



طراحان:  
دکتر فرشاد هادیان فرد



نام:

نام خانوادگی:

کد داوطلبی:

الف

A

پایه دوازدهم

دفترچه‌ی پاسخ



با ما ماریج کنکور را آسان طی کنید...

گروه آموزشی ماز

## دوپینگ شیمی ماز – مرحله بیست و ششم

شیمی پایه دوازدهم

فصل ۴

تعداد سوال: ۲۰

مدت زمان آزمون: ۲۰ دقیقه

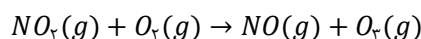
[www.biomaze.ir](http://www.biomaze.ir)

حق چاپ و تکثیر سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز «گروه ماز» مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.



## ۱ گزینه ۲ (متوسط - مفهومی - ۱۲۴)

با گذشت زمان و مصرف شدن گاز نیتروژن دی اکسید در واکنش تولید اوزون تروپوسفری، غلظت این گاز در هوای شهرهای بزرگ کاهش یافته و به دنبال آن، غلظت گاز  $O_3$  به تدریج افزایش پیدا می کند. معادله واکنش تولید اوزون در لایه تروپوسفر به صورت زیر است:



توجه داریم که گاز اوزون از اکسیژن واکنش پذیرتر بوده و یک آلاینده سمی و خطرناک به شمار می آید، به طوