرایط واکنش برابر $۰/۰۸\ g.L^{-۱}$ است. گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)** (سراسری ریاضی ۹۳)

۱) ۴/۵ ، ۰/۱۸ ۲) ۳/۹ ، ۰/۱۸ ۳) ۳/۲۵ ، ۰/۱۵ ۴) ۳/۷۵ ، ۰/۱۵

پاسخ با یک نگاه به گزینه‌ها، می‌بینیم که تنها کافی است که قسمت دوم سؤال را حل کنیم!

اول با استفاده از کمیت «تعداد ذره‌ها» برای Fe و کمیت «لیتر با چگالی» برای هیدروژن داریم:

$$\frac{\text{تعداد ذره‌ها}_{Fe}}{\text{ضریب} \times ۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}} = \frac{\text{چگالی} \times \text{لیتر}_{H_۲}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{۹/۰۳\times۱۰^{۲۲}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\times۱} = \frac{x\times۰/۰۸}{۲\times۱} \Rightarrow x = \frac{۳}{۰/۰۸\times۱۰} = \frac{۳}{۸}\times۱۰ = ۰/۳۷۵\times۱۰ = ۳/۷۵\ L$$

دوم
$$۹/۰۳\times۱۰^{۲۲}\ \text{اتم Fe} \times \frac{۱\ \text{mol Fe}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\ \text{اتم Fe}} \times \frac{۱\ \text{mol}\ H_۲}{۱\ \text{mol Fe}} \times \frac{۲\ \text{g}\ H_۲}{۱\ \text{mol}\ H_۲} \times \frac{۱\ \text{L}\ H_۲}{۰/۰۸\ \text{g}\ H_۲} = ۳/۷۵\ \text{L}\ H_۲$$

گزینهٔ (۴) صحیح است.

حالت چهارم در بعضی از سؤال‌های استوکیومتری دو یا چند واکنش مطرح می‌شود.

در این سؤال‌ها اطلاعات یک ماده در واکنش اول را می‌دهند و اطلاعات یک مادهٔ دیگر را در واکنش دوم می‌خواهند. برای حل این سؤال‌ها باید مادهٔ مشترک دو واکنش را پیدا کنیم.

مثلاً در واکنش‌های زیر، جرم $C_۲H_۲$ از واکنش اول را می‌دهند و جرم $CaCO_۳$ در واکنش دوم را می‌خواهند.

۱) $۲C_۲H_۲ + ۵O_۲ \rightarrow \mathbf{۴CO_۲} + ۲H_۲O$ ۲) $CaO + \mathbf{CO_۲} \rightarrow CaCO_۳$

برای حل این سؤال باید مادهٔ مشترک ($CO_۲$) را در نظر بگیریم. با توجه به آن: ۱) با توجه به جرم $C_۲H_۲$، تعداد مول $CO_۲$ را در واکنش اول حساب می‌کنیم.

۲) با استفاده از تعداد مول $CO_۲$، جرم $CaCO_۳$ را در واکنش دوم به دست می‌آوریم.

تست **با توجه به واکنش‌های موازنه‌نشدهٔ زیر، چند گرم آلومینیم باید با هیدروکلریک اسید (HCl) واکنش دهد تا گاز به دست آمده با ۱۶ گرم اکسیژن، واکنش کامل دهد؟ $(Al = ۲۷ , O = ۱۶ : g.mol^{-۱})$**

$Al + HCl \rightarrow AlCl_۳ + H_۲$ ، $H_۲ + O_۲ \rightarrow H_۲O$

۱) ۲/۷ ۲) ۹ ۳) ۱۳/۵ ۴) ۱۸ (سراسری ریاضی ۹۴)

پاسخ واکنش‌های موازنه‌شده، به صورت مقابل هستند:

$$۲Al + ۶HCl \rightarrow ۲AlCl_۳ + ۳H_۲ \qquad ۲H_۲ + O_۲ \rightarrow ۲H_۲O$$

اول با استفاده از جرم اکسیژن ($O_۲$) در واکنش دوم، تعداد مول $H_۲$ را حساب می‌کنیم.

$$۱۶\ \text{g}\ O_۲ \times \frac{۱\ \text{mol}\ O_۲}{۳۲\ \text{g}\ O_۲} \times \frac{۲\ \text{mol}\ H_۲}{۱\ \text{mol}\ O_۲} = ۱\ \text{mol}\ H_۲$$

دوم حالا با استفاده از تعداد مول $H_۲$ می‌توانیم جرم آلومینیم را از واکنش اول به دست بیاوریم.

$$۱\ \text{mol}\ H_۲ \times \frac{۲\ \text{mol Al}}{۳\ \text{mol}\ H_۲} \times \frac{۲۷\ \text{g Al}}{۱\ \text{mol Al}} = ۱۸\ \text{g Al}$$

گزینهٔ (۴) صحیح است.

در ادامه با روشی *آشنا می‌شید* که به کمک آن، می‌توان مثال بالا را خیلی سریع‌تر حل کرد.

نسبت $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ هم‌چنان یکه‌تازی می‌کند!

در سؤال‌های استوکیومتری، که ۲ یا چند واکنش مطرح شود، مثلاً طراح محترم! اطلاعات یک ماده در واکنش اول را بدهد (مثل A) و اطلاعات یک مادهٔ دیگر در واکنش دوم را بخواهد (مثل G)، می‌توانیم از روش زیر، سؤال را با نسبت‌های $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ حل کنیم:

۱) $A + B \rightarrow C + D$ ۲) $\mathbf{۲}C + E \rightarrow F + ۳G$

در این سؤال‌ها یک مادهٔ مشترک (مثل C) وجود دارد.

بیایید اول تکلیف مادهٔ مشترک را روشن کنیم!

مادهٔ مشترک

در اصل تعریف مادهٔ مشترک به صورت مقابل است: «مادهٔ مشترک ماده‌ای است که مطمئن باشیم مقدار آن در **دو واکنش** یا **دو هم‌ارزی** یکسان است.»

یعنی اگر در سؤالی، صورت سؤال به ما بفهماند که مقدار یک ماده در دو واکنش یا دو هم‌ارزی یکسان است، ما می‌توانیم آن ماده را به عنوان مادهٔ مشترک در نظر بگیریم.

مثلاً دو واکنش روبه‌رو را در نظر بگیرید: $MgCO_۳(s) \rightarrow MgO(s) + CO_۲(g)$ $CaCO_۳(s) \rightarrow CaO(s) + CO_۲(g)$

اگر صورت سؤال مثلاً بگوید که حجم گاز تولیدشده در دو واکنش یکسان است، ما می‌توانیم گاز $CO_۲$ را به عنوان مادهٔ مشترک بین این دو واکنش در نظر بگیریم.

حالا اگر صورت سؤال اشاره‌ای به یکسان‌بودن مقدار یک ماده‌ای نکند، در یک حالت می‌توانیم آن ماده را مادهٔ مشترک در نظر بگیریم. آن هم این‌که:

«ماده‌ای که در **واکنش اول تولید شده** (فراورده باشد) و **در واکنش دوم مصرف شود** (واکنش‌دهنده باشد) را می‌توانیم به عنوان مادهٔ مشترک در نظر بگیریم.»

حالا برای حل این سؤال‌ها، باید ضریب مادهٔ مشترک (C) را در ۲ معادله یکسان کنیم. (مثلاً همهٔ ضریب‌های معادلهٔ ۱ را در عدد ۲ ضرب کنیم.)

۱) $2A+2B \rightarrow (2C)+2D$ ۲) $(2C)+E \rightarrow F+3G$

در این صورت می‌توانیم نسبت $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ را بین همهٔ ماده‌های موجود در معادله‌ها بنویسیم. (مثل مادهٔ A و G)

$$\text{نسبت } A \frac{\text{مول}}{\text{ضریب جدید}} = \text{نسبت } G \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$$

حل تست قبلی، به روش نسبت $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ به صورت زیر است:

ابتدا ضریب مادهٔ مشترک (H_2) را در دو واکنش یکسان می‌کنیم. برای این‌کار واکنش اول را در ۲ و واکنش دوم را در ۳ ضرب می‌کنیم:

۱) $4Al+12HCl \rightarrow 4AlCl_3+6H_2$ ۲) $6H_2+3O_2 \rightarrow 6H_2O$

حالا می‌توانیم به طور مستقیم بین Al و O_2 نسبت $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ را بنویسیم:

$$\frac{4Al}{\frac{\text{گرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}} \sim \frac{3O_2}{\frac{\text{گرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}} \Rightarrow \frac{x}{27\times4} = \frac{16}{32\times3} \Rightarrow x = 18\ g\ Al$$

تست مقدار اکسیژن آزادشده از تجزیهٔ گرمایی ۱۰۲ گرم سدیم نیترات را از تجزیهٔ گرمایی چند گرم پتاسیم کلرات می‌توان به دست آورد؟ معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ واکنش‌های انجام‌شده به صورت زیر هستند: $(K=39, Cl=35/5, Na=23, O=16, N=14 : g.mol^{-1})$

$$NaNO_3(s) \rightarrow NaNO_2(s)+O_2(g) \quad ، \quad KClO_3(s) \rightarrow KCl(s)+O_2(g)$$

۱) ۴۹ ۲) ۵۱ ۳) ۱۴۷ ۴) ۱۵۳

پاسخ اول دو واکنش داده‌شده را موازنه می‌کنیم: $(I)\ 2NaNO_3(s) \rightarrow 2NaNO_2(s)+O_2(g)$ ، $(II)\ 2KClO_3(s) \rightarrow 2KCl(s)+3O_2(g)$

با توجه به صورت سؤال، مقدار اکسیژن در دو واکنش یکسان است، بنابراین O_2 را مادهٔ مشترک در نظر گرفته و ضریب آن را در دو معادله یکسان می‌کنیم. (ضرایب واکنش I را در ۳ ضرب می‌کنیم):

$$(I)\ 6NaNO_3(s) \rightarrow 6NaNO_2(s)+3O_2(g) \quad ، \quad (II)\ 2KClO_3(s) \rightarrow 2KCl(s)+3O_2(g)$$

$$6\ NaNO_3 \sim 2\ KClO_3$$

حالا می‌توانیم بین همهٔ ماده‌ها، نسبت $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ را برابر قرار دهیم:

$$\frac{102}{85\times6} = \frac{x}{122/5\times2} \Rightarrow x = \frac{122/5\times2}{5} = \frac{122/5\times2\times2}{10} = \frac{490}{10} = 49\ g$$

گزینهٔ (۱) صحیح است.

سؤالات ۴ گزینه‌ای

تغییر دما و فشار با ارتفاع در هواکره

۶۷- میانگین دمای هوا در سطح زمین برابر $15\ ^\circ C$ است. اگر دمای هوا در انتهای لایهٔ تروپوسفر برحسب کلوین ۱۵ برابر دمای هوا در سطح زمین برحسب درجهٔ سلسیوس باشد، ارتفاع تقریبی لایهٔ تروپوسفر در این ناحیه کدام است؟

۱) ۱۲ ۲) ۱۰/۵ ۳) ۵/۵ ۴) ۹

۶۸- دمای اتمسفر در یک سیارهٔ فرضی، از رابطهٔ $\theta(^\circ C) = -6-2\sqrt{h}$ پیروی می‌کند. دمای هوا در ارتفاع ۴ کیلومتری از سطح سیاره، بر حسب درجهٔ کلوین، کدام است؟ (h برحسب کیلومتر است.) (سراسری تجربی ۹۸)

۱) ۲۵۹ ۲) ۲۶۳ ۳) ۲۸۳ ۴) ۲۸۷

۶۹- میانگین دمای هوا در سطح زمین برابر $12\ ^\circ C$ است. در مقیاس کلوین، دمای هوا در چه ارتفاعی از لایهٔ تروپوسفر برحسب کیلومتر، ۲۰ درصد کم‌تر از دمای هوا در سطح زمین است؟

۱) ۱۲ ۲) ۹/۵ ۳) ۷/۵ ۴) ۶

۷۰- یک بالن تحقیقاتی در ارتفاع مشخصی از سطح زمین قرار دارد. با ۱/۵ برابر شدن ارتفاع بالن، دمای آن در مقیاس سلسیوس به اندازهٔ ۴۵٪ کاهش پیدا می‌کند. اگر دمای سطح زمین برابر $19\ ^\circ C$ باشد، ارتفاع بالن از سطح زمین به چند متر رسیده است؟

۱) ۱۵۰۰ ۲) ۳۰۰۰ ۳) ۲۲۵۰ ۴) ۱۸۰۰

۷۱- در لایهٔ استراتوسفر، به ازای هر کیلومتر ارتفاع، به تقریب پنج درجهٔ سلسیوس افزایش دما رخ می‌دهد. اگر دما در ابتدای این لایه برابر ۲۱۷ کلوین و در انتهای آن، برابر ۷ درجهٔ سلسیوس باشد. ارتفاع تقریبی این لایه چند کیلومتر است؟ (سراسری ریاضی خارج ۹۹)

۱) ۱۱/۶ ۲) ۱۲/۶ ۳) ۲۳ ۴) ۲۵

۷۲- فشار هوا در لایهٔ تروپوسفر به ازای هر ۲ کیلومتر افزایش ارتفاع، تقریباً ۰/۸ برابر می‌شود. اگر دمای هوا در سطح زمین برابر $11\ ^\circ C$ باشد، در نقطه‌ای از لایهٔ تروپوسفر که دما به $248\ K$ می‌رسد، فشار هوا به تقریب برابر با چند اتمسفر خواهد بود؟ (فشار هوا در سطح زمین را برابر با یک اتمسفر در نظر بگیرید.)

۱) ۰/۳۲۸ ۲) ۰/۶۴ ۳) ۰/۵۱۲ ۴) ۰/۲۶۲

۷۳- چگالی یک نمونهٔ هوا برابر $1/25\ g.L^{-1}$ است. اگر درصد حجمی گاز نئون در این نمونه برابر ۰/۰۰۱۸٪ باشد، در هر کیلوگرم از این نمونهٔ هوا، چند میلی‌لیتر گاز نئون وجود دارد؟

۱) ۱۸ ۲) ۲۲/۵ ۳) ۲۸/۲ ۴) ۱۴/۴

۷۴- در اولین لایهٔ هواکره از یک سیارهٔ فرضی، دما و فشار هوا برحسب ارتفاع (h) با استفاده از روابط $P(atm) = ۲ - ۰/۱۲h$ و $\theta(^\circ C) = ۸۰ - ۰/۴h^۲$ محاسبه می‌شود. تفاوت ارتفاع دو نقطه از این سیاره که در آن‌ها دمای هوا برحسب درجهٔ سلسیوس ۵۰ برابر فشار هوا برحسب اتمسفر است، برابر با چند کیلومتر می‌شود؟

۱) ۱۲ ۲) ۱۰ ۳) ۷ ۴) ۵

۷۵- درصد حجمی گازهای نیتروژن، اکسیژن و آرگون در یک نمونهٔ هوای پاک و خشک به ترتیب برابر ۷۸٪، ۲۰٪ و ۰/۹۲٪ است. اگر به کمک فرایند تقطیر، کل نیتروژن موجود در این نمونه را خارج کنیم، درصد حجمی گازهای $O_۲$ و Ar در مخلوط باقی‌مانده تقریباً به ..... و ..... درصد می‌رسد.

۱) ۴/۲، ۹۵/۶ ۲) ۴/۲، ۹۰/۹ ۳) ۴/۴، ۹۵/۶ ۴) ۴/۴، ۹۰/۹

۷۶- درصد حجمی گازهای نیتروژن و اکسیژن در یک نمونه از هوا به ترتیب برابر ۷۵٪ و ۲۰٪ است. با خارج‌کردن بخشی از گاز نیتروژن موجود در این نمونهٔ هوا، درصد حجمی گاز اکسیژن ۱/۶ برابر می‌شود. طی این فرایند، چند درصد از گاز $N_۲$ موجود در نمونهٔ هوا از آن خارج شده است؟

۱) ۳۷/۵ ۲) ۲۵ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

واکنش‌های شیمیایی و قانون بقای جرم

۷۷- کدام‌یک از معادله‌های شیمیایی زیر، از قانون پایستگی جرم پیروی نمی‌کنند؟

۱) $CS_۲ + ۳O_۲ \rightarrow CO_۲ + ۲SO_۲$
۲) $HClO_۳ + ۶HI \rightarrow HCl + ۳I_۲ + ۳H_۲O$
۳) $۴NH_۳ + ۵O_۲ \rightarrow ۴NO_۲ + ۶H_۲O$
۴) $SnCl_۲ + I_۲ + ۲HCl \rightarrow SnCl_۴ + ۲HI$

۷۸- اگر بر اثر سوختن کامل هر مول از یک ترکیب شیمیایی، ۸ مول گاز کربن دی‌اکسید تولید شود. فرمول شیمیایی این ماده می‌تواند به صورت ..... باشد و در این حالت، ضریب گاز اکسیژن در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ سوختن ترکیب موردنظر برابر ..... می‌شود.

۱) $C_۷H_{۱۵}COOH$ ـ ۱۰
۲) $CH_۳COOC_۷H_{۱۵}$ ـ ۱۲
۳) $C_۸H_{۱۷}COOH$ ـ ۲۵
۴) $C_۸H_{۱۷}OH$ ـ ۱۲

۷۹- در واکنش: $CH_۴(g) + NH_۳(g) + O_۲(g) \rightarrow HCN(g) + H_۲O(g)$، پس از موازنه، ضریب استوکیومتری چند گونه با یکدیگر برابر است؟

۱) ۴ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۵ (سراسری تجربی خارج ۹۶)

۸۰- نسبت شمار مول‌های آب به شمار مول‌های $O_۲$ در معادلهٔ واکنش سوختن: $PH_۳(g) + O_۲(g) \rightarrow P_۴O_{۱۰}(s) + H_۲O(g)$، پس از موازنه، کدام است؟

۱) $\frac{۳}{۴}$ ۲) $\frac{۳}{۵}$ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۲}{۵}$ (سراسری تجربی ۹۷)

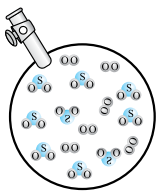
۸۱- در فرایند سوختن کامل کدام‌یک از ترکیب‌های زیر، شمار مولکول‌های آب تولیدشده، ۱/۲ برابر شمار مولکول‌های کربن دی‌اکسید تولیدشده است؟

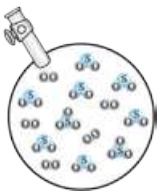
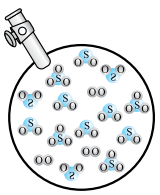
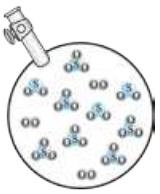
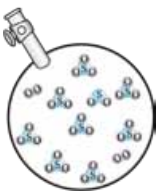
۱) $C_۶H_۶$ ۲) $C_۵H_{۱۱}OH$ ۳) $C_{۱۰}H_{۲۲}$ ۴) $C_{۱۰}H_۸$

۸۲- در واکنش: $۳Cu(s) + aHNO_۳(aq) \rightarrow ۳Cu(NO_۳)_۲(aq) + bA(g) + ۴H_۲O(l)$ به ترتیب a و b از راست به چپ برابر ..... و ..... و A گاز ..... است. (سراسری ریاضی خارج ۹۳)

۱) ۸، ۲، NO ۲) ۸، ۲، $NO_۲$ ۳) ۱۰، ۴، NO ۴) ۱۰، ۴، $NO_۲$

۸۳- مقداری از گازهای گوگرد دی‌اکسید و اکسیژن را مطابق تصویر مقابل، وارد یک ظرف می‌کنیم تا براساس معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ $SO_۲ + O_۲ \rightarrow SO_۳$ با هم واکنش بدهند. کدام‌یک از تصاویر زیر، نمی‌تواند مربوط به ظرف واکنش بعد از گذشت مدت‌زمان مشخص باشد؟



۱) 
۲) 
۳) 
۴) 

۸۴- چند مورد از مطالب زیر، در رابطه با واکنش‌های مقابل، درست‌اند؟

۱) $C_۶H_{۱۲}O_۶ + O_۲ \rightarrow CO_۲ + H_۲O$

۲) $CO(NH_۲)_۲ + O_۲ \rightarrow N_۲ + CO_۲ + H_۲O$

آ) پس از موازنهٔ واکنش (۱)، تعداد اتم‌های اکسیژن در میان واکنش‌دهنده‌های آن، ۳ برابر تعداد اتم‌های کربن است.

ب) در صورت موازنهٔ این واکنش‌ها، ضریب آب در واکنش (۱)، دو برابر ضریب آب در واکنش (۲) است.

پ) به ازای تولید هر مولکول نیتروژن در واکنش (۲)، دو مولکول آب تولید می‌شود.

ت) پس از موازنهٔ این واکنش‌ها، نسبت میان ضریب کربن دی‌اکسید به ضریب اکسیژن در آن‌ها مشابه به هم است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۸۵- در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ کدام دو واکنش زیر، مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد، به ترتیب بیشترین و کم‌ترین است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

a) $Cr(s) + H_۲SO_۴(aq) \rightarrow Cr_۲(SO_۴)_۳(aq) + SO_۲(g) + H_۲O(l)$
b) $Ag(s) + H_۲SO_۴(aq) \rightarrow Ag_۲SO_۴(aq) + SO_۲(g) + H_۲O(l)$
c) $H_۳PO_۴(aq) + Zn(OH)_۲(s) \rightarrow Zn_۳(PO_۴)_۲(s) + H_۲O(l)$
d) $NH_۳(g) + O_۲(g) \rightarrow NO(g) + H_۲O(l)$

۱) a ،c ۲) b ،d ۳) c ،b ۴) d ،a (سراسری تجربی خارج ۱۴۰۰)

۸۶- ضریب مولی آب در کدام‌یک از واکنش‌های شیمیایی زیر، نسبت به سایر واکنش‌ها متفاوت است؟

۱) $H_۲ + KIO_۳ \rightarrow KI + H_۲O$
۲) $H_۲SO_۴ + HI \rightarrow H_۲S + H_۲O + I_۲$
۳) $NH_۳ + CaCO_۳ \rightarrow H_۲O + CaCN_۲$
۴) $As_۲O_۳ + KI + HCl \rightarrow AsI_۳ + KCl + H_۲O$

۸۷- مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد در معادلهٔ واکنش: $Na_2O_2(s) + H_2O(l) \rightarrow NaOH(aq) + O_2(g)$ پس از موازنه، کدام است؟ (سراسری ریاضی ۹۸)

۱) ۸ ۲) ۹ ۳) ۱۰ ۴) ۱۱

۸۸- با توجه به واکنش‌های زیر، پس از موازنهٔ معادلهٔ آن‌ها، تفاوت مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد در آن‌ها، کدام است؟

$H_2S(g) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g) + H_2O(g)$ ، $NH_3(g) + O_2(g) \rightarrow NO(g) + H_2O(g)$

۱) ۳ ۲) ۵ ۳) ۸ ۴) ۱۰ (سراسری تجربی خارج ۹۸)

۸۹- پس از موازنهٔ معادلهٔ واکنش‌های زیر: (سراسری ریاضی خارج ۱۴۰۰)

a) $P_4O_{10}(s) + H_2O(l) \rightarrow H_3PO_4(aq)$

b) $SF_4(g) + H_2O(l) \rightarrow SO_2(g) + HF(g)$

c) $FeS_2(s) + O_2(g) \rightarrow Fe_2O_3(s) + SO_2(g)$

d) $HNO_2(aq) \rightarrow NO_2(g) + O_2(g) + H_2O(g)$

نسبت مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد در واکنش a به واکنش c و تفاوت مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد در واکنش‌های d و b، (به ترتیب از راست به چپ) کدام است؟

۱) ۳ ، ۰/۲۴ ۲) ۶ ، ۰/۲۴ ۳) ۳ ، ۰/۴۴ ۴) ۶ ، ۰/۴۴

۹۰- پس از موازنهٔ معادلهٔ واکنش $Al(s) + HNO_3(aq) \rightarrow Al(NO_3)_3(aq) + NO(g) + H_2O(l)$ ، مجموع ضرایب گونه‌های محلول در آب در این واکنش، برابر با ضریب گاز اکسیژن در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ سوختن کامل کدام ترکیب زیر است؟

۱) C_2H_7COOH ۲) $C_5H_{11}OH$ ۳) C_4H_6 ۴) C_2H_6

۹۱- در کدام‌یک از واکنش‌های زیر، پس از موازنه، مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها دو برابر فراورده‌ها است؟

۱) $NaOH + Al + H_2O \rightarrow NaAl(OH)_4 + H_2$

۲) $KBr + H_2O + N_2 \rightarrow KBrO_3 + N_2H_4$

۳) $Fe_2O_3 + C \rightarrow Fe + CO_2$

۴) $LiOH + CO_2 \rightarrow Li_2CO_3 + H_2O$

۹۲- طی واکنش آهن (III) اکسید با فلز سدیم، سدیم اکسید و فلز آهن تولید می‌شوند. مجموع ضرایب مواد شرکت‌کننده در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ این واکنش، چند برابر ضریب آب در واکنش $Cl_2 + NaOH \rightarrow NaCl + NaClO_3 + H_2O$ است؟

۱) ۶ ۲) ۴ ۳) ۲/۴ ۴) ۳

خواص و رفتار گازها

۹۳- درصد حجمی گاز کربن دی‌اکسید موجود در یک نمونهٔ هوا در شرایط STP، برابر ۰/۰۳۹۲٪ است. هر متر مکعب از این نمونهٔ هوا شامل چند گرم گاز کربن دی‌اکسید است؟ $(O = 16 , C = 12 : g.mol^{-1})$

۱) ۷۷ ۲) ۲۲ ۳) ۰/۷۷ ۴) ۰/۲۲

۹۴- یک خودروی سواری برای تأمین اکسیژن موردنیاز در موتور خود، به ازای طی هر کیلومتر مسافت، به ۳۸۴۰۰ گرم گاز اکسیژن نیاز دارد. اگر این خودرو در طول یک روز ۱۰۰ km مسافت را طی کند، چند متر مکعب هوا در شرایط STP وارد موتور آن می‌شود؟ $(O = 16\ g.mol^{-1})$

۱) ۴۲۰۰ ۲) ۱۳۴۴۰ ۳) ۳۳۶۰ ۴) ۲۶۸۸

۹۵- جرم مخلوطی از گازهای Ne و SO_3 برابر ۱۸ g است. اگر حجم این مخلوط گازی در شرایط استاندارد برابر ۶/۷۲ L باشد، نسبت مولی گاز SO_3 به گاز Ne در این مخلوط کدام است؟ $(S = 32 , Ne = 20 , O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۸

۹۶- چگالی گاز اکسیژن با فشار ۱ atm در چه دمایی با چگالی گاز N_2 در شرایط استاندارد برابر می‌شود؟ $(O = 16 , N = 14\ g.mol^{-1})$

۱) $-27\ ^\circ C$ ۲) $-39\ ^\circ C$ ۳) $27\ ^\circ C$ ۴) $39\ ^\circ C$

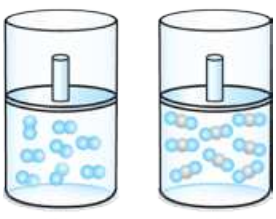
۹۷- چگالی مخلوطی از گازهای NO و NO_2 در شرایط استاندارد، دو برابر چگالی گاز نئون در این شرایط است. اگر حجم این مخلوط گازی برابر ۱۳۴/۴ L باشد، چند مول گاز NO در این مخلوط وجود داشته و شمار اتم‌های اکسیژن موجود در این مخلوط چند برابر شمار اتم‌های اکسیژن در ۲/۷۰ گرم دی نیتروژن پنتااکسید خواهد بود؟(گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید؛ $(Ne = 20 , O = 16 , N = 14 : g.mol^{-1})$

۱) ۳ ـ ۲/۲۵ ۲) ۲/۵ ـ ۲/۲۵ ۳) ۳ ـ ۳/۷۵ ۴) ۲/۵ ـ ۳/۷۵

۹۸- یک مخلوط گازی با چگالی $1/12\ g.L^{-1}$، در شرایط STP دارای ۵۶ درصد حجمی گاز نیتروژن است. درصد جرمی گاز نیتروژن در این مخلوط گازی کدام است؟ $(N = 14\ g.mol^{-1})$

۱) ۶۲/۵ ۲) ۵۰ ۳) ۳۷/۵ ۴) ۷۵

۹۹- سیلندرهای مقابل، محتوی گازهای کربن دی‌اکسید و اکسیژن در شرایط یکسان از نظر دما و فشار هستند. کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با این دو سیلندر نادرست است؟ $(O = 16 , C = 12 : g.mol^{-1})$



۱) شمار اتم‌های اکسیژن موجود در سیلندر A با شمار اتم‌های این عنصر در سیلندر B برابر است.

۲) با افزایش دمای سیلندر A همانند کاهش فشار سیلندر B، حجم گاز موجود در سیلندر افزایش می‌یابد.

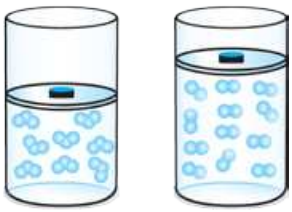
۳) اگر جرم گاز موجود در هر سیلندر را به اندازهٔ ۱۰ g افزایش بدهیم، ارتفاع سیلندر B بیشتر تغییر می‌کند.

۴) با افزودن مقداری گاز اوزون به سیلندر A، تفاوت چگالی محتویات گازی این سیلندر و سیلندر B کاهش می‌یابد.

۱۰۰- جرم‌های برابری از گازهای نیتروژن و هلیم را با هم مخلوط می‌کنیم. چگالی این مخلوط گازی چند برابر چگالی گاز هلیم بوده و درصد حجمی گاز هلیم در این مخلوط کدام است؟ $(N=14, He=4 : g.mol^{-1})$

۱) ۸۷/۵ ـ ۱/۷۵ ۲) ۲۲/۲ ـ ۱/۷۵ ۳) ۸۷/۵ ـ ۴ ۴) ۲۲/۲ ـ ۴

۱۰۱- سیلندرهای زیر، دارای سطح مقطع و شرایط یکسان بوده و جرم‌های برابری از گازهای اکسیژن و اوزون در آن‌ها قرار دارند. کدام‌یک از مطالب زیر در رابطه با این سیلندرها نادرست است؟



۱) ارتفاع پیستون در سیلندر حاوی گاز اکسیژن، ۱/۵ برابر سیلندر دیگر است.

۲) چگالی گاز اکسیژن، ۱/۵ برابر چگالی گاز در سیلندر دیگر است.

۳) شمار مولکول‌ها در سیلندر حاوی گاز اکسیژن، ۱/۵ برابر سیلندر دیگر است.

۴) تعداد اتم‌های اکسیژن موجود در این دو سیلندر با هم برابر است.

۱۰۲- یک سیلندر محتوی ۱۶ g گاز اکسیژن در دما و فشار اتاق در اختیار داریم. چند مورد از مطالب زیر در رابطه با این سیلندر درست است؟ $(O=16, He=4 : g.mol^{-1})$

آ) با قراردادن یک وزنه بر روی پیستون موجود در این سیلندر، فاصلهٔ مولکول‌های گازی کاهش می‌یابد.

ب) اگر دمای یک گاز را در مقیاس سلسیوس دو برابر کنیم، حجم آن به کم‌تر از دو برابر حالت اولیه افزایش می‌یابد.

پ) با افزودن یک مول گاز اکسیژن به این سیلندر، حجم گاز موجود در آن ۲ برابر می‌شود.

ت) در صورت افزودن مقداری گاز هلیم به محتویات این سیلندر، چگالی گازهای موجود در آن افزایش می‌یابد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۰۳- مخلوطی با دمای $27\ ^\circ C$ و حجم ۶۰ لیتر از گازهای نیتروژن، اکسیژن و هلیم که شامل مول‌های برابری از این گازها است را تا نقطهٔ جوش گاز نیتروژن سرد می‌کنیم. پس از خارج‌کردن اجزای مایع از مخلوط حاصل، دما را تا $57\ ^\circ C$ افزایش می‌دهیم. به شرطی که فشار مخلوط گازها طی این فرایند ثابت مانده باشد، حجم نهایی این مخلوط گازی به چند لیتر می‌رسد؟

۱) ۱۸ ۲) ۳۶ ۳) ۴۴ ۴) ۲۲

۱۰۴- مخلوطی از گازهای هیدروژن و هلیم در یک سیلندر پلاتینی وجود دارند. در صورت خارج‌کردن کل گاز هیدروژن موجود در این محفظه، جرم گازهای موجود در آن به اندازهٔ ۲۵ درصد کاهش پیدا می‌کند. طی این فرایند، حجم گازهای موجود در سیلندر چند درصد کاهش می‌یابد؟ $(He=4, H=1 : g.mol^{-1})$

۱) ۲۰ ۲) ۲۵ ۳) ۴۰ ۴) ۵۰

۱۰۵- یک نمونهٔ گازی به حجم ۶ لیتر و با فشار ۲ atm در اختیار داریم. اگر در دمای ثابت، فشار گازهای موجود را به اندازهٔ ۲۰ درصد کاهش دهیم، حجم آن‌ها به اندازهٔ چند لیتر افزایش پیدا می‌کند؟

۱) ۱ ۲) ۱/۵ ۳) ۲ ۴) ۲/۵

۱۰۶- در صورتی که فشار یک نمونهٔ گازی به حجم ۲۰ L را به اندازهٔ ۰/۲ atm افزایش بدهیم، حجم این نمونهٔ گازی به اندازهٔ یک لیتر کاهش پیدا می‌کند. فشار اولیهٔ این نمونهٔ گازی چند atm است؟

۱) ۴/۲ ۲) ۴ ۳) ۳/۸ ۴) ۳/۶

۱۰۷- چهار لیتر گاز نیتروژن با دمای ۲۰۰ K در یک سیلندر با پیستون متحرک وجود دارد. اگر دمای محتویات درون سیلندر را به اندازهٔ $40\ ^\circ C$ کاهش دهیم، چند لیتر از حجم گازهای موردنظر کاسته شده و اگر در این حالت، شمار مولکول‌های گازی موجود در سیلندر را به اندازهٔ ۷۵ درصد افزایش بدهیم، حجم گازها به اندازهٔ چند لیتر تغییر می‌کند؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)

۱) ۰/۸ ـ ۲/۴ ۲) ۱/۶ ـ ۲/۴ ۳) ۰/۸ ـ ۱/۲ ۴) ۱/۶ ـ ۱/۲

۱۰۸- فشار نمونهٔ گازی موجود در کدام گزینه، بیشتر از سایر موارد است؟ $(Ar=40, O=16 : g.mol^{-1})$

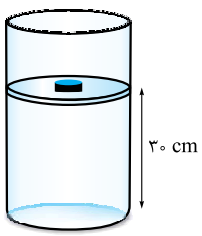
۱) یک مول گاز N_2 در محفظهٔ ۴ لیتری با دمای $27\ ^\circ C$

۲) ۵۶ گرم گاز O_2 در محفظهٔ ۷ لیتری با دمای $54\ ^\circ C$

۳) ۶۵ گرم گاز Ar در محفظهٔ ۵ لیتری با دمای $39\ ^\circ C$

۴) ۱/۲ مول گاز N_2 در محفظهٔ ۶ لیتری با دمای $91\ ^\circ C$

۱۰۹- با قراردادن وزنه بر روی پیستون موجود در سیلندر مقابل، فشار گازهای موجود در آن را ۲۰ درصد افزایش داده و با سردکردن گازهای درون آن، دمای آن‌ها را به اندازهٔ ۲۰ درصد در مقیاس کلوین کاهش می‌دهیم. طی این فرایند، ارتفاع پیستون به اندازهٔ چند cm تغییر می‌کند؟



۱) ۱۰

۲) ۸

۳) ۴

۴) ۵

۱۱۰- سیلندری با پیستون روان که حاوی ۹/۵ لیتر گاز هیدروژن است را از سطح زمین تا ارتفاع ۶ km بالا می‌بریم. اگر دمای هوا در سطح زمین برابر $12\ ^\circ C$ بوده و فشار هوا در ارتفاع ۶ km لایهٔ تروپوسفر برابر ۰/۵ atm باشد، طی این فرایند حجم گازهای موجود در سیلندر به چند لیتر می‌رسد؟

۱) ۲۱/۷ ۲) ۱۶/۶ ۳) ۴/۱۴ ۴) ۵/۴

۱۱۱- برای پرکردن یک کپسول اکسیژن بیمارستانی به حجم ۲۰ L و با فشار ۴ atm، به ۴/۴ مول گاز اکسیژن نیاز است. برای پرکردن یک کپسول گاز به حجم ۲/۵ L و با فشار ۱۲ atm، به چند مول متان نیاز است؟ (دمای گازهای موجود در کپسول‌ها را یکسان در نظر بگیرید.)

۱) ۱/۶۵ ۲) ۳/۳ ۳) ۲/۷۵ ۴) ۲/۲

۱۱۲- دمای یک نمونه از گاز اکسیژن که چگالی آن برابر $1/44\ g.L^{-1}$ است را از ۲۷ °C به −۳۳ °C رسانده و فشار آن را به اندازهٔ ۲۵ درصد کاهش می‌دهیم. پس از پایان این فرایند، چگالی گاز به چند گرم بر لیتر می‌رسد؟

۱) ۲ ۲) ۱/۳۵ ۳) ۰/۷۲ ۴) ۱/۲۸

محاسبه‌های استوکیومتری

۱۱۳- $1/806\times10^{22}$ مولکول متان، معادل با ..... مول از این ماده بوده و طی سوزاندن کامل آن براساس معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ مقابل، ..... گرم بخار آب تولید می‌شود. $(O=16, H=1: g.mol^{-1})$

$$CH_4(g)+O_2(g)\rightarrow CO_2(g)+H_2O(g)$$

۱) ۲/۱۶ − ۰/۰۳ ۲) ۲/۱۶ − ۰/۰۶ ۳) ۱/۰۸ − ۰/۰۳ ۴) ۱/۰۸ − ۰/۰۶

۱۱۴- مول‌های برابری از مولکول‌های آب در واکنش‌های موازنه‌نشدهٔ زیر مصرف می‌شوند. تعداد مول‌های ید مصرف‌شده در واکنش (I)، چند برابر تعداد مول‌های هیدروژن تولیدشده در واکنش (II) است؟

I) $I_2+H_2O+H_2S\rightarrow HI+H_2SO_4$ II) $Al+NaOH+H_2O\rightarrow NaAl(OH)_4+H_2$

۱) ۱/۲۵ ۲) ۱/۵ ۳) ۲ ۴) ۰/۵

۱۱۵- شمار یون‌های موجود در ۸۴ گرم منیزیم سولفید، چند برابر شمار یون‌های مثبت موجود در ۱۶/۶ گرم سدیم نیترید است؟ (سراسری ریاضی خارج ۹۹)

$(S=32, Mg=24, Na=23, N=14: g.mol^{-1})$

۱) ۰/۲۷ ۲) ۲/۵ ۳) ۳/۷۵ ۴) ۵

۱۱۶- طی واکنش $1/806\times10^{21}$ اتم سدیم با مقدار کافی آهن (III) اکسید براساس واکنش موازنه‌نشدهٔ: $Na+Fe_2O_3\rightarrow Na_2O+Fe$، چند گرم فلز آهن تولید می‌شود؟ $(Fe=56\ g.mol^{-1})$

۱) ۰/۰۵۶ ۲) ۰/۰۲۸ ۳) ۰/۲۸ ۴) ۰/۱۴

۱۱۷- از سوختن هر مول پروپان، چند مول کربن دی‌اکسید تولید می‌شود و برای جلوگیری از ورود این مقدار کربن دی‌اکسید به هواکره مطابق واکنش $MgO+CO_2\rightarrow MgCO_3$، به چند گرم منیزیم اکسید نیاز است؟ $(Mg=24, O=16: g.mol^{-1})$

۱) ۱۲۰،۶ ۲) ۱۲۰،۳ ۳) ۴۰،۶ ۴) ۴۰،۳

۱۱۸- فرمول شیمیایی مس (I)اکسید، مشابه فرمول شیمیایی کدام اکسید است و نسبت جرم اکسیژن به جرم مس در آن، کدام است؟ $(Cu=64, O=16: g.mol^{-1})$

۱) ۰/۱۲۵ ،Ag_2O ۲) ۰/۱۲۵ ،FeO (سراسری ریاضی خارج ۱۴۰۰)

۳) ۰/۲۵ ،Ag_2O ۴) ۰/۲۵ ،FeO

۱۱۹- ۰/۶ مول یون کدام فلز در واکنش با یون فلوئورید، ترکیبی به جرم ۴۶/۸ گرم تشکیل می‌دهد؟ $(Ga=70, Ca=40, Al=27, Mg=24, F=19: g.mol^{-1})$

۱) Al ۲) Mg ۳) Ca ۴) Ga (سراسری ریاضی ۹۲)

۱۲۰- بر اثر سوختن گاز هیدروژن سولفید در حضور اکسیژن کافی، گازهای گوگرد دی‌اکسید و بخار آب تولید می‌شوند. اگر جرم گوگرد دی‌اکسید حاصل از سوختن مقداری هیدروژن سولفید، به اندازهٔ ۲۳ گرم بیشتر از جرم بخار آب حاصل باشد، چند گرم هیدروژن سولفید طی این فرایند سوخته است؟ $(S=32, O=16, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۵۱ ۲) ۱۷ ۳) ۲۵/۵ ۴) ۳۴

۱۲۱- در ۱۷/۱ گرم آلومینیم سولفات، چند مول یون آلومینیم وجود دارد و از واکنش کامل این مقدار از آن با مقدار کافی محلول کلسیم هیدروکسید، چند گرم رسوب تشکیل می‌شود؟ $(S=32, Al=27, O=16, H=1: g.mol^{-1})$ (سراسری ریاضی خارج ۱۴۰۰)

(معادلهٔ واکنش موازنه شود.) $Al_2(SO_4)_3(aq)+Ca(OH)_2(aq)\rightarrow Al(OH)_3(s)+CaSO_4(aq)$

۱) ۷/۸ ،۰/۰۵ ۲) ۷/۸ ،۰/۱ ۳) ۳/۹ ،۰/۰۵ ۴) ۳/۹ ،۰/۱

۱۲۲- در اثر سوختن کامل ۸۹ گرم از یک نوع چربی $(C_xH_yO_6)$ مطابق واکنش زیر، به ترتیب از راست به چپ، چند لیتر اکسیژن مصرف و چند مول گاز CO_2 تولید می‌شود؟ (حجم مولی گازها در شرایط آزمایش، برابر با ۲۵ L فرض شود؛ $O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1}$) (سراسری تجربی خارج ۹۹)

(موازنهٔ معادلهٔ واکنش کامل شود.) $mC_xH_yO_6+163O_2\rightarrow 114CO_2+110H_2O$

۱) ۵/۷ ،۳۰۲/۷۵ ۲) ۷/۵ ،۳۰۲/۷۵ ۳) ۵/۷ ،۲۰۳/۷۵ ۴) ۷/۵ ،۲۰۳/۷۵

۱۲۳- با توجه به واکنش‌های زیر، چند مطلب زیر درست است؟ $(Fe=56, O=16, H=1: g.mol^{-1})$ (سراسری ریاضی خارج ۹۹ با تغییر)

(معادلهٔ واکنش‌ها موازنه شود.)

I) $Fe(OH)_2(s)+H_2O(l)+O_2(g)\rightarrow Fe(OH)_3(s)$

II) $Al(OH)_3(s)+H_2SO_4(aq)\rightarrow Al_2(SO_4)_3(aq)+H_2O(l)$

آ) برای تشکیل ۱۰۷۰ گرم رسوب $Fe(OH)_3$، $12/04\times10^{23}$ مولکول آب نیاز است.

ب) شمار مول‌های واکنش‌دهندهٔ محلول مصرف‌شده در واکنش II، ۲ برابر شمار مول‌های فراوردهٔ محلول تولیدشده است.

پ) از واکنش هر مول سولفوریک اسید با آلومینیم هیدروکسید کافی، ۳۶ گرم آب تشکیل می‌شود.

ت) مجموع ضریب‌های استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها در واکنش (I) با مجموع ضریب‌های استوکیومتری فراورده‌ها در واکنش (II) برابر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۲۴- یک قطعه منگنز (IV) اکسید، با مقدار کافی هیدروکلریک اسید براساس معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ زیر به طور کامل واکنش می‌دهد. اگر مجموع مقدار فراورده‌های تولیدشده به اندازهٔ ۴ مول کم‌تر از واکنش‌دهنده‌های مصرف‌شده باشد، چند گرم منگنز (IV)اکسید طی این واکنش مصرف شده است؟ $(Mn = 55 , O = 16 : g.mol^{-1})$

$$MnO_2(s) + HCl(aq) \rightarrow MnCl_2(aq) + Cl_2(g) + H_2O(l)$$

۱) ۳۴۸ ۲) ۱۷۴ ۳) ۲۶۱ ۴) ۸۷

۱۲۵- در مخلوطی از گازهای فلوئور و هلیم، درصد جرمی گاز فلوئور ۳/۰۴ برابر درصد حجمی این گاز است. گاز فلوئور موجود در یک نمونهٔ ۱۲۵ گرمی از این مخلوط در واکنش با مقدار کافی فلز سدیم، چند گرم سدیم فلوئورید تولید می‌کند؟ $(Na = 23 , F = 19 : g.mol^{-1})$

$$2Na(s) + F_2(g) \rightarrow 2NaF(s)$$

۱) ۵۲/۵ ۲) ۱۵۷/۵ ۳) ۱۰۵ ۴) ۲۱۰

۱۲۶- پس از موازنهٔ معادلهٔ واکنش‌ها، نسبت مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها در واکنش (II) به مجموع ضرایب استوکیومتری فراورده‌ها در واکنش (I) کدام است و اگر در واکنش (II)، ۱۰/۷ گرم مادهٔ نامحلول در آب تشکیل شود. چند لیتر گاز اکسیژن در شرایط STP مصرف می‌شود؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید؛ $Fe = 56 , O = 16 , H = 1 : g.mol^{-1}$) (سراسری تجربی ۹۹)

$$I)\ NH_2CH_2COOH(l) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + N_2(g) + H_2O(g) \qquad II)\ Fe(s) + H_2O(l) + O_2(g) \rightarrow Fe(OH)_3(s)$$

۱) ۲/۲۸ ،۰/۶۵ ۲) ۱/۶۸ ،۰/۶۵ ۳) ۱/۴۵ ،۰/۶۰ ۴) ۱/۲۵ ،۰/۶۰

۱۲۷- در واکنش موازنه‌نشدهٔ: $CaC_2(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(s) + C_2H_2(g)$ ، تفاوت جرم فراورده‌های تولیدشده به ازای مصرف $1/5055 \times 10^{22}$ مولکول آب، برابر چند گرم است؟ $(Ca = 40 , O = 16 , C = 12 , H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۰/۹ ۲) ۰/۶ ۳) ۱/۸ ۴) ۱/۲

۱۲۸- مقداری پتاسیم پرمنگنات ($KMnO_4$) را گرم کرده تا مطابق واکنش موازنه‌نشدهٔ زیر، به طور کامل تجزیه شود. به تقریب چند درصد از جرم نمونهٔ جامد طی این فرایند کاسته می‌شود؟ $(Mn = 55 , K = 39 , O = 16 : g.mol^{-1})$

$$KMnO_4(s) \rightarrow K_2MnO_4(s) + MnO_2(s) + O_2(g)$$

۱) ۱۰ ۲) ۲۰ ۳) ۲۷/۵ ۴) ۳۷/۷ (سراسری تجربی خارج ۹۵)

۱۲۹- گاز اکسیژن آزادشده از تجزیهٔ گرمایی ۰/۶ مول پتاسیم کلرات ($KClO_3$)، از تجزیهٔ گرمایی چند گرم سدیم نیترات ($NaNO_3$) به دست آمده و تفاوت جرم فراورده‌های جامد تولیدشده در این دو واکنش برابر چند گرم می‌شود؟ $(K = 39 , Cl = 35/5 , Na = 23 , O = 16 , N = 14 : g.mol^{-1})$

$$2KClO_3(s) \rightarrow 2KCl(s) + 3O_2(g) \qquad 2NaNO_3(s) \rightarrow 2NaNO_2(s) + O_2(g)$$

۱) ۳۴/۸ ـ ۷۶/۵ ۲) ۷۹/۵ ـ ۱۵۳ ۳) ۳۴/۸ ـ ۱۵۳ ۴) ۷۹/۵ ـ ۷۶/۵

۱۳۰- نمونه‌هایی از سدیم هیدروژن کربنات و منیزیم کربنات را براساس واکنش‌های زیر تجزیه می‌کنیم. درصد کاهش جرم نمونهٔ جامد در فرایند تجزیهٔ منیزیم کربنات، تقریباً چند برابر درصد کاهش جرم نمونهٔ جامد در فرایند تجزیهٔ سدیم هیدروژن کربنات است؟ $(Mg = 24 , Na = 23 , O = 16 , C = 12 , H = 1 : g.mol^{-1})$

$$I)\ MgCO_3(s) \rightarrow MgO(s) + CO_2(g) \qquad II)\ 2NaHCO_3(s) \rightarrow Na_2CO_3(s) + H_2O(g) + CO_2(g)$$

۱) ۱/۲۵ ۲) ۱/۴۲ ۳) ۰/۷۱ ۴) ۰/۵

۱۳۱- چند مورد از مطالب زیر، دربارهٔ واکنش‌های زیر پس از موازنهٔ معادلهٔ آن‌ها، درست است؟ (سراسری تجربی ۱۴۰۰ با تغییر)

a) $Co(OH)_2(s) + H_2SO_4(aq) \rightarrow Co_2(SO_4)_3(aq) + H_2O(l)$

b) $NiCO_3(s) + H_3PO_4(aq) \rightarrow Ni_3(PO_4)_2(s) + CO_2(g) + H_2O(l)$

c) $MgCO_3(s) + HNO_3(aq) \rightarrow Mg(NO_3)_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$

آ) مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در معادلهٔ a و b برابرند.

ب) به ازای تولید مقدار برابر آب در واکنش‌های b و c، جرم یکسانی از گاز کربن دی‌اکسید در این دو واکنش تولید می‌شود.

پ) تفاوت مجموع ضرایب استوکیومتری مواد در معادلهٔ c، با معادلهٔ b، برابر ۶ است.

ت) در معادلهٔ c، مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها با مجموع ضرایب استوکیومتری فراورده‌ها برابر است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۳۲- با توجه به واکنش زیر، از مصرف هر مول بور اکسید، چند لیتر گاز در شرایط STP، تولید می‌شود؟ (معادله موازنه شود.)

$$B_2O_3(s) + Cl_2(g) \xrightarrow{\Delta} BCl_3(l) + O_2(g)$$

۱) ۳۳/۶ ۲) ۳۹/۲ ۳) ۴۴/۸ ۴) ۶۷/۲ (سراسری ریاضی خارج ۹۸)

۱۳۳- تفاوت شمار اتم‌های کربن و هیدروژن موجود در نمونه‌ای از گلوکز برابر با $1/8066 \times 10^{23}$ است. بر اثر اکسایش کامل این نمونه از گلوکز، چند گرم آب تولید شده و گاز CO_2 حاصل از این فرایند، با چند گرم لیتیم اکسید براساس معادلهٔ زیر واکنش می‌دهد؟ $(O = 16 , C = 12 , Li = 7 , H = 1 : g.mol^{-1})$

$$Li_2O(s) + CO_2(g) \rightarrow Li_2CO_3(s)$$

۱) ۵/۴ ـ ۹ ۲) ۵/۴ ـ ۱۸ ۳) ۱۰/۸ ـ ۹ ۴) ۱۰/۸ ـ ۱۸

۱۳۴- مقدار گاز SF_4 لازم برای تهیهٔ ۵۰ لیتر گاز HF را از واکنش چند گرم سدیم فلوئورید با گاز SCl_2 کافی می‌توان به دست آورد و در این فرایند، چند گرم گاز SO_2 تولید می‌شود؟ (معادلهٔ واکنش‌ها، موازنه شوند.)

(۱) $SCl_2(g) + NaF(s) \rightarrow SF_4(g) + S_2Cl_2(g) + NaCl(s)$

(۲) $SF_4(g) + H_2O(l) \rightarrow SO_2(g) + HF(g)$

(جرم هر لیتر گاز HF برابر ۰/۸ گرم در نظر گرفته شود، گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید، $S = 32 , Na = 23 , F = 19 , O = 16 , H = 1 : g.mol^{-1}$) (سراسری تجربی ۹۹)

۱) ۱۲۶، ۳۲ ۲) ۱۲۶، ۴۲ ۳) ۸۴، ۴۲ ۴) ۸۴، ۳۲

۱۳۵- برای تأمین اکسیژن موردنیاز جهت سوختن کامل ۱۱/۴ گرم اوکتان (C_8H_{18})، تقریباً چند لیتر هوا، در شرایط STP لازم بوده و طی این فرایند، چند گرم کربن دی‌اکسید تولید می‌شود؟ $(O=16, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

۱) ۲۸۰ ـ ۳۵/۲ ۲) ۲۸۰ ـ ۵۲/۸ ۳) ۱۴۰ ـ ۳۵/۲ ۴) ۱۴۰ ـ ۵۲/۸

۱۳۶- یک نمونهٔ ۵/۵۰ گرمی از KNO_3 را براساس معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ $KNO_3(s) \rightarrow K_2O(s) + N_2(g) + O_2(g)$ به طور کامل تجزیه می‌کنیم. جرم پتاسیم اکسید تولیدشده برابر با چند گرم بوده و جرم فراوردهٔ گازی واکنش‌پذیرتر حاصل از این فرایند، تقریباً چند برابر جرم گاز دیگر خواهد بود؟ $(K=39, O=16, N=14 : g.mol^{-1})$

۱) ۲۸/۲ ـ ۲/۸۵ ۲) ۲۸/۲ ـ ۰/۳۵ ۳) ۲۳/۵ ـ ۲/۸۵ ۴) ۲۳/۵ ـ ۰/۳۵

۱۳۷- سیلیسیم کاربید (SiC) از واکنش: (معادله موازنه شود.) $SiO_2(s) + C(s) \xrightarrow{\Delta} SiC(s) + CO(g)$، تولید می‌شود. به ازای تولید هر کیلوگرم از این ماده، چند لیتر گاز آلاینده (در شرایط STP) تولید می‌شود؟ $(Si=28, C=12 : g.mol^{-1})$ (سراسری تجربی ۹۸)

۱) ۵۶۰ ۲) ۱۱۲۰ ۳) ۱۶۸۰ ۴) ۲۲۴۰

۱۳۸- اگر شمار مولکول‌های اکسیژن موجود در مخلوطی از گازهای اکسیژن و هلیم را ۲ برابر کنیم، حجم مخلوط به اندازهٔ ۶۰٪ افزایش پیدا می‌کند. گاز اکسیژن موردنیاز برای سوزاندن کامل ۶۶ گرم پروپان، به کمک چند گرم از مخلوط گازی نهایی ایجادشده تأمین می‌شود؟ $(O=16, C=12, He=4, H=1 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۸۰ ۲) ۳۶۰ ۳) ۱۲۵ ۴) ۲۵۰

۱۳۹- یک نمونهٔ ۱۵ گرمی از مادهٔ A، با مقداری از مادهٔ X، واکنش داده و ۳۶ گرم ترکیب AX_3 را ایجاد می‌کند. جرم مولی عنصر X، برابر با چند گرم بوده و یک نمونهٔ ۷۰ گرمی از این عنصر با چند گرم از مادهٔ Z براساس معادلهٔ زیر به طور کامل واکنش خواهد داد؟ $(Z=84, A=60 : g.mol^{-1})$ $2X + 3Z \rightarrow X_2Z_3$

۱) ۱۴ ـ ۳۱۵ ۲) ۲۸ ـ ۳۱۵ ۳) ۱۴ ـ ۶۳۰ ۴) ۲۸ ـ ۶۳۰

۱۴۰- برای تهیهٔ $7/68\ L$ گاز اکسیژن، چند گرم $KClO_3$ برای شرکت در واکنش موازنه‌نشدهٔ زیر، لازم است؟ (چگالی گاز اکسیژن را در شرایط آزمایش، برابر $1/25\ g.L^{-1}$ در نظر بگیرید و $(K=39, Cl=35/5, O=16 : g.mol^{-1})$

$KClO_3(s) \xrightarrow{\Delta} KCl(s) + O_2(g)$

۱) ۱۲/۵ ۲) ۲۴/۵ ۳) ۳۶/۵ ۴) ۷۳/۵ (سراسری ریاضی خارج ۹۰)

۱۴۱- در شرایطی که چگالی یک نمونه از گاز متان برابر با $4\times10^{-4}\ g.mL^{-1}$ است، یک نمونهٔ ۱۵/۲ گرمی از کربن دی‌سولفید را با مقدار کافی آب وارد واکنش می‌کنیم. مجموع حجم فراورده‌های گازی تولیدشده طی این فرایند برابر با چند لیتر می‌شود؟ $(S=32, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

$CS_2(l) + H_2O(l) \rightarrow CO_2(g) + H_2S(g)$

۱) ۱۸ ۲) ۲۴ ۳) ۳۶ ۴) ۴۸

۱۴۲- مقداری پتاسیم نیترات را براساس معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ $KNO_3(s) \rightarrow K_2O(s) + O_2(g) + N_2(g)$ در شرایطی که حجم مولی گازها برابر با ۷۲ لیتر است، تجزیه می‌کنیم. اگر تفاوت حجم گازهای اکسیژن و نیتروژن تولیدشده در این فرایند برابر با ۴۳/۲ لیتر باشد، جرم پتاسیم نیترات تجزیه‌شده برابر با چند گرم است؟ $(K=39, O=16, N=14 : g.mol^{-1})$

۱) ۳۳/۶ ۲) ۶۰/۶ ۳) ۴۰/۴ ۴) ۸۰/۸

۱۴۳- پتاسیم نیترات براساس واکنش موازنه‌نشدهٔ $KNO_3(s) \rightarrow KNO_2(s) + O_2(g)$ تجزیه می‌شود. گاز اکسیژن حاصل از تجزیهٔ ۴۰/۴ گرم پتاسیم نیترات، برای سوزاندن چند گرم گاز کربن مونوکسید کافی است؟ $(K=39, O=16, N=14, C=12 : g.mol^{-1})$

۱) ۱۱/۲ ۲) ۱۴ ۳) ۵/۶ ۴) ۷

۱۴۴- از آهن تولیدشده در واکنش موازنه‌نشدهٔ $Fe_2O_3(s) + Al(s) \rightarrow Fe(l) + Al_2O_3(s)$، برای به دست آوردن فلز مس طی واکنش زیر استفاده می‌شود. برای به دست آوردن ۴۸ گرم فلز مس طی این فرایند، به چند گرم آلومینیم نیاز است؟ $(Cu=64, Al=27 : g.mol^{-1})$

$CuO(s) + Fe(l) \rightarrow Cu(s) + Fe_2O_3(s)$ (معادلهٔ واکنش موازنه شود.)

۱) ۱۸ ۲) ۹ ۳) ۲۷ ۴) ۱۳/۵

۱۴۵- با شرکت‌کردن $1/505\times10^{24}$ مولکول متان در واکنش زیر، چند گرم گاز اکسیژن مصرف شده و درصد جرمی بخار آب در میان فراورده‌های تولیدشده برابر با چند درصد می‌شود؟ $(O=16, N=14, C=12, H=1 : g.mol^{-1})$

معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ واکنش: $CH_4(g) + NH_3(g) + O_2(g) \rightarrow HCN(g) + H_2O(g)$

۱) ۶۰ ـ ۶۶/۶ ۲) ۱۲۰ ـ ۶۶/۶ ۳) ۶۰ ـ ۵۰ ۴) ۱۲۰ ـ ۵۰

۱۴۶- مخلوطی از منیزیم و کلسیم به جرم ۵۰ g، به طور کامل با اکسیژن واکنش داده و اکسید می‌شوند. اگر جرم مخلوط حاصل از این فرایند برابر ۷۸ g باشد، طی این فرایند تقریباً چند الکترون بین گونه‌ها مبادله شده است و در مخلوط اولیه، شمار اتم‌های منیزیم چند برابر شمار اتم‌های کلسیم بوده است؟ $(Ca=40, Mg=24, O=16 : g.mol^{-1})$

۱) $1/505\times10^{24}$ ـ $1/505\times10^{24}$ ۲) $1/505\times10^{24}$ ـ $2/505\times10^{24}$ ۳) $2/1\times10^{24}$ ـ $2/5$ ۴) $2/1\times10^{24}$ ـ $1/5$

۱۴۷- مخلوطی از گازهای NO و NO_2 به جرم ۵۰ g در اختیار داریم. اگر کل گاز نیتروژن مونوکسید موجود در این مخلوط براساس معادلهٔ: $2NO(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO_2(g)$ با اکسیژن واکنش بدهد، جرم مخلوط به اندازهٔ ۱۴/۴ g افزایش پیدا می‌کند. در این شرایط، چند درصد از جرم مخلوط اولیه را گاز نیتروژن دی‌اکسید تشکیل می‌دهد؟ $(O=16, N=14 : g.mol^{-1})$

۱) ۵۴ ۲) ۴۶ ۳) ۲۷ ۴) ۷۳

۱۴۸- دو ظرف دربستهٔ یکسان، با دمای برابر، یکی دارای ۰/۲۴ مول گاز اکسیژن (ظرف I) و دیگری دارای ۱۱/۲ گرم گاز بوتن (ظرف II) است، کدام مطلب دربارهٔ آن‌ها، نادرست است؟ $(O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$ (معادلهٔ واکنش موازنه شود.) $C_4H_8(g)+O_2(g) \rightarrow CO_2(g)+H_2O(g)$ (سراسری ریاضی ۹۹)

۱) فشار گاز در ظرف I در مقایسه با ظرف II، بیشتر است.

۲) برای واکنش کامل دو گاز با یکدیگر، مقدار کافی از اکسیژن وجود ندارد.

۳) شمار اتم‌های سازندهٔ مولکول‌های گاز در ظرف II، ۴ برابر شمار آن‌ها در ظرف I است.

۴) مجموع حجم دو گاز اولیه در شرایط STP برابر حجم ۱۲/۳۲ گرم گاز CO در همان شرایط است.

۱۴۹- اگر ۱۶ گرم از عنصر A با ۷ گرم از عنصر X واکنش کامل داده و ترکیب AX را تشکیل دهد و ۱۲ گرم از عنصر Z با ۲/۸ گرم از عنصر X واکنش کامل داده و ترکیب XZ_3 را به وجود آورد، جرم مولی X چند برابر جرم مولی Z و جرم مولی XZ_3 برابر چند گرم است؟ (جرم مولی عنصر A را برابر ۱۲۸ گرم در نظر بگیرید.) (سراسری تجربی ۱۴۰۰)

۱) ۲۶۹، ۰/۷۰ ۲) ۲۹۶، ۰/۷۰ ۳) ۲۶۹، ۰/۸۵ ۴) ۲۹۶، ۰/۸۵

۱۵۰- مخلوطی به حجم ۶۷/۲ L از گازهای متان و اکسیژن در شرایط STP در اختیار داریم. با ایجاد یک جرقه در این مخلوط، کل گازهای موجود در آن مصرف شده و به فراورده تبدیل می‌شوند. جرم کربن دی‌اکسید حاصل از این فرایند برابر چند گرم است؟ $(O=16, C=12: g.mol^{-1})$

۱) ۴۴ ۲) ۲۲ ۳) ۶۶ ۴) ۸۸

۱۵۱- در مخلوطی از منیزیم اکسید و کلسیم اکسید به جرم ۸۰ g، به ازای هر ۱۰ اتم کلسیم، ۶ اتم منیزیم وجود دارد. به کمک این مخلوط جامد، چند لیتر گاز کربن دی‌اکسید را می‌توان از طریق واکنش‌های زیر در شرایط استاندارد به مواد معدنی تبدیل کرد؟ $(Ca=40, Mg=24, O=16, C=12: g.mol^{-1})$

$CaO(s)+CO_2(g) \rightarrow CaCO_3(s)$ ، $MgO(s)+CO_2(g) \rightarrow MgCO_3(s)$

۱) ۲۶/۸۸ ۲) ۷۱/۶۸ ۳) ۳۵/۸۴ ۴) ۱۷/۹۲

۱۵۲- سولفوریک اسید (H_2SO_4)، بر اثر انجام واکنش‌های موازنه‌نشدهٔ زیر تولید می‌شود. برای تولید هر مول از این ماده، به چند گرم اکسیژن نیاز داریم؟ $(O=16\ g.mol^{-1})$

$1)\ S(s)+O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$ $2)\ SO_2(g)+O_2(g) \rightarrow SO_3(g)$ $3)\ SO_3(g)+H_2O(l) \rightarrow H_2SO_4(aq)$

۱) ۳۲ ۲) ۴۸ ۳) ۱۶ ۴) ۴۰

۱۵۳- فلز A با هالوژن X ترکیبی با فرمول شیمیایی AX_2 تشکیل می‌دهد. این ترکیب بر اثر گرما، مطابق واکنش: $2AX_2(s) \xrightarrow{\Delta} 2AX(s)+X_2(g)$، تجزیه می‌شود. هرگاه ۱/۱۲ گرم از AX_2 به طور کامل تجزیه شود و ۰/۷۲ گرم AX و ۷۱/۲۵ میلی‌لیتر گاز X_2 تشکیل شود، جرم اتمی هالوژن X، چند برابر جرم اتمی فلز A است؟ (حجم مولی گازها را در شرایط آزمایش، برابر ۲۸/۵ لیتر در نظر بگیرید.) (سراسری ریاضی ۱۴۰۰)

۱) ۱/۱۵ ۲) ۱/۲۵ ۳) ۱/۵ ۴) ۱/۷۵

۱۵۴- اگر در واکنش کامل ۷/۹۵ گرم ترکیب $M(OH)_4$ با مقدار کافی سولفوریک اسید براساس معادلهٔ زیر، ۱۴/۱۵ گرم نمک تشکیل شود، جرم اتمی فلز M کدام است؟ $(S=32, O=16, H=1: g.mol^{-1})$ $M(OH)_4+2H_2SO_4 \rightarrow M(SO_4)_2+4H_2O$ (سراسری تجربی خارج ۹۷ با کمی تغییر)

۱) ۴۸ ۲) ۹۱ ۳) ۱۱۸ ۴) ۲۰۷

۱۵۵- مقداری $NaHCO_3$ را وارد مخزنی که محتوی ۱۵۵ گرم گاز CO_2 است می‌کنیم تا براساس معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ زیر تجزیه شود. مقدار آب تولیدشده از ابتدای واکنش تا لحظه‌ای که جرم گاز CO_2 موجود در مخزن با جرم Na_2CO_3 تولیدشده برابر می‌شود، بر اثر اکسایش چند گرم گلوکز به دست می‌آید؟ $(Na=23, O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

$NaHCO_3(s) \rightarrow Na_2CO_3(s)+CO_2(g)+H_2O(l)$

۱) ۶۰ ۲) ۱۲۰ ۳) ۷۵ ۴) ۱۵۰

۱۵۶- طی واکنش ۲۱/۲ گرم از ترکیب $M_2CO_3(s)$ با مقدار کافی هیدروکلریک اسید براساس معادلهٔ زیر، ۸/۹۶ لیتر گاز کربن دی‌اکسید با دمای $0\ ^\circ C$ و فشار ۰/۵ atm تولید می‌شود. جرم آب تولیدشده در این واکنش برابر چند گرم بوده و در این شرایط، جرم مولی عنصر M برابر چند گرم است؟ $(O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1})$

$M_2CO_3(s)+2HCl(aq) \rightarrow 2MCl(aq)+H_2O(l)+CO_2(g)$

۱) ۷/۲ ـ ۱۸ ۲) ۷/۲ ـ ۲۳ ۳) ۳/۶ ـ ۱۸ ۴) ۳/۶ ـ ۲۳

۱۵۷- مول‌های برابر از گازهای هیدروژن و اکسیژن را وارد یک مخزن دربسته کرده و سپس با ایجاد یک جرقه، کل گاز هیدروژن موجود در مخزن را می‌سوزانیم. اگر گاز اکسیژن باقی‌مانده در مخزن با ۳۲ گرم گاز SO_2 براساس معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ زیر به طور کامل واکنش بدهد، جرم بخار آب تولیدشده در واکنش اول برابر با چند گرم بوده است؟ $(S=32, O=16, H=1: g.mol^{-1})$ $SO_2(g)+O_2(g) \rightarrow SO_3(g)$

۱) ۹ ۲) ۱۸ ۳) ۱۳/۵ ۴) ۲۲/۵

۱۵۸- فرمول شیمیایی چربی ذخیره‌شده در کوهان شتر، به صورت $C_{57}H_{110}O_6(s)$ است. بر اثر اکسایش کامل هر مول از این ماده، ..... گرم آب و ..... لیتر کربن دی‌اکسید حاصل می‌شود. (چگالی گاز CO_2 را در شرایط آزمایش برابر $2/4\ g.L^{-1}$ در نظر بگیرید و $O=16, C=12, H=1: g.mol^{-1}$)

۱) ۱۹۸۰، ۲۰۹۰ ۲) ۹۹۰، ۱۰۴۵ ۳) ۱۹۸۰، ۱۰۴۵ ۴) ۹۹۰، ۲۰۹۰

۱۵۹- در شرایط استاندارد، یک جرقه در مخلوطی از گازهای پروپان و اکسیژن به حجم ۴۴/۸ لیتر ایجاد می‌کنیم تا کل گاز پروپان موجود در مخزن به طور کامل بسوزد. اگر گاز اکسیژن باقی‌مانده پس از پایان این واکنش، با ۹۲ گرم گاز نیتروژن دی‌اکسید براساس معادلهٔ $4NO_2(g)+O_2(g) \rightarrow 2N_2O_5(s)$ واکنش بدهد، جرم گاز کربن دی‌اکسید تولیدشده در واکنش سوختن پروپان برابر با چند گرم بوده است؟ $(O=16, N=14, C=12: g.mol^{-1})$

۱) ۴۴ ۲) ۶۶ ۳) ۲۲ ۴) ۳۳

۱۶۰- مول‌های برابری از NaN_3 و $NaNO_3$ را در یک محفظه براساس واکنش‌های زیر تجزیه می‌کنیم. پس از پایان این واکنش‌ها، درصد جرمی $NaNO_2$ در میان فراورده‌های جامد به‌جامانده در ظرف کدام است؟ $(Na = 23 , O = 16 , N = 14 : g.mol^{-1})$

I) $2NaN_3(s) \rightarrow 2Na(s) + 3N_2(g)$

II) $2NaNO_3(s) \rightarrow 2NaNO_2(s) + O_2(g)$

۱) ۷۵ ۲) ۶۰ ۳) ۲۵ ۴) ۴۰

۱۶۱- مخلوطی از گازهای هیدروژن سولفید (H_2S) و اتان (C_2H_6) به جرم ۲۵۰ گرم را براساس معادله‌های موازنه‌نشدهٔ زیر به طور کامل می‌سوزانیم. اگر حجم بخار آب تولیدشده ۴ برابر حجم گاز کربن دی‌اکسید تولیدشده باشد، گاز اتان چند درصد از جرم مخلوط گازی اولیه را تشکیل داده است؟ $(S = 32 , C = 12 , H = 1 : g.mol^{-1})$

$H_2S(g) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g) + H_2O(g)$ $\quad$ $C_2H_6(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$

۱) ۱۵ ۲) ۲۰ ۳) ۳۰ ۴) ۴۰

۱۶۲- از سوختن کامل و ناقص متان، به ترتیب گازهای CO_2 و CO به همراه بخار آب تولید می‌شوند. اگر در فرایند سوختن ۸۰ g متان، در مجموع ۹ مول گاز اکسیژن مصرف شده باشد، چند درصد از گاز متان به طور کامل سوخته است؟ $(O = 16 , C = 12 , H = 1 : g.mol^{-1})$

۱) ۲۵ ۲) ۷۵ ۳) ۴۰ ۴) ۶۰

۱۶۳- با توجه به معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ واکنش‌های زیر، چه تعداد از عبارت‌های زیر درست هستند؟ $(S = 32 , O = 16 , C = 12 , H = 1 : g.mol^{-1})$

a) $CaC_2(s) + H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(s) + C_2H_2(g)$

b) $H_2S(g) + O_2(g) \rightarrow H_2O(l) + SO_2(g)$

آ) ضریب آب در معادلهٔ موازنه‌شدهٔ واکنش b برابر با ضریب این ماده در واکنش a است.

ب) به ازای مصرف ۱/۸ گرم آب در واکنش a، تعداد $1/505 \times 10^{22}$ مولکول C_2H_2 تولید می‌شود.

پ) جرم گاز SO_2 تولیدشده در واکنش b، ۱/۵ برابر جرم گاز اکسیژن مصرف‌شده در این واکنش است.

ت) مجموع ضرایب مواد گازی در معادلهٔ واکنش b، برابر با مجموع ضرایب مواد در معادلهٔ واکنش سوختن کامل متان است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۱۶۴- اگر مخلوطی از گازهای هیدروژن و متان (در شرایط استاندارد) به طور کامل بسوزند و مقدار ۵/۶ لیتر کربن دی‌اکسید (در شرایط استاندارد) و ۱۱/۲۵ گرم آب تولید کنند، چند درصد حجمی از این مخلوط را گاز متان تشکیل می‌دهد؟ $(O = 16 , C = 12 , H = 1 : g.mol^{-1})$ (سراسری تجربی ۸۸)

۱) ۲۵/۱۲ ۲) ۳۳/۳۳ ۳) ۳۵/۲۵ ۴) ۶۶/۶۶

۱۶۵- مطابق تصویر زیر، جرم‌های برابر از گازهای N_2 و H_2 را وارد مخزن می‌کنیم تا براساس معادلهٔ $N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$ واکنش بدهند. در مرحلهٔ بعد، گاز H_2 باقی‌مانده در مخزن را خارج کرده و آن را براساس معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ زیر، با Fe_2O_3 وارد واکنش می‌کنیم. اگر جرم آهن حاصل از واکنش دوم برابر با ۳۰۸ گرم باشد، جرم آمونیاک تولیدشده برابر با چند گرم است؟ $(Fe = 56 , N = 14 , H = 1 : g.mol^{-1})$ $\quad$ $Fe_2O_3(s) + H_2(g) \rightarrow Fe(s) + H_2O(l)$

۱) ۵۱
۲) ۲۵/۵
۳) ۳۴
۴) ۱۷

۱۶۶- مقداری گاز SO_3 را وارد یک پیستون با سیلندر متحرک می‌کنیم تا به طور کامل براساس معادلهٔ $2SO_3(g) \rightarrow 2SO_2(g) + O_2(g)$ تجزیه شود. طی این فرایند، در دما و فشار ثابت، چگالی گازهای موجود در مخزن چند برابر می‌شود؟ $(S = 32 , O = 16 : g.mol^{-1})$

۱) $\frac{3}{2}$ ۲) $\frac{2}{3}$ ۳) $\frac{3}{4}$ ۴) $\frac{4}{3}$

۱۶۷- واکنش تجزیهٔ ۱۸۹ آمونیوم دی‌کرومات براساس معادلهٔ موازنه‌نشدهٔ زیر انجام می‌شود. بخار آب تولیدشده از ابتدای واکنش تا لحظه‌ای که جرم گاز N_2 تولیدشده با جرم آمونیوم دی‌کرومات باقی‌مانده برابر می‌شود را از ظرف خارج کرده و آن را با ۴۱/۶ گرم گاز اکسیژن مخلوط می‌کنیم. درصد حجمی گاز اکسیژن در مخلوط گازی ایجادشده چه‌قدر می‌شود؟ $(Cr = 52 , O = 16 , N = 14 , H = 1 : g.mol^{-1})$

$(NH_4)_2Cr_2O_7(s) \rightarrow Cr_2O_3(s) + N_2(g) + H_2O(g)$

۱) ۳۷/۱ ۲) ۲۶ ۳) ۴۳/۳ ۴) ۳۲/۵

۱۶۸- مقداری LiOH را در شرایط استاندارد وارد یک مخلوط ۱۱۲ لیتری از گازهای O_2 و CO_2 می‌کنیم تا واکنش موازنه‌نشدهٔ زیر انجام شده و ۳۶ گرم آب به دست بیاید. جرم LiOH مصرف‌شده برابر با چند گرم بوده و اگر طی این فرایند، حجم گاز CO_2 در مخلوط گازی ۰/۲ برابر شده باشد، جرم گاز اکسیژن موجود در مخلوط اولیه برابر با چند گرم بوده است؟ $(O = 16 , Li = 7 , H = 1 : g.mol^{-1})$ $\quad$ $LiOH(s) + CO_2(g) \rightarrow Li_2CO_3(s) + H_2O(l)$

۱) ۹۶ ـ ۸۰ ۲) ۹۶ ـ ۹۶ ۳) ۷۲ ـ ۸۰ ۴) ۷۲ ـ ۹۶

۱۶۹- گاز اکسیژن حاصل از تجزیهٔ ۵۰/۵ g پتاسیم نیترات را در دمای ۳۹ °C درون یک مخزن دربسته به حجم ۴ L وارد می‌کنیم. چگالی گاز درون مخزن برابر ..... گرم بر لیتر و فشار آن برابر ..... اتمسفر است. $(K = 39 , O = 16 , N = 14 : g.mol^{-1})$ $\quad$ $2KNO_3(s) \rightarrow 2KNO_2(s) + O_2(g)$

۱) ۱/۶ ـ ۴ ۲) ۱/۶ ـ ۲ ۳) ۰/۶۲۵ ـ ۴ ۴) ۰/۶۲۵ ـ ۲

۶۷- گزینهٔ «۲» دمای هوا در انتهای لایهٔ تروپوسفر برحسب کلوین برابر ۲۲۵ کلوین است $(۲۲۵ = ۱۵ \times ۱۵)$. این دما برحسب درجهٔ سلسیوس برابر است با:

$$T = \theta + ۲۷۳ \Rightarrow ۲۲۵ = \theta + ۲۷۳ \Rightarrow \theta = ۲۲۵ - ۲۷۳ = -۴۸ \,^\circ C$$

می‌دانیم به ازای هر کیلومتر افزایش ارتفاع، دما حدود $۶\,^\circ C$ کاهش می‌یابد، پس با محاسبهٔ تفاوت دما می‌توانیم ارتفاع لایهٔ تروپوسفر را به دست آوریم.

$$\Delta\theta = \theta_۲ - \theta_۱ = -۴۸ - (۱۵) = -۶۳ \,^\circ C \;,\; -۶۳ \,^\circ C \times \frac{۱\,km}{-۶\,^\circ C} = \frac{۶۰ + ۳}{۶} = ۱۰/۵\,km$$

۶۸- گزینهٔ «۲» محاسبهٔ دمای هوا برحسب درجهٔ سلسیوس است: (اول)

$$\theta = -۶ - ۲\sqrt{h} \xrightarrow{h=۴km} \theta = -۶ - ۲\sqrt{۴} = -۶ - ۲(۲) = -۱۰\,^\circ C$$

محاسبهٔ دما بر حسب درجهٔ کلوین است: (دوم)

$$T = \theta + ۲۷۳ \Rightarrow T = -۱۰ + ۲۷۳ = ۲۶۳\,K$$

۶۹- گزینهٔ «۲» دما در سطح زمین برابر $۲۸۵\,K$ است $(T = ۱۲ + ۲۷۳ = ۲۸۵\,K)$. از آن‌جا که دما برحسب کلوین ۲۰٪ کاهش یافته؛ پس:

$$\text{درصد تغییر دما} = \frac{\Delta T}{T_۱} \times ۱۰۰ \Rightarrow -۲۰ = \frac{\Delta T}{۲۸۵} \times ۱۰۰ \Rightarrow \Delta T = \frac{-۲ \times ۲۸۵}{۱۰} = -۵۷\,K \Rightarrow \Delta\theta = \Delta T = -۵۷\,^\circ C$$

بنابراین ارتفاع موردنظر برابر است با:

$$-۵۷\,^\circ C \times \frac{۱\,km}{-۶\,^\circ C} = \frac{۶۰ - ۳}{۶} = ۹/۵\,km$$

۷۰- گزینهٔ «۳» فرض کنیم ارتفاع اولیه برحسب کیلومتر h باشد، بنابراین تغییر دما در این ارتفاع نسبت به سطح زمین $-۶h$ بوده و دما برابر $۱۹ - ۶h$ می‌شود. در ارتفاع $۱/۵h$ تغییر دما نسبت به سطح زمین $۱/۵ \times (-۶h)$ بوده و دما برابر $۱۹ - ۹h$ خواهد بود. با توجه به درصد تغییر دما داریم:

$$\text{درصد تغییر دما}: \frac{\Delta\theta}{\theta_۱} \times ۱۰۰ \Rightarrow -۴۵ = \frac{(۱۹ - ۹h) - (۱۹ - ۶h)}{۱۹ - ۶h} \times ۱۰۰ \Rightarrow \frac{-۳h}{۱۹ - ۶h} = \frac{۴۵}{۱۰۰} \Rightarrow ۲۰h = ۵۷ - ۱۸h \Rightarrow ۳۸h = ۵۷$$

$$\Rightarrow h = \frac{۵۷}{۳۸} = \frac{۳۸ + ۱۹}{۳۸} = ۱/۵\,km \times \frac{۱۰۰۰\,m}{۱\,km} = ۱۵۰۰\,m$$

$$\text{ارتفاع نهایی} = ۱/۵ \times h = ۱/۵ \times ۱۵۰۰ = ۲۲۵۰\,m$$

۷۱- گزینهٔ «۲»

اول ابتدا دمای هوا را در ابتدای لایهٔ استراتوسفر محاسبه می‌کنیم: $T(K)=۲۷۳+\theta(^\circ C) \Rightarrow ۲۱۷=۲۷۳+\theta \Rightarrow \theta=-۵۶\ ^\circ C$

دوم با استفاده از اختلاف دما در ابتدا و انتهای این لایه، ارتفاع آن را به دست می‌آوریم:

$$\text{ارتفاع لایهٔ استراتوسفر}=\frac{\text{دما در ابتدای لایهٔ استراتوسفر}-\text{دما در انتهای لایهٔ استراتوسفر}}{۵}=\frac{۷-(-۵۶)}{۵}=۱۲/۶\ km$$

۷۲- گزینهٔ «۳»

دما در این ارتفاع برابر $-۲۵\ ^\circ C$ است $(-۲۵=-۲۷۳-(-۲۴۸))$، به ازای هر کیلومتر افزایش ارتفاع، دما حدود $۶\ ^\circ C$ کاهش می‌یابد؛ بنابراین ارتفاع برابر است با:

$$\Delta\theta=\theta_۲-\theta_۱=-۲۵-(۱۱\ ^\circ C)=-۳۶\ ^\circ C\ ,\ -۳۶\ ^\circ C\times\frac{۱\ km}{-۶\ ^\circ C}=۶\ km$$

۷۳- گزینهٔ «۴»

به ازای هر ۲ کیلومتر ارتفاع فشار ۰/۸ برابر می‌شود، پس حالا که ارتفاع $۳\times۲\ km$ افزایش یافته، فشار ۳ بار در ۰/۸ ضرب می‌شود. $P=۱\ atm\times(۰/۸)^۳=۰/۵۱۲\ atm$

به ازای هر ۱۰۰ لیتر هوا، ۰/۰۰۱۸ لیتر نئون وجود دارد؛ بنابراین:

$$۱\ kg\ هوا\times\frac{۱۰۰۰\ g}{۱\ kg}\times\frac{۱\ L\ هوا}{۱/۲۵\ g\ هوا}\times\frac{۰/۰۰۱۸\ L\ Ne}{۱۰۰\ L\ هوا}\times\frac{۱۰۰۰\ mL}{۱\ L}=\frac{۱۸\times۸}{۱۰}=\frac{۱۴۴}{۱۰}=۱۴/۴\ mL$$

۷۴- گزینهٔ «۴»

با استفاده از اطلاعات سؤال باید به یک معادلهٔ دومجهولی برحسب ارتفاع برسیم. در دو نقطه از این سیاره داریم: $\theta(^\circ C)=۵۰P(atm)$ بنابراین:

$$(۱)\ ۸۰-۰/۴h^۲=۵۰(۲-۰/۱۲h) \Rightarrow ۰/۴h^۲-۶h+۲۰=۰$$

برای راحتی محاسبات، طرفین معادلهٔ بالا را در ۲/۵ ضرب می‌کنیم:

$$(۲)\ h^۲\underbrace{-۱۵}_{\text{حاصل‌جمع دو ریشه}}h\underbrace{+۵۰}_{\text{حاصل‌ضرب دو ریشه}}=۰ \Rightarrow (h-۵)(h-۱۰)=۰ \Rightarrow h_۱=۱۰, h_۲=۵$$

بنابراین اختلاف ارتفاع دو نقطه برابر است با: $h_۲-h_۱=۱۰-۵=۵\ km$

۷۵- گزینهٔ «۲»

۱۰۰ لیتر هوا شامل ۷۸ لیتر $N_۲$، ۲۰ لیتر $O_۲$ و ۰/۹۲ لیتر Ar است. در اثر خارج‌کردن ۷۸ لیتر $N_۲$، مخلوطی به حجم ۲۲ لیتر و شامل ۲۰ لیتر $O_۲$ و ۰/۹۲ لیتر Ar خواهیم داشت؛ بنابراین درصد حجمی آن‌ها برابر است با:

$$\text{درصد حجمی Ar}=\frac{۰/۹۲\ L}{۲۲\ L}\times۱۰۰=\frac{۹۲}{۲۲}=\frac{۴۶}{۱۱}=\frac{۴۴}{۱۱}+\frac{۲}{۱۱}\simeq ٪۴/۲$$

$$\text{درصد حجمی } O_۲=\frac{۲۰\ L}{۲۲\ L}\times۱۰۰=\frac{۱}{۱۱}\times۱۰۰۰\simeq ٪۹۰/۹$$

اگر مخرج کسری ۱۱ و صورت آن کم‌تر از ۱۱ باشد، جواب آن برابر است با: $\frac{a}{۱۱}=۰/\overline{(a\times۹)} \xrightarrow{\text{مثلاً}} \frac{۱}{۱۱}=۰/\overline{۰۹}(۰/۰۹۰۹۰۹)$ یا $\frac{۲}{۱۱}=۰/\overline{۱۸}(۰/۱۸۱۸۱۸)$

۷۶- گزینهٔ «۴»

فرض می‌کنیم ۱۰۰ لیتر مخلوط گازی داریم، پس حجم $N_۲$ و $O_۲$ برابر ۷۵ لیتر و ۲۰ لیتر است. اگر x لیتر $N_۲$ خارج کنیم:

$$\text{درصد حجمی } O_۲=\frac{۲۰\ L}{۱۰۰-x\ L}\times۱۰۰=۱/۶\times۲۰=۳۲ \Rightarrow \frac{۲۰}{۱۰۰-x}=\frac{۳۲}{۱۰۰} \Rightarrow ۲۵۰=۴۰۰-۴x \Rightarrow x=\frac{۱۵۰}{۴}=\frac{۱۶۰-۱۰}{۴}=۳۷/۵$$

یعنی از ۷۵ لیتر $N_۲$، ۳۷/۵ لیتر آن خارج شده است. حالا حساب می‌کنیم چند درصد از گاز $N_۲$ خارج شده است:

$$\frac{۳۷/۵}{۷۵}\times۱۰۰=٪۵۰$$

۷۷- گزینهٔ «۳»

در واکنش ۳، در سمت چپ ۱۰تا O داریم (۵×۲)، ولی در سمت راست ۱۴تا O داریم $(۱\times۶+۲\times۴)$. در بقیهٔ گزینه‌ها همهٔ عنصرها موازنه هستند. *میگی نه؟ برو خودت ببین!*

۷۸- گزینهٔ «۴»

در سوختن کامل، همهٔ کربن‌های موجود در ترکیب به $CO_۲$ تبدیل می‌شود. $۱X+O_۲ \rightarrow ۸CO_۲+\cdots$

پس با توجه به موازنهٔ عنصر C، ترکیب X باید ۸ اتم کربن داشته باشد. پس گزینه‌های ۲ و ۳ حذف می‌شوند. معادلهٔ سوختن کامل ترکیب‌های موجود در گزینه‌های ۱ و ۴ را می‌نویسیم:

۴) $C_۸H_{۱۷}OH+۱۲O_۲ \rightarrow ۸CO_۲+۹H_۲O$

۱) $C_۷H_{۱۵}COOH+۱۱O_۲ \rightarrow ۸CO_۲+۸H_۲O$

بنابراین پاسخ درست ۴ است.

۷۹- گزینهٔ «۳»

اتم شروع‌کننده می‌تواند C یا N باشد. از آن‌جا که $CH_۴$ پیچیده‌تر از $NH_۳$ است، پس موازنه را با C شروع می‌کنیم:

$$۱CH_۴+--NH_۳+--O_۲ \rightarrow ۱HCN+--H_۲O$$

اتم ادامه‌دهنده N است که فقط در $NH_۳$ ضریب ندارد.

$$۱CH_۴+۱NH_۳+--O_۲ \rightarrow ۱HCN+--H_۲O$$

اتم ادامه‌دهنده H است که فقط در $H_۲O$ ضریب ندارد.

$$۱CH_۴+۱NH_۳+--O_۲ \rightarrow ۱HCN+۳H_۲O$$

فقط می‌ماند موازنهٔ O:

$$۱CH_۴+۱NH_۳+\frac{۳}{۲}O_۲ \rightarrow ۱HCN+۳H_۲O$$

همین‌جا معلومه که جواب گزینهٔ (۳) است، ولی برای موازنهٔ کامل معادلهٔ واکنش باید همهٔ ضرایب را در ۲ ضرب کنیم.

$$۲CH_۴+۲NH_۳+۳O_۲ \rightarrow ۲HCN+۶H_۲O$$

۸۰- گزینهٔ «۱»

اتم شروع‌کننده می‌تواند P یا H باشد. از آن‌جا که $P_۴O_{۱۰}$ پیچیده‌تر از $H_۲O$ است، با P شروع می‌کنیم.

$$۴PH_۳+--O_۲ \rightarrow ۱P_۴O_{۱۰}+--H_۲O$$

اتم ادامه‌دهنده H است.

$$۴PH_۳+--O_۲ \rightarrow ۱P_۴O_{۱۰}+۶H_۲O$$

اتم ادامه‌دهنده O است. سمت راست ۱۶تا O داریم؛ پس:

$$۴PH_۳+۸O_۲ \rightarrow ۱P_۴O_{۱۰}+۶H_۲O$$

بنابراین:

$$\frac{\text{تعداد مول‌های } H_۲O}{\text{تعداد مول‌های } O_۲}=\frac{۶}{۸}=\frac{۳}{۴}$$

۸۱- گزینهٔ «۲» در واکنش سوختن کامل به ازای هر اتم C، یک مولکول CO_2 و به ازای هر ۲ اتم H، ۱ مولکول H_2O تولید می‌شود؛ پس:

$$C_xH_y \xrightarrow{O_2} xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O \Rightarrow \frac{\text{مولکول‌های } H_2O}{\text{مولکول‌های } CO_2} = \frac{\frac{y}{2}}{x} = 1/2 \Rightarrow \frac{y}{x} = 2/4 = \frac{12}{5}$$

تعداد اکسیژن‌ها فقط روی تعداد O_2 مصرفی تأثیر دارد.

۸۲- گزینهٔ «۱» با توجه به گزینه‌ها، فرض می‌کنیم ترکیب A، NO_x است. ابتدا اتم H را موازنه می‌کنیم:

$$H: a = 4\times2 \Rightarrow a = 8$$

با توجه به موازنهٔ اتم N داریم:

$$N: a = 3\times2 + b\times1 \Rightarrow 8 = 6 + b \Rightarrow b = 2$$

در نهایت به کمک موازنهٔ O، x را حساب می‌کنیم:

$$O: 3a = (3\times3\times2) + bx + 4 \Rightarrow 24 = 18 + 2x + 4 \Rightarrow x = 1 \Rightarrow A: NO$$

۸۳- گزینهٔ «۲» معادلهٔ موازنه‌شده به صورت $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$ است؛ پس به ازای هر مولکول O_2 که مصرف می‌شود، باید ۲ مولکول SO_3 تولید شود. ولی در ۲، ۳ مولکول O_2 کم شده و تنها ۴ مولکول SO_3 تولید شده است. هم‌چنین در این حالت باید ۶ مولکول SO_2 هم کم شود و در آخر ۳ مولکول SO_2 داشته باشیم.

۸۴- گزینهٔ «۲» عبارت‌های «آ» و «پ» درست‌اند.

واکنش‌های موازنه‌شده عبارت‌اند از: ۲) $2CO(NH_2)_2 + 3O_2 \rightarrow 2N_2 + 2CO_2 + 4H_2O$ ۱) $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$

(آ): ✓. اتم‌های اکسیژن ۱۸ و اتم‌های کربن ۶ است. $\frac{18}{6} = 3$

(ب): ✗. ضریب آب در واکنش ۱ و ۲ به ترتیب ۶ و ۴ است. $\frac{6}{4} = 1/5$

(پ): ✓.

(ت): ✗. نسبت ضرایب CO_2 و O_2 در واکنش ۱، $\frac{6}{6}$ و در واکنش ۲، $\frac{2}{3}$ است.

۸۵- گزینهٔ «۲» چهار واکنش موازنه‌شده به صورت مقابل هستند:

a) $2Cr(s) + 6H_2SO_4(aq) \rightarrow Cr_2(SO_4)_3(aq) + 3SO_2(g) + 6H_2O(l)$

b) $2Ag(s) + 2H_2SO_4(aq) \rightarrow Ag_2SO_4(aq) + SO_2(g) + 2H_2O(l)$

c) $3Zn(OH)_2(s) + 2H_3PO_4(aq) \rightarrow Zn_3(PO_4)_2(s) + 6H_2O(l)$

d) $4NH_3(g) + 5O_2(g) \rightarrow 4NO(g) + 6H_2O(l)$

بنابراین مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد در این چهار واکنش به ترتیب برابر ۱۸، ۸، ۱۲ و ۱۹ است و بیشترین و کم‌ترین مجموع ضرایب به واکنش‌های d و b برمی‌گردد.

۸۶- گزینهٔ «۲» ضریب H_2O در همهٔ واکنش‌ها ۳ بوده ولی در واکنش ۲، ۴ است.

۱) اتم شروع‌کننده K و اتم‌های ادامه‌دهنده به ترتیب I، O و H هستند. $3H_2 + 1KIO_3 \rightarrow 1KI + 3H_2O$

۲) اتم شروع‌کننده S و اتم‌های ادامه‌دهنده به ترتیب H، O و I هستند. $1H_2SO_4 + 8HI \rightarrow 1H_2S + 4H_2O + 4I_2$

۳) اتم شروع‌کننده Ca و اتم‌های ادامه‌دهنده به ترتیب N و H هستند. $2NH_3 + 1CaCO_3 \rightarrow 3H_2O + 1CaCN_2$

۴) اتم شروع‌کننده As و اتم‌های ادامه‌دهنده به ترتیب O، H، Cl و K هستند. $1As_2O_3 + 6KI + 6HCl \rightarrow 2AsI_3 + 6KCl + 3H_2O$

۸۷- گزینهٔ «۲» اتم شروع‌کننده می‌تواند Na یا H باشد از آن‌جا که Na_2O_2 پیچیده‌تر از H_2O است پس موازنه را با Na شروع می‌کنیم.

$$1Na_2O_2 + \text{—}H_2O \rightarrow 2NaOH + \text{—}O_2$$

اتم ادامه‌دهنده H است که فقط در H_2O ضریب ندارد.

$$1Na_2O_2 + 1H_2O \rightarrow 2NaOH + \text{—}O_2$$

فقط می‌ماند موازنهٔ O:

$$1Na_2O_2 + 1H_2O \rightarrow 2NaOH + \frac{1}{2}O_2$$

در آخر همهٔ ضرایب را در ۲ ضرب می‌کنیم:

$$2Na_2O_2 + 2H_2O \rightarrow 4NaOH + O_2$$

بنابراین مجموع ضرایب مواد برابر ۹ است.

۸۸- گزینهٔ «۴» هر دو واکنش را موازنه می‌کنیم:

واکنش اول: اتم شروع‌کننده می‌تواند S یا H باشد از آن‌جا که پیچیدگی SO_2 و H_2O فرقی نمی‌کند، بنابراین تفاوتی ندارد از کدام شروع کنیم، ما از S شروع می‌کنیم:

$$1H_2S + \text{—}O_2 \rightarrow 1SO_2 + \text{—}H_2O$$

اتم H ادامه‌دهنده است که فقط در H_2O ضریب ندارد:

$$1H_2S + \text{—}O_2 \rightarrow 1SO_2 + 1H_2O$$

فقط می‌ماند موازنهٔ O:

$$1H_2S + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow 1SO_2 + 1H_2O$$

در آخر همهٔ ضرایب را در ۲ ضرب می‌کنیم:

$$2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_2 + 2H_2O$$

واکنش دوم: اتم شروع‌کننده می‌تواند N یا H باشد از آن‌جا که H_2O از NO پیچیده‌تر است پس موازنه را با H شروع می‌کنیم:

$$2NH_3 + \text{—}O_2 \rightarrow \text{—}NO + 3H_2O$$

اتم N ادامه‌دهنده است که فقط در NO ضریب ندارد:

$$2NH_3 + \text{—}O_2 \rightarrow 2NO + 3H_2O$$

حالا موازنهٔ O:

$$2NH_3 + \frac{5}{2}O_2 \rightarrow 2NO + 3H_2O$$

در نهایت همهٔ ضرایب را در ۲ ضرب می‌کنیم:

$$4NH_3 + 5O_2 \rightarrow 4NO + 6H_2O$$

مجموع ضریب مواد در واکنش اول ۹ و در واکنش دوم ۱۹ است، بنابراین تفاوت مجموع ضرایب مواد در این دو واکنش برابر ۱۰ است.

۸۹- گزینهٔ «۳» چهار معادلهٔ موازنه‌شده به صورت زیر است:

a) $P_4O_{10} + 6H_2O \rightarrow 4H_3PO_4$

b) $SF_4 + 2H_2O \rightarrow SO_2 + 4HF$

c) $4FeS_2 + 11O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3 + 8SO_2$

d) $4HNO_3 \rightarrow 4NO_2 + O_2 + 2H_2O$

نسبت مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد در واکنش a به واکنش c برابر $\frac{11}{25} = 0/44$ و تفاوت مجموع ضریب‌های استوکیومتری مواد در دو واکنش d و b برابر $3 = 8 - 11$ است.

۹۰- گزینهٔ «۱» ابتدا معادلهٔ واکنش داده‌شده را موازنه می‌کنیم. عنصر شروع‌کننده H است، در سمت راست حداقل ۴ اتم N داریم پس به HNO_3، ضریب ۴ می‌دهیم:

$$__Al(s)+4HNO_3(aq)\rightarrow __Al(NO_3)_3(aq)+__NO(g)+2H_2O(l)$$

در ادامه ضریب استوکیومتری Al و $Al(NO_3)_3$ را برابر x قرار می‌دهیم:

$$xAl(s)+4HNO_3(aq)\rightarrow xAl(NO_3)_3(aq)+?\,NO(g)+2H_2O(l)$$

بنابراین داریم:

$$N: 4=3x+?\Rightarrow ?=4-3x$$

$$O: (4\times3)=(3\times3x)+(4-3x)+2\Rightarrow 6=6x\Rightarrow x=1, ?=4-3=1$$

پس معادلهٔ موازنه‌شده به صورت روبه‌رو خواهد بود:

$$Al(s)+4HNO_3(aq)\rightarrow Al(NO_3)_3(aq)+NO(g)+2H_2O(l)$$

مجموع ضرایب گونه‌های محلول در آب در واکنش بالا برابر ۵ است. حال واکنش سوختن کامل چهار گزینه را می‌نویسیم:

۱) ✓ $C_4H_8O_2+5O_2\rightarrow 4CO_2+4H_2O$

۲) ✗ $2C_5H_{12}O+15O_2\rightarrow 10CO_2+12H_2O$

۳) ✗ $2C_4H_6+11O_2\rightarrow 8CO_2+6H_2O$

۴) ✗ $2C_2H_6+7O_2\rightarrow 4CO_2+6H_2O$

نکته ضریب گاز اکسیژن در معادلهٔ سوختن کامل ترکیب‌های آلی اکسیژن‌دار از معادلهٔ زیر به دست می‌آید:

$$\text{ضریب}\,O_2=\text{تعداد کربن}+\frac{\text{تعداد هیدروژن}}{4}-\frac{\text{تعداد اکسیژن}}{2}\xrightarrow{\text{گزینهٔ (۱)}}\text{ضریب}\,O_2=4+\frac{8}{4}-\frac{2}{2}=5$$

نکته اگر ضریبی که به دست آوردید، کسری بود آن را در ۲ یا ۴ (اولویت با عدد کوچک‌تر) ضرب کنید تا غیرکسری شود.

۹۱- گزینهٔ «۱» اتم شروع‌کننده Na بوده و اتم‌های ادامه‌دهنده به ترتیب Al، O و H هستند.

$$2NaOH+2Al+6H_2O\rightarrow 2NaAl(OH)_4+3H_2\Rightarrow \frac{\text{مجموع ضرایب واکنش‌دهنده‌ها}}{\text{مجموع ضرایب فراورده‌ها}}=\frac{10}{5}=2$$

موازنهٔ سایر گزینه‌ها:

۲) $2KBr+6H_2O+3N_2\rightarrow 2KBrO_3+3N_2H_4\xrightarrow{\text{نسبت ضرایب مجموع}}\frac{11}{5}\neq 2$

۳) $2Fe_2O_3+3C\rightarrow 4Fe+3CO_2\xrightarrow{\text{نسبت ضرایب مجموع}}\frac{5}{7}\neq 2$

۴) $2LiOH+1CO_2\rightarrow 1Li_2CO_3+1H_2O\xrightarrow{\text{نسبت ضرایب مجموع}}\frac{3}{2}\neq 2$

۹۲- گزینهٔ «۲» واکنش موازنه‌شدهٔ اول به صورت مقابل است:

$$Fe_2O_3+6Na\rightarrow 3Na_2O+2Fe\Rightarrow \text{مجموع ضریب‌ها}=12$$

موازنهٔ واکنش دوم را از اتم H شروع می‌کنیم.

$$__Cl_2+2NaOH\rightarrow __NaCl+__NaClO_3+1H_2O$$

اتم ادامه‌دهنده O است که فقط در $NaClO_3$ــــ ضریب ندارد. سمت چپ کلاً ۲ اتم O داریم و سمت راست ۱ اتم O، پس به $NaClO_3$ ضریب $\frac{1}{3}$ می‌دهیم.

$$__Cl_2+2NaOH\rightarrow __NaCl+\frac{1}{3}NaClO_3+1H_2O$$

ضریب کسری همهٔ ضرایب معلوم‌شده را در ۳ ضرب می‌کنیم.

$$__Cl_2+6NaOH\rightarrow __NaCl+1NaClO_3+3H_2O$$

اتم ادامه‌دهنده Na است.

$$__Cl_2+6NaOH\rightarrow 5NaCl+1NaClO_3+3H_2O$$

حالا اتم Cl را موازنه می‌کنیم.

$$3Cl_2+6NaOH\rightarrow 5NaCl+1NaClO_3+3H_2O\Rightarrow \text{ضریب}\,H_2O=3$$

بنابراین مجموع ضریب‌ها در معادلهٔ اول (۱۲)، ۴ برابر ضریب H_2O در معادلهٔ دوم (۳) است.

۹۳- گزینهٔ «۳» در شرایط STP، ۱ مول از هر گازی ۲۲/۴ لیتر حجم دارد، بنابراین:

اول

$$1\,m^3\,\text{هوا}\times\frac{1000\,L}{1\,m^3}\times\frac{0/0392\,L\,CO_2}{100\,L\,\text{هوا}}\times\frac{1\,mol\,CO_2}{22/4\,L\,CO_2}\times\frac{44\,g\,CO_2}{1\,mol\,CO_2}=\frac{39/2\times10^{-2}\times44}{22/4}=0/77\,g\,CO_2$$

می‌توانستیم از راه تقریبی هم استفاده کنیم: $\frac{0/392\times44}{22/4}=0/8\Rightarrow$ ۳

درصد حجمی گاز CO_2 برابر ۰/۰۳۹۲٪ است. بنابراین در ۱۰۰ L هوا، ۰/۰۳۹۲ L گاز CO_2 وجود دارد و از کسر تبدیل $\frac{0/0392\,L\,CO_2}{100\,L\,\text{هوا}}$ استفاده کردیم.

دوم

$$\frac{\text{درصد حجمی}\,CO_2\times\text{حجم هوا (STP)}}{\text{ضریب}\times 22/4}=\frac{\text{گرم}\,CO_2}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{1000\,L\,\text{هوا}\times\frac{0/0392\,L\,CO_2}{100\,L\,\text{هوا}}}{22/4\times1}=\frac{x}{44\times1}\Rightarrow x=0/77\,g$$

۹۴- گزینهٔ «۲» در شرایط STP، ۱ مول گاز ۲۲/۴ لیتر حجم دارد و نسبت حجم اکسیژن به هوا ۱ به ۵ است. بنابراین:

$$100\,km\times\frac{38400\,g\,O_2}{1\,km}\times\frac{1\,mol\,O_2}{32\,g\,O_2}\times\frac{22/4\,L\,O_2}{1\,mol\,O_2}\times\frac{5\,L\,\text{هوا}}{1\,LO_2}\times\frac{1\,m^3}{1000\,L}=\frac{384\times100\times22/4}{32\times2}=13440\,m^3\,\text{هوا}$$

دوم

$$\frac{\text{گرم مصرف‌شده در هر کیلومتر}\times\text{مسافت (km)}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{\text{مترمکعب (STP)}\times1000}{\text{ضریب}\times22/4}\Rightarrow\frac{100\,km\times\frac{38400\,g}{1\,km}}{32\,g.mol^{-1}\times1}=\frac{x\times1000}{22/4\times1}$$

$$\Rightarrow x=2688\,m^3\,O_2\Rightarrow\text{حجم هوا}=2688\times5=13440\,m^3$$

۹۵- گزینهٔ «۱» اگر تعداد مول SO_3 برابر x و تعداد مول Ne برابر y باشد، داریم:

$$I)\ 80x+20y=18$$

از طرفی مجموع مول آن‌ها برابر با ۰/۳ مول است $(\frac{6/72}{22/4}=0/3)$؛ بنابراین:

$$II)\ x+y=0/3 \xrightarrow{\times 20} 20x+20y=6$$

$$\xrightarrow{(I)-(II)} 60x=12 \Rightarrow x=0/2 \xrightarrow{(II)} y=0/1 \Rightarrow \frac{\text{مول } SO_3}{\text{مول Ne}}=\frac{0/2}{0/1}=2$$

۹۶- گزینهٔ «۴» در شرایط STP، ۱ مول N_2، ۲۲/۴ لیتر حجم دارد، پس چگالی آن برابر است با:

$$\text{چگالی } N_2=\frac{\text{جرم}}{\text{حجم}}=\frac{1\times \overbrace{28}^{5\times 5/6}}{\underbrace{22/4}_{4\times 5/6}}=\frac{5}{4}\ g.L^{-1}$$

برای این‌که چگالی O_2 برابر $\frac{5}{4}$ شود باید هر ۱ مول آن، ۲۵/۶ لیتر حجم داشته باشد:

$$\text{چگالی } O_2=\frac{1\times 32}{V_2}=\frac{5}{4} \Rightarrow V_2=\frac{32\times 4}{5}=25/6\ L$$

حالا با مقایسهٔ این حجم با حجم در شرایط STP ($T_1=273\ K$ و $V_1=22/4\ L$) T_2 محاسبه می‌شود.

$$\frac{V_2}{V_1}=\frac{T_2}{T_1} \Rightarrow T_2=\frac{V_2}{V_1}\times T_1=\frac{\overbrace{25/6}^{8\times 3/2}\times 273}{\underbrace{22/4}_{7\times 3/2}}=\frac{8\times \overbrace{273}^{(280-7)}}{7}=8\times \overbrace{39}^{(40-1)}=312\ K$$

بنابراین دما برحسب درجهٔ سلسیوس برابر $39\ ^\circ C$ است.

$$\theta_2=T_2-273=312-273=39\ ^\circ C$$

۹۷- گزینهٔ «۱» چگالی گاز Ne در شرایط STP برابر است با:

$$\text{چگالی Ne}=\frac{m}{V}=\frac{1\times 20\ g}{22/4\ L}=\frac{20}{22/4}$$

بنابراین چگالی این مخلوط برابر $\frac{20}{22/4}\times 2$ است. از طرفی مجموع تعداد مول گاز NO و NO_2 در این مخلوط برابر ۶ است:

$$\overbrace{134/4}^{112+22/4}\ L\times\frac{1\ mol}{22/4\ L}=6\ mol$$

بنابراین اگر تعداد مول NO برابر x باشد، داریم:

$$\text{چگالی مخلوط}=\frac{\text{جرم مخلوط}}{\text{حجم مخلوط}} \Rightarrow \frac{(\overset{\text{مول NO}}{x}\times\overset{\text{جرم مولی NO}}{30})+(\overbrace{6-x}^{\text{مول } NO_2}\times\overset{\text{جرم مولی } NO_2}{46})}{\underbrace{134/4}_{6}}=2\times\frac{20}{22/4} \Rightarrow 30x+276-46x=240$$

$$\Rightarrow 36=16x \Rightarrow x=\frac{36}{16}=\frac{9}{4}=2/25\ mol\ NO$$

بنابراین تعداد مول اتم‌های اکسیژن در این مخلوط برابر خواهد بود با:

$$2/25\times 1+(6-2/25)\times 2=2/25+7/5=9/75\ mol$$

اما تعداد مول اتم‌های اکسیژن در $70/2\ g$ از N_2O_5 برابر است با:

$$70/2\ g\ N_2O_5\times\frac{1\ mol\ N_2O_5}{108\ g\ N_2O_5}\times\frac{5\ mol\ O\text{ اتم}}{1\ mol\ N_2O_5}=3/25\ mol\ O\text{ اتم}$$

در نهایت نسبت خواسته‌شده را حساب می‌کنیم:

$$\frac{\text{شمار اتم‌های اکسیژن در مخلوط گازی}}{\text{شمار اتم‌های اکسیژن در نمونهٔ } N_2O_5}=\frac{9/75}{3/25}=3$$

۹۸- گزینهٔ «۱» اگر ۱۰۰ لیتر مخلوط گازی داشته باشیم، ۵۶ لیتر N_2 وجود دارد؛ بنابراین:

$$\text{جرم کل}=100\ L\times\frac{1/12\ g}{1\ L}=112\ g \quad , \quad \text{جرم } N_2=\overbrace{56}^{5/6\times 10}\ L\ N_2\times\frac{1\ mol\ N_2}{\underbrace{22/4}_{4}\ L\ N_2}\times\frac{\overbrace{28}^{7}\ g\ N_2}{1\ mol\ N_2}=70\ g\ N_2$$

بنابراین درصد جرمی N_2 برابر است با:

$$\text{درصد جرمی } N_2=\frac{\text{جرم } N_2}{\text{جرم کل}}\times 100=\frac{\overbrace{70\ g}^{5}}{\underbrace{112\ g}_{8}}\times 100=\frac{500}{8}=\%62/5$$

۹۹- گزینهٔ «۴» تعداد مول گازهای CO_2 و O_2 در سیلندرهای A و B و در نتیجه حجم این سیلندرها با هم برابر است. از آن‌جا که مقایسهٔ جرم‌های مولی به صورت $O_2<CO_2<O_3$ است، با افزودن مقداری O_3 به سیلندر A، تفاوت چگالی مخلوط گازی این سیلندر و سیلندر B افزایش می‌یابد. فرض کنید در ابتدا ۰/۱ مول گاز در هر سیلندر وجود داشته باشد و ۰/۱ مول O_3 به سیلندر A اضافه کنیم، داریم:

$$\left.\begin{array}{l}\text{حالت اول: سیلندر A}: d_A=\frac{4/4}{V}, \text{سیلندر B}: d_B=\frac{3/2}{V}\\ \text{حالت دوم: سیلندر A}: d'_A=\frac{4/4+4/8}{2V}=\frac{4/6}{V}\end{array}\right\} \Rightarrow d_B<d_A<d'_A$$

سایر گزینه‌ها

۱) از آن‌جا که تعداد اتم‌های اکسیژن در مولکول‌های O_2 و CO_2 با هم برابر است، شمار اتم‌های اکسیژن در داخل دو سیلندر یکسان است.

۲) افزایش دما مشابه کاهش فشار، حجم گاز موجود در سیلندر را افزایش می‌دهد.

۳) ارتفاع سیلندرها به حجم گاز وابسته است و هر چه تعداد مول گاز در یک سیلندر بیشتر باشد، حجم آن گاز نیز بیشتر خواهد بود. با توجه به یکسان‌بودن تعداد مول گازها قبل از اضافه‌کردن جرم، کافیست تعداد مول اضافه‌شده به هر سیلندر بر اثر افزایش جرم گاز به میزان ۱۰ g را حساب کنیم:

$$\text{تعداد مول اضافه‌شده به سیلندر B}=\frac{10}{32}<\text{تعداد مول اضافه‌شده به سیلندر A}=\frac{10}{44}$$

پس ارتفاع سیلندر B بیشتر تغییر می‌کند.

۱۰۰- گزینهٔ «۱» فرض می‌کنیم که جرم و حجم مولی گازها به ترتیب برابر m و V باشد. چگالی گاز هلیم و چگالی مخلوط گازها را به دست می‌آوریم:

$$d_{He}=\frac{M_{He}}{V}\ ,\ d_{mix}=\frac{\text{مجموع جرم گازها}}{\text{مجموع حجم گازها}}=\frac{۲m}{n_{He}V+n_{N_۲}V}=(\frac{۲m}{V})(\frac{۱}{\frac{m}{M_{He}}+\frac{m}{M_{N_۲}}})\Rightarrow d_{mix}=(\frac{۲}{V})(\frac{M_{He}M_{N_۲}}{M_{He}+M_{N_۲}})=(\frac{۲M_{N_۲}}{M_{He}+M_{N_۲}})(\underbrace{\frac{M_{He}}{V}}_{d_{He}})$$

$$=(\frac{۲\times۲۸}{۴+۲۸})d_{He}=۱/۷۵\,d_{He}$$

بریم سراغ قسمت دوم!

تعداد مول گازها برابر است با:

$$He:\ m\,g\times\frac{۱\,mol}{۴\,g}=\frac{m}{۴}\,mol\quad,\quad N_۲:\ m\,g\times\frac{۱\,mol}{۲۸\,g}=\frac{m}{۲۸}\,mol$$

طبق قانون آووگادرو، حجم گازها با تعداد مول آن‌ها متناسب است، پس می‌توانیم حجم He و $N_۲$ را به نسبت $\frac{m}{۴}$ و $\frac{m}{۲۸}$ در نظر بگیریم.

$$\text{درصد حجمی He}=\frac{\frac{m}{۴}}{\frac{m}{۴}+\frac{m}{۲۸}}\times۱۰۰\xrightarrow{\text{مخرج مشترک می‌گیریم}}\frac{\frac{۷m}{۲۸}}{\frac{۷m}{۲۸}+\frac{m}{۲۸}}\times۱۰۰=\frac{۷m}{۸m}\times۱۰۰=\frac{۷}{۸}\times۱۰۰=٪۸۷/۵$$

۱۰۱- گزینهٔ «۲» جرم دو گاز با هم برابر است ولی حجم سیلندر حاوی $O_۲$ بیشتر است، پس چگالی $O_۲$ کم‌تر از $O_۳$ است.

۱ ابتدا تعداد مول $O_۲$ و $O_۳$ را به دست می‌آوریم:

$$m\,g\,O_۲\times\frac{۱\,mol\,O_۲}{۳۲\,g\,O_۲}=\frac{m}{۳۲}\,mol\,O_۲\ ,\ m\,g\,O_۳\times\frac{۱\,mol\,O_۳}{۴۸\,g\,O_۳}=\frac{m}{۴۸}\,mol\,O_۳$$

بنابراین نسبت حجم این دو (که برابر با نسبت ارتفاع پیستون هم هست (ارتفاع × مساحت قاعده = حجم)) به شکل زیر محاسبه می‌شود.

$$\frac{V_{O_۲}}{V_{O_۳}}=\frac{n_{O_۲}}{n_{O_۳}}=\frac{\frac{m}{۳۲}}{\frac{m}{۴۸}}=\frac{۴۸}{۳۲}=\frac{۳}{۲}=۱/۵$$

۳ همان‌طور که نسبت مول $O_۲$ به مول $O_۳$ برابر ۱/۵ بود، نسبت مولکول‌ها هم برابر ۱/۵ می‌شود.

۴ تعداد اتم‌ها برابر است با:

$$\frac{m}{۳۲}\,mol\,O_۲\times\frac{N_A\,\text{مولکول}\,O_۲}{۱\,mol\,O_۲}\times\frac{۲\,atom}{۱\,\text{مولکول}\,O_۲}=\frac{m}{۱۶}\,N_A\quad,\quad\frac{m}{۴۸}\,mol\,O_۳\times\frac{N_A\,\text{مولکول}\,O_۳}{۱\,mol\,O_۳}\times\frac{۳\,atom}{۱\,\text{مولکول}\,O_۳}=\frac{m}{۱۶}\,N_A$$

۱۰۲- گزینهٔ «۲» عبارت‌های «آ» و «ب» درست‌اند.

(آ): ✓ . با افزایش فشار، حجم کاهش یافته و فاصلهٔ بین مولکول‌ها کاهش می‌یابد.

(ب): ✓ . دما از ۲۵ °C (۲۹۸ K) به ۵۰ °C (۳۲۳ K) می‌رسد، پس حجم آن به نسبت $\frac{T_۲}{T_۱}$ یعنی $\frac{۳۲۳}{۲۹۸}$ افزایش می‌یابد *که تابلوئه کم‌تر از ۲ می‌شه.*

(پ): ✗ . تعداد مول $O_۲$ در حالت اول ۰/۵ مول است ($\frac{۱۶}{۳۲}=۰/۵$). در حالت دوم تعداد مول آن (۱/۵ مول) ۳ برابر شده، پس حجم هم ۳ برابر می‌شود.

(ت): ✗ . چگالی گاز He، $\frac{۱}{۸}$ برابر $O_۲$ است، پس چگالی مخلوط کاهش می‌یابد.

$$\frac{d_{He}}{d_{O_۲}}=\frac{\text{جرم‌مولی He}}{\text{جرم‌مولی }O_۲}=\frac{۴}{۳۲}=\frac{۱}{۸}$$

۱۰۳- گزینهٔ «۴» تعداد مول برابر برای گازها، یعنی حجم برابر، پس هر یک از گازهای $N_۲$، $O_۲$ و He، ۲۰ لیتر حجم دارند.

وقتی دما را تا نقطهٔ جوش $N_۲$ سرد کنیم، هم $O_۲$ مایع می‌شود و هم $N_۲$. (دمای جوش $O_۲$ بالاتر از $N_۲$ است) و تنها هلیم باقی می‌ماند.

این مقدار He در دمای ۲۷ °C (۳۰۰ K) ۲۰ لیتر حجم دارد، پس حجم آن در دمای ۵۷ °C (۳۳۰ K) برابر است با:

$$\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{T_۲}{T_۱}\Rightarrow\frac{V_۲}{۲۰}=\frac{\overset{۱/۱}{\cancel{۳۳۰}}}{\underset{۱}{\cancel{۳۰۰}}}\Rightarrow V_۲=۲۲\,L$$

۱۰۴- گزینهٔ «۳» با خارج‌کردن کل گاز هیدروژن موجود در سیلندر، جرم گاز موجود در آن ٪۲۵ کاهش می‌یابد؛ بنابراین داریم:

$$\frac{m_{He}}{m_{H_۲}}=\frac{۷۵}{۲۵}=۳$$

بنابراین نسبت حجم آن‌ها برابر است با:

$$\frac{V_{He}}{V_{H_۲}}=\frac{n_{He}}{n_{H_۲}}=\frac{\frac{m_{He}}{۴}}{\frac{m_{H_۲}}{۲}}=\frac{m_{He}}{m_{H_۲}}\times\frac{۲}{۴}=۳\times\frac{۱}{۲}=\frac{۳}{۲}$$

یعنی در ۵ لیتر از مخلوط اولیه، ۳ لیتر He و ۲ لیتر $H_۲$ وجود دارد؛ بنابراین درصد کاهش حجم برابر است با:

$$\frac{\Delta V}{V_۱}\times۱۰۰=\frac{۲\,L}{۵\,L}\times۱۰۰=٪۴۰$$

۱۰۵- گزینهٔ «۲» در دمای ثابت، ٪۲۰ کاهش فشار داریم؛ یعنی فشار از ۲ اتمسفر به $۲\times\frac{۸۰}{۱۰۰}=۱/۶$ اتمسفر رسیده است.

بنابراین $V_۲$ برابر است با:

$$P_۱V_۱=P_۲V_۲\Rightarrow۲\times۶=۱/۶\times V_۲\Rightarrow V_۲=\frac{\overset{۱}{\cancel{۲}}\times۶}{\underset{۰/۸}{\cancel{۱/۶}}}=\frac{۳}{۴}\times۱۰=۷/۵\,L$$

بنابراین حجم ۱/۵ لیتر افزایش پیدا می‌کند.

۱۰۶- گزینهٔ «۳» حاصل‌ضرب فشار در حجم یک گاز در شرایط یکسان، همواره عددی *ثابته!* بنابراین خیلی راحت می‌نویسیم:

$$P_۱V_۱=P_۲V_۲\Rightarrow P_۱\times۲۰=(P_۱+۰/۲)\times۱۹\Rightarrow۲۰P_۱=۱۹P_۱+۳/۸\Rightarrow P_۱=۳/۸\,atm$$

۱۰۷- گزینهٔ «۱» از آن‌جا که $\Delta\theta=\Delta T$ است، بنابراین دما ۴۰ K کاهش یافته و به ۱۶۰ K می‌رسد و داریم:

$$\frac{V_۲}{V_۱}=\frac{T_۲}{T_۱}\Rightarrow\frac{V_۲}{۴}=\frac{\overset{۸}{\cancel{۱۶۰}}}{\underset{۱۰}{\cancel{۲۰۰}}}\Rightarrow V_۲=۳/۲\,L\Rightarrow$$ بنابراین حجم گاز ۰/۸ لیتر کاهش یافته است.

اگر شمار مولکول‌های گاز نیتروژن را به اندازهٔ ٪۷۵ افزایش دهیم، شمار مول‌های این گاز $(۱+\frac{۷۵}{۱۰۰})=۱/۷۵$ برابر می‌شود؛ بنابراین داریم:

$$\frac{V_۳}{V_۲}=\frac{n_۳}{n_۲}\Rightarrow\frac{V_۳}{۳/۲}=۱/۷۵\Rightarrow V_۳=۵/۶\,L$$

و تغییر حجم گاز نیتروژن برابر $۵/۶-۳/۲=۲/۴\,L$ خواهد بود.

۱۰۸- گزینهٔ «۳» برای گازها مقدار کسر $\frac{PV}{nT}$ همواره برابر با عددی ثابت است؛ در نتیجه: $\frac{PV}{nT}=\text{عدد ثابت} \Rightarrow P=\text{عدد ثابت}\times\frac{nT}{V}$ یا $P\propto\frac{nT}{V}$

بنابراین هر گزینه‌ای که نسبت $\frac{nT}{V}$ در آن بیشتر باشد، فشار بیشتری دارد:

۱) $\frac{nT}{V}=\frac{۱\times۳۰۰}{۴}=\frac{۳۰۰}{۴}$

۲) $\frac{nT}{V}=\frac{\frac{۵۶}{۳۲}\times۳۲۷}{۴}=\frac{۳۲۷}{۴}$

۳) $\frac{nT}{V}=\frac{\frac{۶۵}{۴۰}\times۳۱۲}{۵}=\frac{۳۱۲\times۱/۳}{۴}$ ⇐ *تابلوئه که این از بقیه بیشتره!*

۴) $\frac{nT}{V}=\frac{۱/۲\times۳۶۴}{۶}=\frac{۰/۸\times۳۶۴}{۴}$ ⇒ *از اون‌ها که مفرج بقیه ۴ بود، یه کاری کردیم که مفرج این هم ۴ بشه که راحت مقایسه کنیم.*

اگر حساب کنیم، اعداد گزینه‌ها به ترتیب برابر ۷۵، ۸۱/۷۵، ۱۰۱/۴ و ۷۲/۸ است.

۱۰۹- گزینهٔ «۱» با قرار دادن وزنه، فشار از ۱۰۰ واحد به ۱۲۰ واحد رسیده و دما از ۱۰۰ واحد به ۸۰ واحد می‌رسد؛ بنابراین:

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}\xrightarrow{n_۱=n_۲}\frac{۱۰۰\times V_۱}{۱۰۰}=\frac{۱۲۰\times V_۲}{۸۰}\Rightarrow V_۲=\frac{۲}{۳}V_۱ \quad , \quad \frac{V_۲}{V_۱}=\frac{S\times h_۲}{S\times h_۱}=\frac{۲}{۳}\Rightarrow\frac{h_۲}{۳۰}=\frac{۲}{۳}\Rightarrow h_۲=۲۰\,cm$$

بنابراین ارتفاع پیستون از ۳۰ cm به ۲۰ cm رسیده و ۱۰ cm کاهش می‌یابد.

حجم یک استوانه (سیلندر)، از حاصل‌ضرب مساحت قاعدهٔ استوانه (S) در ارتفاع آن (h) به دست می‌آید.

۱۱۰- گزینهٔ «۲» دما در سطح زمین برابر ۲۸۵ K (۲۷۳+۱۲) بوده و در ارتفاع ۶ km، ۳۶ K کاهش می‌یابد.

$$\Delta T=\Delta\theta=-۶\times۶=-۳۶\,K$$

بنابراین:

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}\xrightarrow{n_۱=n_۲}\frac{۱\times۹/۵}{۲۸۵}=\frac{۰/۵\times V_۲}{۲۴۹}\Rightarrow V_۲=\frac{\frac{۸۳\times۳}{۲۴۹}}{\frac{۱۵}{۵\times۳}}=\frac{\frac{۸۳}{۵}}{\frac{۱۰}{۲}}=\frac{۸۳\times۲}{۱۰}=۱۶/۶\,L$$

۱۱۱- گزینهٔ «۱» با توجه به اطلاعات سؤال داریم:

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}\xrightarrow{T_۱=T_۲}\frac{۴\times۲۰}{۴/۴}=\frac{۱۲\times۲/۵}{n_۲}\Rightarrow n_۲=\frac{۴\times۱/۱}{۴/۴\times۳}=۰/۵۵\times۳=۱/۶۵\,mol$$

مقدار کسر $\frac{PV}{nT}$ برای تمام گازها یکسان است.[۱] بنابراین در حل این مسئله، کسر مربوط به گاز اکسیژن را برابر با کسر مربوط به گاز متان قرار دادیم.

۱۱۲- گزینهٔ «۲» با توجه به رابطهٔ گازها داریم:

$$\frac{P_۱V_۱}{n_۱T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{n_۲T_۲}\xrightarrow{n_۱=n_۲}\frac{P_۱V_۱}{T_۱}=\frac{P_۲V_۲}{T_۲}\Rightarrow\frac{V_۱}{V_۲}=\frac{P_۲\times T_۱}{P_۱\times T_۲}\quad(I)$$

فشار از ۱۰۰ واحد به ۷۵ واحد رسیده و دما از ۳۰۰ K (۲۷+۲۷۳) به ۲۴۰ K (۳۳−۲۷۳) رسیده است؛ بنابراین نسبت چگالی در حالت دوم به حالت اول برابر است با:

$$\frac{d_۲}{d_۱}=\frac{\frac{m_۲}{V_۲}}{\frac{m_۱}{V_۱}}\xrightarrow[\text{با توجه به رابطهٔ (I)}]{\text{جرم ثابت است}}\frac{V_۱}{V_۲}=\frac{P_۲T_۱}{P_۱T_۲}=\frac{۷۵\times۳۰۰}{۱۰۰\times۲۴۰}=\frac{۱۵}{۱۶}$$

بنابراین چگالی در حالت دوم برابر است با:

$$d_۲=\frac{۱۵}{۱۶}\times d_۱=\frac{۱۵}{۱۶}\times۱/۴۴=\frac{۱۵\times\overbrace{۱۴۴}^{(۱۶۰-۱۶)}\times۱۰^{-۲}}{۱۶}=۱۵\times\overbrace{۹}^{(۱۰-۱)}\times۱۰^{-۲}=۱۳۵\times۱۰^{-۲}=۱/۳۵\,g.L^{-۱}$$

۱۱۳- گزینهٔ «۳» واکنش موازنه‌شده به صورت مقابل است:

$$CH_۴(g)+۲O_۲(g)\rightarrow CO_۲(g)+۲H_۲O(g)$$

مقدار متان بر حسب مول برابر است با:

$$?\,mol\,CH_۴=\overbrace{۳\times۰/۶۰۲}^{۱/۸۰۶}\times۱۰^{۲۲}\,\text{مولکول}\,CH_۴\times\frac{۱\,mol\,CH_۴}{\underbrace{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}_{۱۰}\,\text{مولکول}\,CH_۴}=\frac{۳}{۱۰۰}=۰/۰۳\,mol\,CH_۴$$

حالا جرم آب تولیدشده از این واکنش را به دست می‌آوریم:

اول

$$?\,g\,H_۲O=۰/۰۳\,mol\,CH_۴\times\frac{۲\,mol\,H_۲O}{۱\,mol\,CH_۴}\times\frac{\overbrace{۱۸}^{۲۰-۲}\,g\,H_۲O}{۱\,mol\,H_۲O}=۰/۰۶\times(۲۰-۲)=۱/۲-۰/۱۲=۱/۰۸\,g\,H_۲O$$

دوم

$$\frac{\text{تعداد ذرات}}{\text{ضریب}\times۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}=\frac{\text{گرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{۱/۸۰۶\times۱۰^{۲۲}}{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}\times۱}=\frac{x}{۱۸\times۲}\Rightarrow x=۱/۰۸\,g$$

۱۱۴- گزینهٔ «۳» واکنش‌های موازنه‌شده به صورت روبه‌رو هستند:

$$I)\ ۴I_۲+۴H_۲O+H_۲S\rightarrow ۸HI+H_۲SO_۴$$

$$II)\ ۲Al+۲NaOH+۶H_۲O\rightarrow ۲NaAl(OH)_۴+۳H_۲$$

اگر در هر واکنش ۱ مول $H_۲O$ مصرف شود، خواهیم داشت:

$$۱\,mol\,H_۲O\times\frac{۴\,mol\,I_۲}{۴\,mol\,H_۲O}=۱\,mol\,I_۲\ ,\ ۱\,mol\,H_۲O\times\frac{۳\,mol\,H_۲}{۶\,mol\,H_۲O}=۰/۵\,mol\,H_۲$$

$$\frac{\text{تعداد مول}\,I_۲}{\text{تعداد مول}\,H_۲}=\frac{۱}{۰/۵}=۲$$

۱- *بد نیست بدانید که* این مقدار را اصطلاحاً ثابت جهانی گازها می‌گویند و با R نشان می‌دهند.

دوم معادلهٔ (I) را در ۳ و معادلهٔ (II) را در ۲ ضرب می‌کنیم تا ضریب استوکیومتری H_2O در دو واکنش یکسان شود:

$$I')\ 12I_2 + 12H_2O + 3H_2S \rightarrow 24HI + 3H_2SO_4 \qquad II')\ 4Al + 4NaOH + 12H_2O \rightarrow 4NaAl(OH)_4 + 6H_2$$

بنابراین نسبت موردنظر برابر خواهد بود با:

$$\frac{\text{تعداد مول } I_2}{\text{تعداد مول } H_2} = \frac{12}{6} = 2$$

۱۱۵- گزینهٔ «۴» در هر واحد فرمولی منیزیم سولفید (MgS)، ۲ یون و در هر واحد فرمولی سدیم نیترید (Na_3N)، ۴ یون (۳ کاتیون و یک آنیون) وجود دارد؛

بنابراین نسبت خواسته‌شده برابر خواهد بود با:

$$\frac{\text{شمار یون‌ها در ۸۴ گرم MgS}}{\text{شمار کاتیون‌ها در ۱۶/۶ گرم } Na_3N} = \frac{84\ g\ MgS \times \frac{1\ mol\ MgS}{56\ g\ MgS} \times \frac{2\ mol\ \text{یون}}{1\ mol\ MgS}}{16/6\ g\ Na_3N \times \frac{1\ mol\ Na_3N}{83\ g\ Na_3N} \times \frac{3\ mol\ \text{کاتیون}}{1\ mol\ Na_3N}} = \frac{1}{0/2} = 5$$

۱۱۶- گزینهٔ «۱» واکنش موازنه‌شده:

$$6Na + Fe_2O_3 \rightarrow 3Na_2O + 2Fe$$

اول برای Na، کمیت «تعداد ذرات» را داریم و برای Fe کمیت «گرم» را می‌خواهیم.

$$\frac{\text{تعداد ذرات}}{\text{ضریب} \times 6/02 \times 10^{23}}\ (6\ Na) \sim \frac{\text{گرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}}\ (2\ Fe) \Rightarrow \frac{1/806 \times 10^{21}}{6/02 \times 10^{23} \times 6} = \frac{x}{56 \times 2} \Rightarrow x = \frac{56}{1000} = 0/056\ g$$

دوم روش کسر تبدیل:

$$1/806 \times 10^{21}\ atom\ Na \times \frac{1\ mol\ Na}{6/02 \times 10^{23}\ atom\ Na} \times \frac{2\ mol\ Fe}{6\ mol\ Na} \times \frac{56\ g\ Fe}{1\ mol\ Fe} = 0/056\ g\ Fe$$

۱۱۷- گزینهٔ «۲» واکنش‌های موازنه‌شده به شکل روبه‌رو هستند:

۱) $C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow \mathbf{3CO_2} + 4H_2O$

۲) $MgO + CO_2 \rightarrow MgCO_3$

به ازای هر مول C_3H_8، ۳ مول CO_2 تولید می‌شود، *پس تا این‌جا گزینه‌های* ۱ و ۳ *پر!*

ضریب CO_2 را در دو واکنش یکسان می‌کنیم:

$$MgO + CO_2 \rightarrow MgCO_3 \xrightarrow{\text{ضرایب واکنش را در ۳ ضرب می‌کنیم}} 3MgO + \mathbf{3CO_2} \rightarrow 3MgCO_3$$

اول برای C_3H_8 کمیت مول و برای MgO کمیت گرم را می‌نویسیم:

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}\ (1\ C_3H_8) \sim \frac{\text{گرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}}\ (3\ MgO) \Rightarrow \frac{1}{1} = \frac{x}{40 \times 3} \Rightarrow x = 120\ g$$

دوم روش کسر تبدیل:

$$1\ mol\ C_3H_8 \times \frac{3\ mol\ CO_2}{1\ mol\ C_3H_8} \times \frac{1\ mol\ MgO}{1\ mol\ CO_2} \times \frac{40\ g\ MgO}{1\ mol\ MgO} = 120\ g\ MgO$$

۱۱۸- گزینهٔ «۱» فرمول شیمیایی مس (I) اکسید به صورت Cu_2O و مشابه Ag_2O بوده و نسبت جرم اکسیژن به جرم مس در آن برابر $\frac{1 \times 16}{2 \times 64} = 0/125$ است.

به همین راحتی!

۱۱۹- گزینهٔ «۳» با توجه به ظرفیت هر فلز، گزینه‌ها را تک‌تک بررسی می‌کنیم:

۱) $Al^{3+} + 3F^- \rightarrow AlF_3$ ✗

$$0/6\ mol\ Al^{3+} \times \frac{1\ mol\ AlF_3}{1\ mol\ Al^{3+}} \times \frac{84\ g\ AlF_3}{1\ mol\ AlF_3} = 50/4\ g\ AlF_3$$

۲) $Mg^{2+} + 2F^- \rightarrow MgF_2$ ✗

$$0/6\ mol\ Mg^{2+} \times \frac{1\ mol\ MgF_2}{1\ mol\ Mg^{2+}} \times \frac{62\ g\ MgF_2}{1\ mol\ MgF_2} = 37/2\ MgF_2$$

۳) $Ca^{2+} + 2F^- \rightarrow CaF_2$ ✓

$$0/6\ mol\ Ca^{2+} \times \frac{1\ mol\ CaF_2}{1\ mol\ Ca^{2+}} \times \frac{78\ g\ CaF_2}{1\ mol\ CaF_2} = \mathbf{46/8}\ g\ CaF_2$$

۴) $Ga^{3+} + 3F^- \rightarrow GaF_3$ ✗

$$0/6\ mol\ Ga^{3+} \times \frac{1\ mol\ GaF_3}{1\ mol\ Ga^{3+}} \times \frac{127\ g\ GaF_3}{1\ mol\ GaF_3} = 76/2\ g\ GaF_3$$

۱۲۰- گزینهٔ «۲» واکنش موازنه‌شده:

$$2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_2 + 2H_2O$$

اول اگر m گرم H_2S بسوزد، جرم SO_2 و H_2O برابر است با:

$$\frac{m}{34 \times 2} = \frac{x}{64 \times 2} \Rightarrow x = \frac{64}{34}m \quad , \quad \frac{m}{34 \times 2} = \frac{y}{18 \times 2} \Rightarrow y = \frac{18}{34}m$$

بنابراین:

$$\frac{64}{34}m - \frac{18}{34}m = 23 \Rightarrow \left(\frac{64-18}{34}\right)m = 23 \Rightarrow m = \frac{23 \times 34}{46} = 17\ g$$

دوم

$$m\ g\ H_2S \times \frac{1\ mol\ H_2S}{34\ g\ H_2S} \times \frac{2\ mol\ SO_2}{2\ mol\ H_2S} \times \frac{64\ g\ SO_2}{1\ mol\ SO_2} = \frac{64}{34}m\ g\ SO_2$$

$$m\ g\ H_2S \times \frac{1\ mol\ H_2S}{34\ g\ H_2S} \times \frac{2\ mol\ H_2S}{2\ mol\ H_2S} \times \frac{18\ g\ H_2S}{1\ mol\ H_2S} = \frac{18}{34}m\ g\ H_2S$$

$$\Rightarrow \frac{64}{34}m - \frac{18}{34}m = 32 \xrightarrow{\text{مشابه راه اول}} m = 17\ g$$

۱۲۱- گزینهٔ «۲»

اول ابتدا تعداد مول یون Al^{3+} را به دست می‌آوریم:

$$17/1\,g\,Al_2(SO_4)_3 \times \frac{1\,mol\,Al_2(SO_4)_3}{342\,g\,Al_2(SO_4)_3} \times \frac{2\,mol\,Al^{3+}}{1\,mol\,Al_2(SO_4)_3} = 0/1\,mol\,Al^{3+}$$

واکنش انجام‌شده به صورت $Al_2(SO_4)_3(aq) + 3Ca(OH)_2(aq) \rightarrow 2Al(OH)_3(s) + 3CaSO_4(aq)$ است و داریم:

$$17/1\,g\,Al_2(SO_4)_3 \times \frac{1\,mol\,Al_2(SO_4)_3}{342\,g\,Al_2(SO_4)_3} \times \frac{2\,mol\,Al(OH)_3}{1\,mol\,Al_2(SO_4)_3} \times \frac{78\,g\,Al(OH)_3}{1\,mol\,Al(OH)_3} = 7/8\,g\,Al(OH)_3$$

دوم

$$\frac{1\,Al_2(SO_4)_3}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{17/1}{342 \times 1} = \frac{x}{2} \Rightarrow x = \frac{2}{20} = 0/1\,mol$$

$$\frac{1\,Al_2(SO_4)_3}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{2\,Al_2(OH)_3}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{17/1}{342 \times 1} = \frac{x}{78 \times 2} \Rightarrow x = 7/8\,g$$

۱۲۲- گزینهٔ «۳»

معادلهٔ واکنش موازنه‌شدهٔ سوختن چربی موردنظر به صورت مقابل است: $2C_{57}H_{110}O_6 + 163O_2 \rightarrow 114CO_2 + 110H_2O$

اول با توجه به معادلهٔ بالا، حجم گاز O_2 مصرف‌شده و تعداد مول گاز CO_2 تولیدشده را حساب می‌کنیم:

$$\underbrace{89\,g\,C_{57}H_{110}O_6 \times \frac{1\,mol\,C_{57}H_{110}O_6}{890\,g\,C_{57}H_{110}O_6}}_{0/1\,mol\,C_{57}H_{110}O_6} \times \frac{163\,mol\,O_2}{2\,mol\,C_{57}H_{110}O_6} \times \frac{25\,L\,O_2}{1\,mol\,O_2} = 203/75\,L\,O_2$$

$$0/1\,mol\,C_{57}H_{110}O_6 \times \frac{114\,mol\,CO_2}{2\,mol\,C_{57}H_{110}O_6} = 5/7\,mol\,CO_2$$

دوم

$$\frac{\text{چربی } 2}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \sim \frac{163\,O_2}{\text{ضریب} \times \text{حجم مولی}} \Rightarrow \frac{89}{890 \times 2} = \frac{x}{25 \times 163} \Rightarrow x = 203/75\,L\,O_2$$

$$\frac{\text{چربی } 2}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \sim \frac{114\,CO_2}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{89}{890 \times 2} = \frac{x}{114} \Rightarrow x = 5/7\,mol\,CO_2$$

۱۲۳- گزینهٔ «۲»

معادله‌های واکنش‌های انجام‌شده به صورت مقابل است:

$$I)\ 4Fe(OH)_2(s) + 2H_2O(l) + O_2(g) \rightarrow 4Fe(OH)_3(s)$$

$$II)\ 2Al(OH)_3(s) + 3H_2SO_4(aq) \rightarrow Al_2(SO_4)_3(aq) + 6H_2O(l)$$

بررسی عبارت‌ها

(آ): ✗ . اول

$$10\,70\,Fe(OH)_3 \times \frac{1\,mol\,Fe(OH)_3}{107\,g\,Fe(OH)_3} \times \frac{2\,mol\,H_2O}{4\,mol\,Fe(OH)_3} \times \frac{\text{مولکول آب } 6/02 \times 10^{23}}{1\,mol\,H_2O} = \text{مولکول آب } 3/01 \times 10^{24}$$

دوم

$$\frac{4\,Fe(OH)_3}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \sim \frac{2\,H_2O}{\text{ضریب} \times \text{تعداد ذره‌ها}} \Rightarrow \frac{1070}{107 \times 4} = \frac{x}{2 \times 6/02 \times 10^{23}} \Rightarrow x = \text{مولکول آب } 3/01 \times 10^{24}$$

(ب): ✗ . در واکنش دوم، واکنش‌دهندهٔ محلول H_2SO_4 با ضریب استوکیومتری ۳ و فراوردهٔ محلول $Al_2(SO_4)_3$ با ضریب استوکیومتری یک است، پس نسبت موردنظر برابر ۳ است.

(پ): ✓ . اول

$$1\,mol\,H_2SO_4 \times \frac{6\,mol\,H_2O}{3\,mol\,H_2SO_4} \times \frac{18\,g\,H_2O}{1\,mol\,H_2O} = 36\,g\,H_2O$$

دوم

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{گرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \quad (3\,H_2SO_4 \sim 6\,H_2O) \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{x}{18 \times 6} \Rightarrow x = 36\,g\,H_2O$$

(ت): ✓ . مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها در واکنش (I) و فراورده‌ها در واکنش (II) برابر با ۷ است.

۱۲۴- گزینهٔ «۱»

واکنش موازنه‌شده: $\underbrace{MnO_2 + 4HCl}_{5\,mol} \rightarrow \underbrace{MnCl_2 + Cl_2 + 2H_2O}_{4\,mol}$

به ازای ۱ مول MnO_2، فراورده‌ها ۱ مول کم‌تر از واکنش‌دهنده‌ها هستند؛ بنابراین در این واکنش ۴ مول MnO_2 مصرف شده است و داریم:

$$4\,mol\,MnO_2 \times \frac{87\,g\,MnO_2}{1\,mol\,MnO_2} = 348\,g\,MnO_2$$

۱۲۵- گزینهٔ «۴»

درصد جرمی و درصد حجمی گاز فلوئور به ترتیب از نسبت جرم گاز فلوئور به جرم مخلوط و نسبت مول گاز فلوئور به مول گازهای مخلوط به دست می‌آید. بنابراین داریم:

$$\frac{\text{درصد جرمی } F_2}{\text{درصد حجمی } F_2} = \frac{\frac{m_{F_2}}{m_{F_2} + m_{He}} \times 100}{\frac{n_{F_2}}{n_{F_2} + n_{He}} \times 100} = \frac{m_{F_2}}{m_{F_2} + m_{He}} \times \frac{n_{F_2} + n_{He}}{n_{F_2}} = \frac{38\,n_{F_2}}{38n_{F_2} + 4n_{He}} \times \frac{n_{F_2} + n_{He}}{n_{F_2}} = 3/04$$

$$\Rightarrow 38n_{F_2} + 38n_{He} = 115/52n_{F_2} + 12/16n_{He} \Rightarrow 25/84n_{He} = 77/52n_{F_2} \Rightarrow (1)\ n_{He} = 3n_{F_2}$$

برای نمونهٔ ۱۲۵ گرمی داریم: $(۲)\ ۴n_{He}+۳۸n_{F_۲}=۱۲۵ \xrightarrow{(۱)} ۴(۳n_{F_۲})+۳۸n_{F_۲}=۵۰n_{F_۲}=۱۲۵ \Rightarrow n_{F_۲}=۲/۵\ mol$

در نهایت جرم سدیم فلوئورید تولیدشده را به دست می‌آوریم:

اول $۲/۵\ mol F_۲ \times \frac{۲\ mol NaF}{۱\ mol F_۲} \times \frac{۴۲\ g NaF}{۱\ mol NaF} = ۲۱۰\ g NaF$

دوم $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{گرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{۲/۵}{۱} = \frac{x}{۴۲ \times ۲} \Rightarrow x = ۲۱۰\ g$ ($۱F_۲$ ~ $۲NaF$)

۱۲۶- گزینهٔ «۲» معادله‌های موازنه‌شده به صورت زیر است (برای سادگی $NH_۲CH_۲COOH$ را به صورت $C_۲H_۵NO_۲$ نوشتیم):

$$I)\ ۴C_۲H_۵NO_۲(l)+۹O_۲(g) \rightarrow ۸CO_۲(g)+۲N_۲(g)+۱۰H_۲O(g) \qquad II)\ ۴Fe(s)+۶H_۲O(l)+۳O_۲(g) \rightarrow ۴Fe(OH)_۳(s)$$

مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها در واکنش دوم برابر ۱۳ و مجموع ضرایب استوکیومتری فراورده‌ها در واکنش اول برابر ۲۰ است، پس نسبت موردنظر برابر $\frac{۱۳}{۲۰}=۰/۶۵$ است.

مادهٔ نامحلول در واکنش دوم $Fe(OH)_۳$ است. بنابراین حجم گاز $O_۲$ مصرف‌شده در این واکنش برابر خواهد بود با:

اول $\frac{\text{گرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{لیتر گاز در شرایط STP}}{\text{ضریب} \times ۲۲/۴} \Rightarrow \frac{۱۰/۷}{۱۰۷ \times ۴} = \frac{x}{۲۲/۴ \times ۳} \Rightarrow x = ۱/۶۸\ L$ ($۴Fe(OH)_۳$ ~ $۳O_۲$)

دوم $۱۰/۷\ g Fe(OH)_۳ \times \frac{۱\ mol Fe(OH)_۳}{۱۰۷\ g Fe(OH)_۳} \times \frac{۳\ mol O_۲}{۴\ mol Fe(OH)_۳} \times \frac{۲۲/۴\ L O_۲}{۱\ mol O_۲} = ۱/۶۸\ L O_۲$

۱۲۷- گزینهٔ «۲» واکنش موازنه‌شده: $CaC_۲ + ۲H_۲O \rightarrow Ca(OH)_۲ + C_۲H_۲$

اول با نوشتن نسبت تعداد ذرات $H_۲O$ و گرم فراورده‌ها داریم:

$$\frac{\text{تعداد ذره‌ها}}{\text{ضریب} \times ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}} = \frac{\text{گرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{۱/۵۰۵ \times ۱۰^{۲۲}}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \times ۲} = \frac{x}{۷۴ \times ۱} \Rightarrow x = \frac{۷۴}{۸۰}\ g Ca(OH)_۲$$

($۲H_۲O$ ~ $۱Ca(OH)_۲$)

$$\frac{\text{تعداد ذره‌ها}}{\text{ضریب} \times ۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}} = \frac{\text{گرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{۱/۵۰۵ \times ۱۰^{۲۲}}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳} \times ۲} = \frac{y}{۲۶ \times ۱} \Rightarrow y = \frac{۲۶}{۸۰}\ g C_۲H_۲$$

($۲H_۲O$ ~ $۱C_۲H_۲$)

دوم کسر تبدیل:

$$۱/۵۰۵ \times ۱۰^{۲۲}\ \text{مولکول } H_۲O \times \frac{۱\ mol H_۲O}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ \text{مولکول } H_۲O} \times \frac{۱\ mol Ca(OH)_۲}{۲\ mol H_۲O} \times \frac{۷۴\ g Ca(OH)_۲}{۱\ mol Ca(OH)_۲} = \frac{۷۴}{۸۰}\ g Ca(OH)_۲$$

$$۱/۵۰۵ \times ۱۰^{۲۲}\ \text{مولکول } H_۲O \times \frac{۱\ mol H_۲O}{۶/۰۲ \times ۱۰^{۲۳}\ \text{مولکول } H_۲O} \times \frac{۱\ mol C_۲H_۲}{۲\ mol H_۲O} \times \frac{۲۶\ g C_۲H_۲}{۱\ mol C_۲H_۲} = \frac{۲۶}{۸۰}\ g C_۲H_۲$$

بنابراین تفاوت جرم فراورده‌ها برابر است با: $\frac{۷۴}{۸۰} - \frac{۲۶}{۸۰} = \frac{۴۸}{۸۰} = ۰/۶\ g$

۱۲۸- گزینهٔ «۱» واکنش موازنه‌شده: $۲KMnO_۴(s) \rightarrow K_۲MnO_۴(s) + MnO_۲(s) + O_۲(g)$

از آن‌جا که تنها فراوردهٔ $O_۲$، گازی‌شکل است و می‌تواند از ظرف خارج شود، کاهش جرم برابر با جرم $O_۲$ است. اگر جرم اولیهٔ $KMnO_۴$ را ۱۰۰ گرم فرض کنیم، درصد کاهش جرم برابر با جرم $O_۲$ خواهد بود؛ بنابراین:

اول $\frac{\text{گرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{گرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{۱۰۰}{۱۵۸ \times ۲} = \frac{x}{۳۲ \times ۱} \Rightarrow x = \frac{۳۲ \times ۱۰۰}{۱۵۸ \times ۲} \simeq ۱۰\ g$ ($۲KMnO_۴$ ~ $۱O_۲$)

دوم کسر تبدیل: $۱۰۰\ g KMnO_۴ \times \frac{۱\ mol KMnO_۴}{۱۵۸\ g KMnO_۴} \times \frac{۱\ mol O_۲}{۲\ mol KMnO_۴} \times \frac{۳۲\ g O_۲}{۱\ mol O_۲} \simeq ۱۰\ g O_۲$

۱۲۹- گزینهٔ «۲» از آن‌جا که مقدار اکسیژن در دو واکنش برابر است، می‌توانیم اکسیژن را به عنوان مادهٔ مشترک در دو واکنش در نظر بگیریم و ضریب $O_۲$ را در آن‌ها برابر کنیم: $۲KClO_۳ \rightarrow ۲KCl + \mathbf{۳O_۲}$ ، $۶NaNO_۳ \rightarrow ۶NaNO_۲ + \mathbf{۳O_۲}$

حالا می‌توانیم کمیت «مول $KClO_۳$» را با کمیت «گرم $NaNO_۳$» برابر قرار دهیم:

اول $\frac{۰/۶}{۲} = \frac{x}{۸۵ \times ۳} \Rightarrow x = ۱/۸ \times ۸۵ = (۲-۰/۲) \times ۸۵ = ۱۷۰ - ۱۷ = ۱۵۳\ g$ ($۲KClO_۳$ ~ $۶NaNO_۳$)

دوم کسر تبدیل: $۰/۶\ mol KClO_۳ \times \frac{۳\ mol O_۲}{۲\ mol KClO_۳} \times \frac{۲\ mol NaNO_۳}{۱\ mol O_۲} \times \frac{۸۵\ g}{۱\ mol NaNO_۳} = ۱۵۳\ g\ NaNO_۳$

حالا بریم سراغ محاسبهٔ جرم فراورده‌های جامد حاصل از این دو واکنش و اختلاف این دو جرم:

اول

$$\left.\begin{array}{l} \frac{۰/۶}{۲} = \frac{x}{۷۴/۵ \times ۲} \Rightarrow x = ۴۴/۷\ g KCl \quad (۲KClO_۳ \sim ۲KCl) \\ \frac{۱۵۳}{۸۵ \times ۳} = \frac{y}{۶۹ \times ۳} \Rightarrow y = ۱۲۴/۲\ g NaNO_۲ \quad (۶NaNO_۳ \sim ۶NaNO_۲) \end{array}\right\} \Rightarrow \text{اختلاف جرم} = ۱۲۴/۲ - ۴۴/۷ = ۷۹/۵\ g$$

دوم $0/6\ mol\ KClO_3 \times \frac{2\ mol\ KCl}{2\ mol\ KClO_3} \times \frac{74/5\ g\ KCl}{1\ mol\ KCl} = 44/7\ g\ KCl$

$153\ g\ NaNO_3 \times \frac{1\ mol\ NaNO_3}{85\ g\ NaNO_3} \times \frac{6\ mol\ NaNO_2}{6\ mol\ NaNO_3} \times \frac{69\ g\ NaNO_2}{1\ mol\ NaNO_2} = 124/2\ g\ NaNO_2$

اختلاف جرم $= 124/2 - 44/7 = 79/5\ g$

۱۳۰- گزینهٔ «۲» اگر جرم $MgCO_3$ و $NaHCO_3$ را ۱۰۰ گرم در نظر بگیریم، درصد کاهش جرم برابر جرم گازهای تولیدشده خواهد بود.

جرم گاز CO_2 در واکنش اول: $MgCO_3 \sim CO_2$

$\frac{100}{84\times1} = \frac{x}{44\times1} \Rightarrow x = \frac{44\times100}{84}$ *قرار شد محاسبات رو بذاریم واسه آخر که شاید ساده بشن!*

در واکنش دوم، گازهای CO_2 و H_2O را می‌توانیم به صورت H_2CO_3 ۱ در نظر بگیریم: $2\ NaHCO_3 \sim 1\ H_2CO_3$

$\frac{100}{84\times2} = \frac{y}{62\times1} \Rightarrow y = \frac{62\times100}{84\times2}$

بنابراین نسبت x به y برابر است با:

$\frac{x}{y} = \frac{\frac{44\times100}{84}}{\frac{62\times100}{84\times2}} = \frac{44\times2}{62} \simeq 1/42$

دوم کسر تبدیل:

$100\ g\ MgCO_3 \times \frac{1\ mol\ MgCO_3}{84\ g\ MgCO_3} \times \frac{1\ mol\ CO_2}{1\ mol\ MgCO_3} \times \frac{44\ g\ CO_2}{1\ mol\ CO_2} = \frac{44\times100}{84}\ g\ CO_2$

$100\ g\ NaHCO_3 \times \frac{1\ mol\ NaHCO_3}{84\ g\ NaHCO_3} \times \frac{1\ mol\ H_2CO_3}{2\ mol\ NaHCO_3} \times \frac{62\ g\ H_2CO_3}{1\ mol\ H_2CO_3} = \frac{62\times100}{84\times2}\ g\ H_2CO_3$

بنابراین نسبت موردنظر برابر است با:

$\frac{\text{درصد کاهش جرم نمونهٔ جامد در واکنش (I)}}{\text{درصد کاهش جرم نمونهٔ جامد در واکنش (II)}} \simeq \frac{\frac{44\times100}{84}}{\frac{62\times100}{84\times2}} \simeq 1/42$

۱۳۱- گزینهٔ «۴» واکنش‌های موازنه‌شده به صورت مقابل است:

a) $2Co(OH)_2(s) + 3H_2SO_4(aq) \rightarrow Co_2(SO_4)_3(aq) + 6H_2O(l)$

b) $3NiCO_3(s) + 2H_3PO_4(aq) \rightarrow Ni_3(PO_4)_2(s) + 3CO_2(g) + 3H_2O(l)$

c) $MgCO_3(s) + 2HNO_3(aq) \rightarrow Mg(NO_3)_2(aq) + CO_2(g) + H_2O(l)$

بررسی عبارت‌ها

آ) مجموع ضرایب استوکیومتری در هر دو واکنش a و b برابر ۱۲ است.

ب) از آن‌جا که ضرایب استوکیومتری H_2O و CO_2 در هر دو واکنش b و c یکسان است، به ازای تولید مقدار برابر آب در این دو واکنش، مقدار یکسانی از گاز CO_2 تولید می‌شود.

پ) مجموع ضرایب استوکیومتری در واکنش‌های b و c به ترتیب برابر ۱۲ و ۶ و تفاوت آن‌ها برابر ۶ است.

ت) در معادلهٔ c، مجموع ضرایب استوکیومتری واکنش‌دهنده‌ها و هم‌چنین مجموع ضرایب استوکیومتری فراورده‌ها برابر ۳ است.

۱۳۲- گزینهٔ «۱» واکنش موازنه‌شده: $2B_2O_3(s) + 6Cl_2(g) \rightarrow 4BCl_3(l) + 3O_2(g)$

اول کسر تبدیل:

$1\ mol\ B_2O_3 \times \frac{3\ mol\ O_2}{2\ mol\ B_2O_3} \times \frac{22/4\ L\ O_2}{1\ mol\ O_2} = 33/6\ L\ O_2$ (۱۱/۲)

دوم $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر گاز در شرایط STP}}{22/4\times\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{x}{22/4\times3} \Rightarrow x = 33/6\ L$ ($2B_2O_3 \sim 3O_2$، ۱۱/۲)

۱۳۳- گزینهٔ «۱» واکنش اکسایش گلوکز به صورت مقابل است: $C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l)$

در یک مولکول گلوکز با فرمول شیمیایی $C_6H_{12}O_6$، به ازای ۶ اتم کربن، ۱۲ اتم هیدروژن وجود دارد؛ بنابراین شمار مولکول‌های گلوکز در این نمونه برابر است با:

$\frac{1}{(12-6)} \times 1/806\times10^{23} = 3/01\times10^{22}$

اول جرم آب تولیدشده بر اثر اکسایش کامل گلوکز برابر است با:

اول $3/01\times10^{22}\ \text{مولکول}\ C_6H_{12}O_6 \times \frac{1\ mol\ C_6H_{12}O_6}{6/02\times10^{23}\ \text{مولکول}\ C_6H_{12}O_6} \times \frac{6\ mol\ H_2O}{1\ mol\ C_6H_{12}O_6} \times \frac{18\ g\ H_2O}{1\ mol\ H_2O} = 5/4\ g\ H_2O$

دوم $\frac{\text{تعداد ذره‌ها}}{\text{ضریب}\times6/02\times10^{23}} = \frac{\text{گرم}}{\text{جرم مولی}\times\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{3/01\times10^{22}}{6/02\times10^{23}\times1} = \frac{x}{180\times6} \Rightarrow x = 5/4\ g\ H_2O$ ($1\ \text{گلوکز} \sim 6H_2O$)

دوم تعداد مول CO_2 حاصل از اکسایش گلوکز را به دست آورده و حساب می‌کنیم با چند گرم Li_2O واکنش می‌دهد:

$\frac{\text{تعداد ذره‌ها}}{\text{ضریب}\times6/02\times10^{23}} = \frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{3/01\times10^{22}}{6/02\times10^{23}\times1} = \frac{x}{6} \Rightarrow x = 0/3\ mol\ CO_2$ ($1\ \text{گلوکز} \sim 6CO_2$)

با توجه به واکنش دوم می‌توان نوشت:

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}=\frac{\text{گرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\ (1\,CO_2 \sim 1\,Li_2O) \Rightarrow \frac{0/3}{1}=\frac{x}{30\times1} \Rightarrow x=9\,g\,Li_2O$$

۱۳۴- گزینهٔ «۴»

معادلهٔ واکنش‌های موازنه‌شده، به صورت مقابل است:

(۱) $3SCl_2(g)+4NaF(s)\rightarrow SF_4(g)+S_2Cl_2(g)+4NaCl(s)$

(۲) $SF_4(g)+2H_2O(l)\rightarrow SO_2(g)+4HF(g)$

اول از آن‌جا که SF_4 تولیدشده در واکنش اول، به طور کامل در واکنش دوم مصرف شده است، داریم:

$$\underbrace{50\,L\,HF\times\frac{0/8\,g\,HF}{1\,L\,HF}\times\frac{1\,mol\,HF}{20\,g\,HF}}_{2\,mol\,HF}\times\frac{1\,mol\,SF_4}{4\,mol\,HF}\times\frac{4\,mol\,NaF}{1\,mol\,SF_4}\times\frac{42\,g\,NaF}{1\,mol\,NaF}=84\,g\,NaF$$

$$2\,mol\,HF\times\frac{1\,mol\,SO_2}{4\,mol\,HF}\times\frac{64\,g\,SO_2}{1\,mol\,SO_2}=32\,g\,SO_2$$

دوم با توجه به یکسان‌بودن ضریب استوکیومتری SF_4 در دو واکنش، می‌توان گفت به ازای مصرف ۴ مول سدیم فلوئورید در واکنش اول، ۴ مول هیدروژن فلوئورید در واکنش دوم تولید می‌شود و داریم:

$$\frac{\text{چگالی}\times\text{لیتر گاز}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{\text{گرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\ (4\,HF \sim 4\,NaF) \Rightarrow \frac{50\times\frac{0/8}{1}}{20\times4}=\frac{x}{42\times4} \Rightarrow x=4\times21=84\,g\,NaF$$

$$\frac{\text{چگالی}\times\text{لیتر گاز}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{\text{گرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\ (4\,HF \sim 1\,SO_2) \Rightarrow \frac{50\times\frac{0/8}{1}}{20\times4}=\frac{x}{64\times1} \Rightarrow x=32\,g\,SO_2$$

۱۳۵- گزینهٔ «۳»

معادلهٔ سوختن کامل اوکتان، به صورت مقابل است:

$$2C_8H_{18}+25O_2\rightarrow16CO_2+18H_2O$$

اول اول حجم O_2 را حساب می‌کنیم:

$$\frac{\text{گرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{\text{لیتر گاز در شرایط STP}}{\text{ضریب}\times22/4}\ (2\,C_8H_{18} \sim 25\,O_2) \Rightarrow \frac{11/4}{114\times2}=\frac{x}{22/4\times25} \Rightarrow x=\frac{25\times11/2}{10}\,L\,O_2$$

بنابراین حجم هوا برابر است با:

$$\text{حجم هوا}=\text{حجم}\,O_2\times5=\frac{25\times11/2\times5}{2}=\frac{560}{4}=140\,L\,\text{هوا}$$

دوم

$$11/4\,g\,C_8H_{18}\times\frac{1\,mol\,C_8H_{18}}{114\,g\,C_8H_{18}}\times\frac{25\,mol\,O_2}{2\,mol\,C_8H_{18}}\times\frac{22/4\,L\,O_2}{1\,mol\,O_2}\times\frac{5\,L\,\text{هوا}}{1\,L\,O_2}=140\,L\,\text{هوا}$$

و جرم گاز CO_2 تولیدشده برابر خواهد بود با:

اول

$$\frac{11/4}{114\times2}=\frac{x}{44\times16}\ (2\,C_8H_{18} \sim 16\,CO_2) \Rightarrow x=35/2\,g$$

دوم

$$11/4\,g\,C_8H_{18}\times\frac{1\,mol\,C_8H_{18}}{114\,g\,C_8H_{18}}\times\frac{16\,mol\,CO_2}{2\,mol\,C_8H_{18}}\times\frac{44\,g\,CO_2}{1\,mol\,CO_2}=35/2\,g\,CO_2$$

۱۳۶- گزینهٔ «۳»

معادلهٔ موازنه‌شده به صورت مقابل است:

$$4KNO_3(s)\rightarrow2K_2O(s)+2N_2(g)+5O_2(g)$$

اول ابتدا جرم K_2O تولیدشده را حساب می‌کنیم:

$$\underbrace{50/5\,g\,KNO_3\times\frac{1\,mol\,KNO_3}{101\,g\,KNO_3}}_{0/5\,mol\,KNO_3}\times\frac{1\,mol\,K_2O}{4\,mol\,KNO_3}\times\frac{94\,g\,K_2O}{1\,mol\,K_2O}=23/5\,g\,K_2O$$

در نهایت جرم گاز اکسیژن (گاز واکنش‌پذیرتر) و گاز نیتروژن را به دست می‌آوریم:

$$0/5\,mol\,KNO_3\times\frac{5\,mol\,O_2}{4\,mol\,KNO_3}\times\frac{32\,g\,O_2}{1\,mol\,O_2}=20\,g\,O_2 \quad , \quad 0/5\,mol\,KNO_3\times\frac{2\,mol\,N_2}{4\,mol\,KNO_3}\times\frac{28\,g\,N_2}{1\,mol\,N_2}=7\,g\,N_2$$

و نسبت خواسته‌شده برابر $\frac{20}{7}\simeq2/85$ خواهد بود.

دوم

$$\frac{\text{جرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{\text{جرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\ (4\,KNO_3 \sim 2\,K_2O) \Rightarrow \frac{50/5}{101\times4}=\frac{x}{94\times2} \Rightarrow x=23/5\,g$$

قسمت دوم سؤال در یک مرحله حل می‌شه:

$$\frac{\text{جرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{\text{جرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\ (5\,O_2 \sim 2\,N_2) \Rightarrow \frac{m_{O_2}}{32\times5}=\frac{m_{N_2}}{28\times2} \Rightarrow \frac{m_{O_2}}{m_{N_2}}=\frac{20}{7}\simeq2/85$$

۱۳۷- گزینهٔ «۲» واکنش انجام‌شده:

$$SiO_2(s)+3C(s)\rightarrow SiC(s)+2CO(g)$$

حجم گاز تولیدشده در شرایط STP برابر است با:

اول

$$1kgSiC\times\frac{10^3g}{1kg}\times\frac{1molSiC}{40gSiC}\times\frac{2molCO}{1molSiC}\times\frac{22/4LCO}{1molCO}=1120LCO$$

دوم

$$\frac{1SiC\ \text{گرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{2CO\ \text{لیتر گاز در شرایط STP}}{\text{ضریب}\times 22/4}\Rightarrow\frac{1000}{40\times1}=\frac{x}{22/4\times2}\Rightarrow x=1120L$$

۱۳۸- گزینهٔ «۴» واکنش سوختن کامل پروپان به صورت مقابل است:

$$C_3H_8(g)+5O_2(g)\rightarrow 3CO_2(g)+4H_2O(g)$$

اول تعداد مول و جرم اکسیژن مصرف‌شده در واکنش بالا را محاسبه می‌کنیم:

$$66gC_3H_8\times\frac{1molC_3H_8}{44gC_3H_8}\times\frac{5molO_2}{1molC_3H_8}=7/5molO_2$$

$$7/5molO_2\times\frac{32g}{1molO_2}=240gO_2$$

دوم با توجه به اطلاعات مسئله، جرم هلیم موجود در مخلوط نهایی را به دست می‌آوریم. اگر تعداد مول اکسیژن و هلیم را در مخلوط اولیه به ترتیب n و m در نظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$\underbrace{2n+m}_{\text{مجموع شمار مول‌ها در مخلوط نهایی}}=(1+\frac{60}{100})\underbrace{(n+m)}_{\text{مجموع شمار مول‌ها در مخلوط اولیه}}\Rightarrow 0/4n=0/6m\Rightarrow(1)\ n=1/5m$$

شمار مول اکسیژن در مخلوط نهایی را $7/5\ mol$ به دست آوردیم، بنابراین:

$$2n=7/5\Rightarrow n=\frac{7/5}{2}\xrightarrow{(1)}m=\frac{7/5}{1/5\times2}=2/5molHe$$

$$2/5molHe\times\frac{4gHe}{1molHe}=10gHe$$

پس جرم مخلوط نهایی برابر خواهد بود با:

$$\text{جرم مخلوط نهایی}=\text{جرم اکسیژن}+\text{جرم هلیم}=240+10=250g$$

۱۳۹- گزینهٔ «۲»

اول ابتدا جرم مولی عنصر X را محاسبه می‌کنیم:

$$15gA\times\frac{1molA}{60gA}\times\frac{1molAX_3}{1molA}\times\frac{(3M_X+60)gAX_3}{1molAX_3}=36gAX_3\Rightarrow\frac{3M_X+60}{4}=36\Rightarrow M_X=\frac{84}{3}=28g.mol^{-1}$$

دوم

$$\frac{1A\ \text{گرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{1AX_3\ \text{گرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{15}{60\times1}=\frac{36}{(3M_X+60)\times1}\Rightarrow M_X=28g.mol^{-1}$$

دوم جرم مادهٔ Z موردنیاز را به دست می‌آوریم:

اول

$$70gX\times\frac{1molX}{28gX}\times\frac{3molZ}{2molX}\times\frac{84gZ}{1molZ}=315gZ$$

دوم

$$\frac{2X\ \text{گرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{3Z\ \text{گرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{70}{28\times2}=\frac{x}{84\times3}\Rightarrow x=315g$$

۱۴۰- گزینهٔ «۲» واکنش موازنه‌شده:

$$2KClO_3\rightarrow 2KCl+3O_2$$

اول برای $KClO_3$، کمیت «گرم» و برای O_2 کمیت «لیتر با چگالی» را می‌نویسیم:

$$\frac{2KClO_3\ \text{گرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{3O_2\ \text{لیتر گاز}}{\text{ضریب}\times\text{حجم مولی}}\Rightarrow\frac{x}{122/5\times2}=\frac{(7/68)\times1/25}{32\times3}\Rightarrow x=\frac{122/5\times7/68\times10}{16\times3\times8}=\frac{122/5\times9/6}{16\times3}=24/5g$$

دوم

$$7/68LO_2\times\frac{1/25gO_2}{1LO_2}\times\frac{1molO_2}{32gO_2}\times\frac{2molKClO_3}{3molO_2}\times\frac{122/5gKClO_3}{1molKClO_3}=24/5gKClO_3$$

۱۴۱- گزینهٔ «۲» واکنش انجام‌شده:

$$CS_2(l)+2H_2O(l)\rightarrow CO_2(g)+2H_2S(g)$$

ضریب استوکیومتری و حجم گاز H_2S دو برابر CO_2 است، پس حجم گاز CO_2 را به دست آورده و برای به دست آوردن مجموع حجم فراورده‌های گازی، مقدار آن را ۳ برابر می‌کنیم.

ابتدا حجم مولی گازها را در این شرایط حساب می‌کنیم:

$$\text{چگالی گاز متان}=\frac{\text{جرم مولی}\ CH_4}{\text{حجم مولی}\ CH_4}\Rightarrow\text{حجم مولی}\ CH_4=\frac{16}{4\times10^{-4}}=4\times10^4\ mL=40L$$

اول

$$15/2gCS_2\times\frac{1molCS_2}{76gCS_2}\times\frac{1molCO_2}{1molCS_2}\times\frac{40LCO_2}{1molCO_2}=8LCO_2$$

دوم

$$\frac{1CS_2\ \text{گرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}=\frac{1CO_2\ \text{لیتر گاز}}{\text{ضریب}\times\text{حجم مولی}}\Rightarrow\frac{15/2}{76\times1}=\frac{X}{40\times1}\Rightarrow X=8LCO_2$$

$$\text{مجموع فراورده‌های گازی}=3\times\text{حجم گاز}\ CO_2=3\times8=24L$$

۱۴۲- گزینهٔ «۴» واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است: $۴KNO_۳(s) \rightarrow ۲K_۲O(s) + ۵O_۲(g) + ۲N_۲(g)$

همان‌طور که می‌بینیم، به ازای مصرف ۴ مول پتاسیم نیترات، ۵ مول اکسیژن و ۲ مول نیتروژن تولید می‌شود. پس اختلاف مول گازهای تولیدشده به ازای مصرف ۴ مول $KNO_۳$ برابر ۳ مول است. پس:

$$۴\,mol\,KNO_۳ \cong ۳\,mol\,\text{تفاوت}$$

در ادامه جرم $KNO_۳$ مصرف‌شده را به دست می‌آوریم:

اول
$$?\,mol\,KNO_۳ = \overset{۰/۲}{\cancel{۴۳/۲}}\,L\,\text{تفاوت} \times \frac{۱\,mol\,\text{تفاوت}}{۷۲\,L\,\text{تفاوت}} \times \frac{۴\,mol\,KNO_۳}{۳\,mol\,\text{تفاوت}} \times \frac{۱۰۱\,g\,KNO_۳}{۱\,mol\,KNO_۳} = ۸۰/۸\,g\,KNO_۳$$

دوم
$$\frac{\text{حجم مولی} \times \text{ضریب}\ \text{لیتر گاز}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}\ \text{گرم}} = \frac{\text{اختلاف مول گازها}\ ۳}{۴\ KNO_۳} \Rightarrow \frac{۴۳/۲}{۷۲\times۳} = \frac{x}{۱۰۱\times۴} \Rightarrow x = ۸۰/۸\,g$$

۱۴۳- گزینهٔ «۱» واکنش‌های موازنه‌شده: $۲KNO_۳ \rightarrow ۲KNO_۲ + \mathbf{O_۲}\ ,\ ۲CO + \mathbf{O_۲} \rightarrow ۲CO_۲$

ضریب مادهٔ مشترک ($O_۲$) برابر است؛ پس مستقیماً بین $KNO_۳$ و CO نسبت‌های $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ را می‌نویسیم:

اول
$$\frac{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}\ \text{گرم گاز}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}\ \text{گرم}} = \frac{KNO_۳}{CO} \Rightarrow \frac{\overset{۴}{\cancel{۴۰/۴}}}{\underset{۱۰}{\cancel{۱۰۱\times۴}}} = \frac{x}{\cancel{۲۸\times۴}} \Rightarrow x = \frac{۴\times۲۸}{۱۰} = ۱۱/۲\,g$$

دوم
$$۴۰/۴\,g\,KNO_۳ \times \frac{۱\,mol\,KNO_۳}{۱۰۱\,g\,KNO_۳} \times \underbrace{\frac{۱\,mol\,O_۲}{۲\,mol\,KNO_۳}}_{\text{واکنش اول}} \times \underbrace{\frac{۲\,mol\,CO}{۱\,mol\,O_۲}}_{\text{واکنش دوم}} \times \frac{۲۸\,g\,CO}{۱\,mol\,CO} = ۱۱/۲\,g\,CO$$

۱۴۴- گزینهٔ «۴» واکنش‌های موازنه‌شده: $Fe_۲O_۳ + ۲Al \rightarrow \mathbf{۲Fe} + Al_۲O_۳\ ,\ ۳CuO + \mathbf{۲Fe} \rightarrow ۳Cu + Fe_۲O_۳$

ضریب مادهٔ مشترک (Fe) یکسان است؛ پس با نوشتن نسبت $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ بین Al و Cu داریم:

اول
$$\frac{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}\ \text{گرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}\ \text{گرم}} = \frac{۲\ Al}{۳\ Cu} \Rightarrow \frac{x}{\underset{۹}{\cancel{۲۷\times۲}}} = \frac{\overset{۳}{\cancel{۴۸}}}{\underset{۲}{\cancel{۶۴\times۳}}} \Rightarrow x = \frac{۹\times۳}{۲} = \frac{۲۷}{۲} = ۱۳/۵\,g$$

دوم کسر تبدیل:
$$۴۸\,g\,Cu \times \frac{۱\,mol\,Cu}{۶۴\,g\,Cu} \times \underbrace{\frac{۲\,mol\,Fe}{۳\,mol\,Cu}}_{\text{واکنش دوم}} \times \underbrace{\frac{۲\,mol\,Al}{۲\,mol\,Fe}}_{\text{واکنش اول}} \times \frac{۲۷\,g\,Al}{۱\,mol\,Al} = ۱۳/۵\,g\,Al$$

۱۴۵- گزینهٔ «۲» معادلهٔ واکنش موازنه‌شده به صورت مقابل است: $۲CH_۴(g) + ۲NH_۳(g) + ۳O_۲(g) \rightarrow ۲HCN(g) + ۶H_۲O(g)$

اول اول جرم گاز اکسیژن مصرف‌شده را حساب می‌کنیم:
$$\underbrace{\overset{۰/۲۵}{\cancel{۱/۵۰۵}} \times \overset{۱۰}{\cancel{۱۰^{۲۴}}}\ \text{مولکول متان} \times \frac{۱\,\text{متان}}{\underset{۱}{\cancel{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}}\ \text{مولکول متان}}}_{۲/۵\,\text{متان}} \times \frac{۳\,mol\,O_۲}{\underset{۱}{\cancel{۲}}\,\text{متان}} \times \frac{\overset{۱۶}{\cancel{۳۲}}\,g\,O_۲}{۱\,mol\,O_۲} = ۱۲۰\,g\,O_۲$$

حالا جرم هر یک از فراورده‌ها را به دست می‌آوریم:
$$HCN: ۲/۵\,mol\,CH_۴ \times \frac{۲\,mol\,HCN}{۲\,mol\,CH_۴} \times \frac{۲۷\,g\,HCN}{۱\,mol\,HCN} = ۶۷/۵\,g\,HCN$$
$$H_۲O: ۲/۵\,mol\,CH_۴ \times \frac{۶\,mol\,H_۲O}{۲\,mol\,CH_۴} \times \frac{۱۸\,g\,H_۲O}{۱\,mol\,H_۲O} = ۱۳۵\,g\,H_۲O$$

دوم جرم‌های $O_۲$، HCN و $H_۲O$ را می‌توان به صورت زیر نیز محاسبه کرد:
$$\frac{\text{ضریب} \times \text{تعداد ذره‌ها}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}\ \text{گرم}} = \frac{۲\ CH_۴}{۳\ O_۲} \Rightarrow \frac{\overset{۰/۲۵}{\cancel{۱/۵۰۵}} \times \overset{۱۰}{\cancel{۱۰^{۲۴}}}}{\underset{۱}{\cancel{۶/۰۲\times۱۰^{۲۳}}} \times ۲} = \frac{x}{۳۲\times۳} \Rightarrow x = ۱۲۰\,g\,O_۲$$

$$\frac{\text{ضریب}\ \text{مول}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}\ \text{گرم}} = \frac{۲\ CH_۴}{۶\ H_۲O} \Rightarrow \frac{۲/۵}{۲} = \frac{z}{۱۸\times۶} \Rightarrow z = ۱۳۵\,g\,H_۲O$$

$$\frac{\text{ضریب}\ \text{مول}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}\ \text{گرم}} = \frac{۲\ CH_۴}{۲\ HCN} \Rightarrow \frac{۲/۵}{۲} = \frac{y}{۲۷\times۲} \Rightarrow y = ۶۷/۵\,g\,HCN$$

در نهایت درصد جرمی بخار آب را در فراورده‌های تولیدی محاسبه می‌کنیم:
$$\text{درصد جرمی بخار آب} = \frac{\text{جرم بخار آب}}{\text{جرم فراورده‌ها}} \times ۱۰۰ = \frac{\overset{۲}{\cancel{۱۳۵}}\times۱۰۰}{\underset{۱}{\cancel{۱۳۵}} + \underset{۲}{\cancel{۶۷/۵}}} = \frac{۲۰۰}{۳} \simeq ٪۶۶/۶$$

۱۴۶- گزینهٔ «۳» فرض می‌کنیم مخلوط اولیه دارای x مول Mg و y مول Ca باشد.

واکنش اکسایش این دو فلز به صورت روبه‌رو است: $۲Mg + O_۲ \rightarrow ۲MgO\ ,\ ۲Ca + O_۲ \rightarrow ۲CaO$

بنابراین x مول MgO (با جرم مولی ۴۰) و y مول CaO (با جرم مولی ۵۶) خواهیم داشت.

$$۲۴x + ۴۰y = ۵۰\ \ (I)$$
$$۴۰x + ۵۶y = ۷۸\ \ (II)$$

$$\xrightarrow{(I)\times\frac{۵۶}{۴۰}} \frac{۵۶}{\underset{۱۰}{۴۰}} \times \overset{۶}{۲۴}x + ۵۶y = \overset{۱۴}{\cancel{\frac{۵۶}{۴۰}}} \times ۵۰ = ۷۰ \Rightarrow ۳۳/۶x + ۵۶y = ۷۰\ (I')$$

$$\xrightarrow{(II)-(I')} ۴۰x - ۳۳/۶x = ۸ \Rightarrow ۶/۴x = ۸ \Rightarrow x = \frac{\overset{۱}{\cancel{۸}}}{\underset{۰/۸}{\cancel{۶/۴}}} = ۱/۲۵\,mol\,Mg$$

$$\xrightarrow{(I)} \underbrace{۲۴\times۱/۲۵}_{۳۰} + ۴۰y = ۵۰ \Rightarrow y = \frac{۲۰}{۴۰} = ۰/۵\,mol\,Ca$$

در قسمت دوم سؤال، برای تشکیل هر واحد فرمولی MgO و CaO، ۲ الکترون بین گونه‌ها مبادله می‌شود، بنابراین داریم:

شمار الکترون‌های مبادله‌شده بین گونه‌ها = مجموع مول فلزهای Mg و Ca $\times 2 \times N_A = (1/25 + 0/5) \times 2 \times 6/02 \times 10^{23} \simeq 2/1 \times 10^{24}$

اما نسبت تعداد اتم‌های Mg به Ca برابر نسبت تعداد مول آن‌ها است و داریم:

$$\frac{\text{تعداد اتم Mg}}{\text{تعداد اتم Ca}} = \frac{\text{مول Mg}}{\text{مول Ca}} = \frac{1/25}{0/5} = \frac{5}{2} = 2/5$$

۱۴۷- گزینهٔ «۲»

در واکنش موردنظر، تفاوت جرم مربوط به جرم O_2 است؛ پس می‌توانیم با توجه به جرم O_2، جرم NO را حساب کنیم.

اول

$$\frac{\text{گرم } 2NO}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \sim \frac{\text{گرم } 1O_2}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{x}{30 \times 2} = \frac{14/4}{32 \times 1} \Rightarrow x = \frac{144 \times 3}{16} = 27\ g$$

دوم

$$14/4\ g\ O_2 \times \frac{1\ mol\ O_2}{32\ g\ O_2} \times \frac{2\ mol\ NO}{1\ mol\ O_2} \times \frac{30\ g\ NO}{1\ mol\ NO} = 27\ g\ NO$$

بنابراین جرم NO_2 در مخلوط اولیه ۲۳ گرم (۲۳ = ۲۷ − ۵۰) بوده است و داریم:

$$\text{درصد جرمی } NO_2 = \frac{23}{50} \times 100 = \%46$$

۱۴۸- گزینهٔ «۳»

در ظرف (II)، مقدار ۱۱/۲ گرم از گاز بوتن (C_4H_8) یا $\frac{11/2}{56} = 0/2\ mol$ از این گاز وجود دارد؛ بنابراین شمار اتم‌های سازندهٔ مولکول‌های گاز در این دو ظرف برابر است با:

$$\left.\begin{array}{l} \text{(I) شمار اتم‌ها در ظرف}: 0/24 \times 2N_A = 0/48N_A \\ \text{(II) شمار اتم‌ها در ظرف}: 0/2 \times 12N_A = 2/4N_A \end{array}\right\} \Rightarrow \text{نسبت مورد نظر} = \frac{\text{شمار اتم‌ها در ظرف (II)}}{\text{شمار اتم‌ها در ظرف (I)}} = \frac{2/4N_A}{0/48N_A} = 5$$

سایر گزینه‌ها

۱ از آن‌جا که شمار مول‌های گازی در ظرف (I) از ظرف دیگر بیشتر است، فشار گاز در این ظرف بیشتر خواهد بود.

۲ با توجه به معادلهٔ سوختن کامل گاز بوتن $C_4H_8(g) + 6O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 4H_2O(l)$، برای سوختن کامل ۰/۲ مول گاز بوتن، به $0/2 \times 6 = 1/2\ mol$ گاز اکسیژن نیاز است.

۴ مجموع شمار مول گازی در این دو ظرف برابر $0/2 + 0/24 = 0/44\ mol$ است که با شمار مول‌های ۱۲/۳۲ گرم گاز CO برابر است:

$$\text{شمار مول ۱۲/۳۲ گرم CO} = \frac{12/32}{28} = 0/44\ mol$$

و همان‌طور که می‌دونید! تعداد مول مشخص از گازهای مختلف در شرایط استاندارد (STP)، حجم یکسانی را اشغال می‌کند.

۱۴۹- گزینهٔ «۲»

واکنش‌های تولید AX و XZ_3 به صورت مقابل است: $A + X \rightarrow AX \quad , \quad 3Z + X \rightarrow XZ_3$

اول

$$\frac{\text{گرم } A}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \sim \frac{\text{گرم } X}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{16}{128 \times 1} = \frac{7}{M_X \times 1} \Rightarrow M_X = 56\ g.mol^{-1}$$

$$\frac{\text{گرم } 3Z}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \sim \frac{\text{گرم } 1X}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{12}{M_Z \times 3} = \frac{2/8}{M_X \times 1} \Rightarrow \frac{M_X}{M_Z} = 0/7\ ,\ M_Z = \frac{56}{0/7} = 80\ g.mol^{-1}$$

دوم

$$\left.\begin{array}{l} 16\ g\ A \times \frac{1\ mol\ A}{128\ g\ A} \times \frac{1\ mol\ X}{1\ mol\ A} \times \frac{M_X\ g\ X}{1\ mol\ X} = 7\ g\ X \Rightarrow M_X = 56\ g.mol^{-1} \\ 2/8\ g\ X \times \frac{1\ mol\ X}{56\ g\ X} \times \frac{3\ mol\ Z}{1\ mol\ X} \times \frac{M_Z\ g\ Z}{1\ mol\ Z} = 12\ g\ Z \Rightarrow M_Z = 80\ g.mol^{-1} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{M_X}{M_Z} = 0/7$$

در نهایت جرم مولی XZ_3 را به دست می‌آوریم:

$$\text{جرم مولی } XZ_3 = M_X + 3M_Z = 56 + (3 \times 80) = 296\ g.mol^{-1}$$

۱۵۰- گزینهٔ «۱»

واکنش موازنه‌شده: $\underbrace{CH_4 + 2O_2}_{3\ mol\ \text{گاز}} \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

می‌بینیم که به ازای مصرف کامل ۳ مول گاز، ۱ مول CO_2 تولید می‌شود؛ بنابراین داریم:

اول

$$\frac{\text{لیتر گاز در شرایط STP (گاز مصرفی ۳)}}{\text{ضریب} \times 22/4} \sim \frac{\text{گرم } 1CO_2}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{67/2}{22/4 \times 3} = \frac{x}{44 \times 1} \Rightarrow x = 44\ g$$

دوم

$$67/2\ L\ \text{گاز مصرفی} \times \frac{1\ mol\ \text{گاز مصرفی}}{22/4\ L\ \text{گاز مصرفی}} \times \frac{1\ mol\ CO_2}{3\ mol\ \text{گاز مصرفی}} \times \frac{44\ g\ CO_2}{1\ mol\ CO_2} = 44\ g\ CO_2$$

۱۵۱- گزینهٔ «۳»

وقتی در مخلوط CaO و MgO نسبت اتم‌های Ca به Mg برابر ۱۰ به ۶ است؛ یعنی به ازای x مول CaO، $0/6x$ مول MgO داریم، بنابراین:

$$x \times 56 + (0/6x) \times 40 = 80 \Rightarrow 56x + 24x = 80 \Rightarrow x = 1\ mol$$

یعنی ۱ مول CaO و ۰/۶ مول MgO داریم. با توجه به واکنش‌های زیر می‌بینیم که عملکرد هر دوی آن‌ها در مقابل CO_2 یکسان است و به ازای ۱ مول از هر کدام از آن‌ها، ۱ مول CO_2 مصرف می‌شود.

$$CaO + CO_2 \rightarrow CaCO_3\ ,\ MgO + CO_2 \rightarrow MgCO_3$$

بنابراین با مصرف ۱/۶ مول از آن‌ها، ۱/۶ مول CO_2 مصرف می‌شود.

$$1/6\ mol\ CO_2 \times \frac{22/4\ L\ CO_2}{1\ mol\ CO_2} = 35/84\ L\ CO_2$$

با توجه به گزینه‌ها مشخصه که حاصل ۲۲/۴ × ۱/۶ می‌شه ۳۵/۸۴!

۱۵۲- گزینهٔ «۲» واکنش‌های موازنه‌شده: (۱) $S+O_2\rightarrow SO_2$ (۲) $2SO_2+O_2\rightarrow 2SO_3$ (۳) $SO_3+H_2O\rightarrow H_2SO_4$

همان‌طور که می‌بینید برای تولید ۱ مول H_2SO_4 در واکنش (۳) به ۱ مول SO_3 از واکنش (۲) نیاز داریم.

برای تولید ۱ مول SO_3 از واکنش (۲) به ۱ مول SO_2 و ۰/۵ مول O_2 نیاز داریم ← تا اینجا ۰/۵ مول O_2 می‌خواهیم.

از طرفی برای تولید ۱ مول SO_2 در واکنش (۱) به ۱ مول O_2 نیاز داریم ← این‌جا هم ۱ مول O_2 می‌خواهیم.

بنابراین در مجموع ۱/۵ مول O_2 لازم داریم که جرم آن برابر است با:

$$1/5\ mol\,O_2\times\frac{32\ g\,O_2}{1\ mol\,O_2}=48\ g\,O_2$$

۱۵۳- گزینهٔ «۲» **اول** با توجه به مقدار گاز X_2 تولیدشده حساب می‌کنیم ۱/۱۲ گرم از AX_2 معادل چند مول است:

$$\underbrace{71/25\ mL\,X_2\times\frac{1\ L\,X_2}{1000\ mL\,X_2}\times\frac{1\ mol\,X_2}{28/5\ L\,X_2}}_{0/00025\ mol\,X_2}\times\frac{2\ mol\,AX_2}{1\ mol\,X_2}=0/005\ mol\,AX_2$$

پس جرم مولی AX_2 برابر است با $\frac{1/12}{0/005}=224\ g.mol^{-1}$.

از طرفی از تجزیهٔ ۱/۱۲ گرم AX_2، ۰/۷۲ گرم AX و ۰/۰۰۲۵ مول X_2 تولید شده است. با توجه به قانون پایستگی جرم، جرم X_2 تولیدشده برابر $1/12-0/72=0/4\ g$ است؛ پس جرم مولی گاز X_2 برابر $\frac{0/4}{0/0025}=160\ g.mol^{-1}$ و جرم مولی عنصر X برابر ۸۰ $g.mol^{-1}$ خواهد بود. در نهایت جرم مولی A و نسبت موردنظر را به دست می‌آوریم:

$$\text{جرم مولی A}=\text{جرم مولی }AX_2-(2\times\text{جرم مولی X})=224-160=64\ g.mol^{-1}$$

$$\text{نسبت موردنظر}=\frac{\text{جرم اتمی X}}{\text{جرم اتمی A}}=\frac{80}{64}=1/25$$

دوم کافیست حساب کنیم به ازای تجزیهٔ ۱/۱۲ g از AX_2 چند گرم AX تولید می‌شود و معادلهٔ به دست آمده را ساده کنیم:

$$1/12\ g\,AX_2\times\frac{1\ mol\,AX_2}{(M_A+2M_X)g\,AX_2}\times\frac{\cancel{2}^{1}\ mol\,AX}{\cancel{2}^{1}\ mol\,AX_2}\times\frac{(M_A+M_X)g\,AX}{1\ mol\,AX}=0/72\ g\,AX$$

$$\Rightarrow\frac{M_A+M_X}{M_A+2M_X}=\frac{0/72}{1/12}=\frac{0/09}{0/14}=\frac{9}{14}\Rightarrow 14M_A+14M_X=9M_A+18M_X\Rightarrow 5M_A=4M_X\Rightarrow\frac{M_X}{M_A}=1/25$$

۱۵۴- گزینهٔ «۲» بین $M(OH)_4$ و $M(SO_4)_2$ کمیت گرم را می‌نویسیم (جرم مولی فلز M را برابر M در نظر می‌گیریم).

$$\frac{1M(OH)_4}{7/95}\sim\frac{1M(SO_4)_2}{14/15}\Rightarrow\frac{M+192}{M+68}=\frac{14/15}{7/95}\xrightarrow[\text{از صورت}]{\text{تفاضل مخرج}}\frac{(M+192)-(M+68)}{M+68}=\frac{14/15-7/95}{7/95}\Rightarrow\frac{\overset{20}{\cancel{124}}}{M+68}=\frac{6/2}{7/95}$$

$$\Rightarrow M+68=\overbrace{20\times 7/95}^{159}\Rightarrow M=159-68=91\ g.mol^{-1}$$

۱۵۵- گزینهٔ «۳» واکنش‌های موازنه‌شدهٔ تجزیهٔ $NaHCO_3$ و اکسایش گلوکز به صورت زیر است:

$$2NaHCO_3(s)\rightarrow Na_2CO_3(s)+CO_2(g)+H_2O(l)\qquad C_6H_{12}O_6(s)+6O_2(g)\rightarrow 6CO_2(g)+6H_2O(l)$$

اول فرض می‌کنیم تا لحظه‌ای که جرم گاز CO_2 موجود در مخزن با جرم Na_2CO_3 برابر می‌شود، n مول از $NaHCO_3$ تجزیه شده باشد. داریم:

$$n\ mol\,NaHCO_3\times\frac{1\ mol\,Na_2CO_3}{2\ mol\,NaHCO_3}\times\frac{106\ g\,Na_2CO_3}{1\ mol\,Na_2CO_3}=53n\ g\,Na_2CO_3$$

$$n\ mol\,NaHCO_3\times\frac{1\ mol\,CO_2}{2\ mol\,NaHCO_3}\times\frac{44\ g\,CO_2}{1\ mol\,CO_2}=22n\ g\,CO_2$$

در ابتدا مخزن حاوی ۱۵۵ گرم گاز CO_2 است؛ بنابراین در لحظهٔ موردنظر داریم:

$$22n+155=53n\Rightarrow 31n=155\Rightarrow n=5\ mol$$

دوم حال تعداد مول آب تولیدشده در این مدت را محاسبه می‌کنیم:

$$5\ mol\,NaHCO_3\times\frac{1\ mol\,H_2O}{2\ mol\,NaHCO_3}=2/5\ mol\,H_2O$$

سوم جرم گلوکز موردنیاز برای تولید ۲/۵ مول آب را به دست می‌آوریم:

$$2/5\ mol\,H_2O\times\frac{1\ mol\,C_6H_{12}O_6}{\cancel{6}^{1}\ mol\,H_2O}\times\frac{\overset{30}{\cancel{180}}\ g\,C_6H_{12}O_6}{1\ mol\,C_6H_{12}O_6}=75\ g\,C_6H_{12}O_6$$

۱۵۶- گزینهٔ «۴» اول حجم مولی گازها را در شرایط ۰ °C و ۰/۵ atm حساب می‌کنیم:

$$P_1V_1=P_2V_2\Rightarrow 1\times 22/4=0/5\times V_2\Rightarrow V_2=44/8\ L$$

حالا بین گرم H_2O و لیتر CO_2 در شرایط جدید (غیر STP با حجم مولی ۴۴/۸ L)، نسبت‌های $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ را می‌نویسیم:

$$\frac{1CO_2\ \text{لیترگاز}}{\text{ضریب}\times\text{حجم مولی}}\sim\frac{1H_2O\ \text{گرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{\overset{2}{\cancel{8/96}}}{\underset{10}{\cancel{44/8}}\times 1}=\frac{x}{18\times 1}\Rightarrow x=3/6\ g\,H_2O$$

در ادامه، بین گرم M_2CO_3 و لیتر CO_2 در شرایط جدید، نسبت‌های $\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}}$ را می‌نویسیم:

$$\frac{1M_2CO_3\ \text{گرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\sim\frac{1CO_2\ \text{لیترگاز}}{\text{ضریب}\times\text{حجم مولی}}\Rightarrow\frac{\overset{10/6}{\cancel{21/2}}}{(2M+60)\times 1}=\frac{\overset{2}{\cancel{8/96}}}{\underset{10}{\cancel{44/8}}\times 1}\Rightarrow 2M+60=106\Rightarrow 2M=46\Rightarrow M=23\ g.mol^{-1}$$

۱۵۷- گزینهٔ «۱» اگر n مول از هر یک از گازهای H_2 و O_2 در واکنش اول وارد شوند، پس از مصرف کامل گاز هیدروژن، $\frac{n}{2}$ مول از گاز اکسیژن باقی می‌ماند:

(۱) $2H_2(g)+O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g)$

تعداد مول اکسیژن مصرف‌شده: $n\,mol\,H_2 \times \frac{1\,mol\,O_2}{2\,mol\,H_2} = \frac{n}{2}\,mol\,O_2$

حال با استفاده از اطلاعات واکنش دوم، مقدار n را حساب می‌کنیم:

(۲) $2SO_2(g)+O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$

$32\,g\,SO_2 \times \frac{1\,mol\,SO_2}{64\,g\,SO_2} \times \frac{1\,mol\,O_2}{2\,mol\,SO_2} = 0/25\,mol\,O_2$

بنابراین $\frac{n}{2}=0/25$ و $n=0/5$. در نهایت جرم بخار آب تولیدشده در واکنش اول را به دست می‌آوریم:

$0/25\,mol\,O_2 \times \frac{2\,mol\,H_2O}{1\,mol\,O_2} \times \frac{18\,g\,H_2O}{1\,mol\,H_2O} = 9\,g\,H_2O$

دوم از آن‌جا که نصف گاز O_2 در واکنش اول و نصف دوم در واکنش دوم مصرف شده و ضریب O_2 در این دو واکنش یکسان است، می‌توانیم بنویسیم:

$$\frac{2\,SO_3\ \text{گرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}} = \frac{2\,H_2O\ \text{گرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{1}{64\times 2} = \frac{x}{18\times 2} \Rightarrow x=9\,g$$

۱۵۸- گزینهٔ «۲» واکنش موازنه‌شدهٔ اکسایش چربی:

$2C_{57}H_{110}O_6 + 163O_2 \rightarrow 114CO_2 + 110H_2O$

با توجه به کمیت «مول $C_{57}H_{110}O_6$»، کمیت «گرم H_2O» و کمیت «لیتر CO_2 با چگالی» داریم:

اول $$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{گرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{x}{18\times 110} \Rightarrow x=990\,g\,H_2O$$

$$\frac{\text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{\text{چگالی گاز}\times\text{لیتر گاز}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{y\times 2/4}{44\times 114} \Rightarrow y = \frac{44\times 57}{2/4} = 11\times 95 = 950+95 = 1045\,L\,CO_2$$

دوم $1\,mol\,C_{57}H_{110}O_6 \times \frac{110\,mol\,H_2O}{2\,mol\,C_{57}H_{110}O_6} \times \frac{18\,g\,H_2O}{1\,mol\,H_2O} = 990\,g\,H_2O$

$1\,mol\,C_{57}H_{110}O_6 \times \frac{114\,mol\,CO_2}{2\,mol\,C_{57}H_{110}O_6} \times \frac{44\,g\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} \times \frac{1\,L\,CO_2}{2/4\,g\,CO_2} = 1045\,L\,CO_2$

۱۵۹- گزینهٔ «۴» واکنش سوختن کامل پروپان به صورت مقابل است: $C_3H_8(g)+5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g)+4H_2O(g)$

اول ابتدا تعداد مول اکسیژن باقی‌مانده که در واکنش دوم مصرف شده است، محاسبه می‌کنیم:

اول $92\,g\,NO_2 \times \frac{1\,mol\,NO_2}{46\,g\,NO_2} \times \frac{1\,mol\,O_2}{4\,mol\,NO_2} = 0/5\,mol\,O_2$

دوم $$\frac{4\,NO_2\ \text{گرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}} = \frac{1\,O_2\ \text{مول}}{\text{ضریب}} \Rightarrow \frac{92}{46\times 4} = \frac{x}{1} \Rightarrow x=0/5\,mol$$

دوم با توجه به معادلهٔ سوختن کامل پروپان و حجم اولیهٔ گازها، تعداد مول C_3H_8 را به دست می‌آوریم: تعداد مول گازها $= \frac{\text{حجم گازها}}{22/4} = \frac{44/8}{22/4} = 2\,mol$

تعداد مول گاز مصرف‌شده در واکنش اول $= 2-0/5 = 1/5\,mol$

از هر ۶ مول گاز مصرفی در واکنش سوختن کامل پروپان یک مول گاز پروپان مصرف می‌شود؛ بنابراین در واکنش اول $\frac{1}{6}\times 1/5 = 0/25\,mol$ گاز پروپان مصرف شده است.

سوم جرم گاز CO_2 تولیدشده در واکنش اول برابر خواهد بود با:

اول $0/25\,mol\,C_3H_8 \times \frac{3\,mol\,CO_2}{1\,mol\,C_3H_8} \times \frac{44\,g\,CO_2}{1\,mol\,CO_2} = 33\,g\,CO_2$

دوم $$\frac{1\,C_3H_8\ \text{مول}}{\text{ضریب}} = \frac{3\,CO_2\ \text{گرم}}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{0/25}{1} = \frac{x}{44\times 3} \Rightarrow x=33\,g$$

۱۶۰- گزینهٔ «۱» اگر تعداد مول NaN_3 و $NaNO_3$ برابر x باشد، در پایان x مول Na و x مول $NaNO_2$ در ظرف خواهیم داشت که جرم آن‌ها برابر است با:

$x\,mol\,Na \times \frac{23\,g\,Na}{1\,mol\,Na} = 23x \;,\; x\,mol\,NaNO_2 \times \frac{69\,g\,NaNO_2}{1\,mol\,NaNO_2} = 69x$

بنابراین درصد جرمی $NaNO_2$ به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\text{درصد جرمی } NaNO_2 = \frac{69x}{69x+23x}\times 100 = \frac{69}{92}\times 100 = 69\times \underbrace{\left(\frac{100}{92}\right)}_{\text{بیشتر از یک}} = \%75$$

اگه دوس داری دقیق حساب کنی: $\frac{\overbrace{69}^{3\times 23}\times 100}{\underbrace{92}_{4\times 23}} = \%75$

۱۶۱- گزینهٔ «۱» واکنش‌های انجام‌شده به صورت زیر هستند:

واکنش اول: $2C_2H_6 + 7O_2 \rightarrow 4CO_2 + 6H_2O$ ، واکنش دوم: $2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_2 + 2H_2O$

مقدار اتان و هیدروژن سولفید را در این نمونه به ترتیب، x و y مول در نظر می‌گیریم، در واکنش اول $3x$ مول بخار آب و $2x$ مول CO_2 و در واکنش دوم y مول بخار آب تولید می‌شود، پس با توجه به قانون گازها داریم:

$$\frac{V_{H_2O}}{V_{CO_2}} = \frac{n_{H_2O}}{n_{CO_2}} \Rightarrow 4 = \frac{3x+y}{2x} \Rightarrow 3x + y = 8x \Rightarrow 5x = y$$

در این نمونه جرم اتان و هیدروژن سولفید به ترتیب برحسب گرم برابر $30x$ و $34y$ است، بنابراین:

$$30x + 34y = 250 \xrightarrow{5x=y} 30x + 34(5x) = 250 \Rightarrow 30x + 170x = 250 \Rightarrow x = \frac{250}{200} = \frac{5}{4}\,mol\,C_2H_6$$

پس جرم اتان برابر $30 \times \frac{5}{4}$ گرم است و در نهایت، درصد جرمی اتان را به دست می‌آوریم:

$$\text{درصد جرمی اتان} = \frac{\text{جرم اتان}}{\text{جرم مخلوط}} \times 100 \Rightarrow A = \frac{30 \times \frac{5}{4}}{250} \times 100 = \frac{30 \times 5 \times 100}{250 \times 4} = 15\%$$

۱۶۲- گزینهٔ «۴» تعداد مول متان برابر است با:

$$80\,g\,CH_4 \times \frac{1\,mol\,CH_4}{16\,g\,CH_4} = 5\,mol\,CH_4$$

اگر x مول متان به طور کامل بسوزد، $(5-x)$ مول از آن به طور ناقص خواهد سوخت؛ بنابراین:

	۱ $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$	۲ $2CH_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO + 4H_2O$
تعداد مول مصرفی:	x	$\frac{3}{2}(5-x)$
تعداد مول مصرفی:	$2x$	$(5-x)$

بنابراین مجموعاً $2x + \frac{3}{2}(5-x)$ مول O_2 مصرف می‌شود.

$$2x + \frac{3}{2}(5-x) = 9 \Rightarrow 0/5x + 7/5 = 9 \Rightarrow x = \frac{1/5}{0/5} = 3\,mol$$

بنابراین از ۵ مول اولیه، ۳ مول متان به طور کامل سوخته است که درصد آن برابر است با:

$$\frac{3}{5} \times 100 = 60\%$$

۱۶۳- گزینهٔ «۱» معادله‌های موازنه‌شده به صورت زیر هستند:

a) $CaC_2(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Ca(OH)_2(s) + C_2H_2(g)$

b) $2H_2S(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2SO_2(g) + 2H_2O(l)$

(آ): ✓ . ضریب H_2O در هر دو واکنش برابر با ۲ است.

(ب): ✗ .

$$18\,g\,H_2O \times \frac{1\,mol\,H_2O}{18\,g\,H_2O} \times \frac{1\,mol\,C_2H_2}{2\,mol\,H_2O} \times \frac{6/02 \times 10^{23}\,\text{مولکول}\,C_2H_2}{1\,mol\,C_2H_2} = 3/01 \times 10^{22}\,\text{مولکول}\,C_2H_2$$

(پ): ✗ .

$$\frac{\text{گرم}\ 2SO_2}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{\text{گرم}\ 3O_2}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{m_{SO_2}}{64 \times 2} = \frac{m_{O_2}}{32 \times 3} \Rightarrow \frac{m_{SO_2}}{m_{O_2}} = \frac{4}{3}$$

(ت): ✗ . مجموع ضرایب مواد گازی در معادلهٔ b برابر ۷ بوده ولی مجموع ضرایب مواد در معادلهٔ سوختن کامل متان برابر ۶ است:

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

۱۶۴- گزینهٔ «۴» معادله‌های موازنه‌شده:

۱ $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ ۲ $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$

در واکنش ۱ با استفاده از حجم CO_2 می‌توانیم حجم CH_4 و جرم H_2O را حساب کنیم:

$$\frac{1\,CH_4}{x} \sim \frac{1\,CO_2}{5/6} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{1}{\frac{22/4}{1}} \Rightarrow x = 5/6\,L\,CH_4 \quad , \quad \frac{1\,CO_2}{\frac{5/6}{22/4 \times 1}} \sim \frac{2\,H_2O}{y} \Rightarrow \frac{1}{\frac{4}{2}} = \frac{2}{\frac{y}{18 \times 2}} \Rightarrow y = 9\,g\,H_2O$$

بنابراین جرم H_2O تولیدی از واکنش ۲ برابر ۲/۲۵ گرم $(11/25 - 9 = 2/25)$ خواهد بود، پس حجم H_2 برابر است با:

$$\frac{\text{لیتر گاز در شرایط STP}\ 2H_2}{\text{ضریب} \times 22/4} \sim \frac{\text{گرم}\ 2H_2O}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} \Rightarrow \frac{x}{22/4 \times 2} = \frac{\frac{9}{4}}{\frac{2/25}{18 \times 2}} \Rightarrow x = \frac{5/6}{2 \times 4} = 2/8\,L\,H_2$$

بنابراین درصد حجمی متان برابر است با:

$$\text{درصد حجمی}\ CH_4 = \frac{5/6}{5/6 + 2/8} \times 100 = \frac{2}{3} \times 100 = 66/66\%$$

۱۶۵- گزینهٔ «۲» فرض می‌کنیم جرم گاز N_2 و جرم گاز H_2 در ابتدای واکنش برابر m باشد. اگر تعداد مول گاز H_2 که در واکنش هابر شرکت می‌کند را با n و تعداد مول H_2 باقی‌مانده را با r نشان دهیم، خواهیم داشت:

(۱) $\text{تعداد مول اولیهٔ}\ H_2 = \frac{m}{2} = n + r$

اما تعداد مول N_2 برابر $\frac{m}{28}$ بوده و تعداد مول H_2 واکنش‌داده (n) سه برابر تعداد مول N_2 است:

(۲) $n = \frac{3m}{28}$

در ادامه مقدار r را با استفاده از واکنش دوم به دست می‌آوریم:

$$Fe_2O_3(s)+3H_2(g)\rightarrow 2Fe(s)+3H_2O(l)$$

$$30.8\,g\,Fe\times\frac{1\,mol\,Fe}{56\,g\,Fe}\times\frac{3\,mol\,H_2}{2\,mol\,Fe}=0.825\,mol\,H_2$$

حال با جای‌گذاری مقادیر n و r در معادلهٔ (۱)، مقدار m را به دست می‌آوریم:

$$(1)\ \frac{m}{2}=\frac{3m}{28}+0.825\xrightarrow{\text{ضرب طرفین در }28}14m=3m+231\Rightarrow m=\frac{231}{11}=21$$

در نهایت جرم آمونیاک تولیدشده را حساب می‌کنیم:

$$21\,g\,N_2\times\frac{1\,mol\,N_2}{28\,g\,N_2}\times\frac{2\,mol\,NH_3}{1\,mol\,N_2}\times\frac{17\,g\,NH_3}{1\,mol\,NH_3}=25.5\,g\,NH_3$$

۱۶۶- گزینهٔ «۲» طبق معادلهٔ واکنش، ۲ مول گاز واکنش‌دهنده تبدیل به ۳ مول گاز فراورده می‌شود با چون واکنش به طور کامل پیش می‌رود، همهٔ واکنش‌دهنده‌ها به فراورده‌ها تبدیل می‌شوند و در نتیجه جرم واکنش‌دهنده‌ها و فراورده‌ها با هم برابر است (جرم گازهای موجود در مخزن ثابت می‌ماند). هم‌چنین طبق قانون آووگادرو داریم:

$$\frac{V_2}{V_1}=\frac{n_2}{n_1}$$

بنابراین نسبت چگالی حالت (۲) به حالت (۱) برابر است با:

$$\frac{d_2}{d_1}=\frac{\frac{m_2}{V_2}}{\frac{m_1}{V_1}}=\frac{V_1}{V_2}=\frac{n_1}{n_2}=\frac{2}{3}$$

۱۶۷- گزینهٔ «۴» واکنش موازنه‌شده به صورت مقابل است:

$$(NH_4)_2Cr_2O_7(s)\rightarrow Cr_2O_3(s)+N_2(g)+4H_2O(g)$$

اگر پس از مصرف x مول از آمونیوم دی‌کرومات، جرم گاز N_2 تولیدشده و جرم آمونیوم دی‌کرومات باقی‌مانده با هم برابر شود، داریم:

جرم نیتروژن تولیدشده = جرم آمونیوم دی‌کرومات اولیه − جرم آمونیوم دی‌کرومات مصرف‌شده

$$189-252x=28x\Rightarrow 280x=189\Rightarrow x=0.675\,mol$$

پس از مصرف ۰/۶۷۵ مول از آمونیوم دی‌کرومات، $0.675\times 4=2.7\,mol$ آب تولید می‌شود. بنابراین درصد حجمی گاز اکسیژن در مخلوط گازی نهایی برابر خواهد بود با:

$$\text{درصد حجمی گاز }O_2=\frac{\text{تعداد مول اکسیژن}}{\text{تعداد مول آب}+\text{تعداد مول اکسیژن}}\times 100=\frac{\frac{41.6}{32}}{\frac{41.6}{32}+2.7}\times 100=\frac{130}{4}=\%32.5$$

از آن‌جا که حجم گازها با تعداد مول آن متناسب است، درصد حجمی گاز O_2 را از رابطهٔ بالا محاسبه کردیم.

۱۶۸- گزینهٔ «۱» واکنش موازنه‌شده به صورت مقابل است:

$$2LiOH(s)+CO_2(g)\rightarrow Li_2CO_3(s)+H_2O(l)$$

اول با توجه به مقدار آب تولیدشده در واکنش بالا، جرم LiOH مصرف‌شده را به دست می‌آوریم:

اول

$$36\,g\,H_2O\times\frac{1\,mol\,H_2O}{18\,g\,H_2O}\times\frac{2\,mol\,LiOH}{1\,mol\,H_2O}\times\frac{24\,g\,LiOH}{1\,mol\,LiOH}=96\,g\,LiOH$$

دوم

$$\frac{1H_2O}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\sim\frac{2LiOH}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\Rightarrow\frac{36}{18\times 1}=\frac{X}{24\times 2}\Rightarrow X=96\,g$$

دوم حجم CO_2 مصرف‌شده را حساب می‌کنیم و با توجه به تغییر درصد حجمی این گاز، جرم گاز O_2 موجود در مخلوط اولیه را به دست می‌آوریم:

$$\frac{1H_2O}{\text{ضریب}\times\text{جرم مولی}}\sim\frac{1CO_2}{\text{ضریب}\times 22.4}\Rightarrow\frac{36}{18\times 1}=\frac{X}{22.4\times 1}\Rightarrow X=44.8\,L\,CO_2$$

حجم گاز CO_2 در مخلوط نهایی ۰/۲ برابر شده است؛ پس داریم:

$$\text{حجم اولیهٔ }CO_2=44.8-V_1=\text{حجم نهایی }CO_2=0.2V_1\Rightarrow 0.8V_1=44.8\Rightarrow V_1=56\,L$$

با توجه به این‌که حجم مخلوط اولیه ۱۱۲ L است، حجم گاز O_2 در این مخلوط $112-56=56\,L$ خواهد بود و داریم:

$$56\,L\,O_2\times\frac{1\,mol\,O_2}{22.4\,L\,O_2}\times\frac{32\,g\,O_2}{1\,mol\,O_2}=80\,g\,O_2$$

۱۶۹- گزینهٔ «۲» اول جرم O_2 را حساب می‌کنیم:

$$2KNO_3\sim 1O_2$$

$$\frac{50.5}{101\times 2}=\frac{x}{32\times 1}\Rightarrow x=\frac{32}{4}=8\,g\Rightarrow (O_2\text{ چگالی})\,d=\frac{m}{V}=\frac{8\,g}{4\,L}=2\,g.L^{-1}$$

تعداد مول O_2 برابر با $\frac{1}{4}$ مول $(\frac{8}{32}=\frac{1}{4}\,mol)$ است. حالت جدید را با حالت اولیهٔ STP مقایسه می‌کنیم. در شرایط STP (۲۷۳ K و ۱ atm) ۱ مول از هر گازی ۲۲/۴ لیتر حجم دارد، بنابراین داریم:

$$T_2=\theta_2+273=39+273=312\Rightarrow\frac{P_2V_2}{n_2T_2}=\frac{P_1V_1}{n_1T_1}\Rightarrow\frac{P_2\times 4}{\frac{1}{4}\times 312}=\frac{1\times 22.4}{1\times 273}\Rightarrow P_2=\frac{22.4}{2\times 7}=\frac{7+4.2}{7}=1.6\,atm$$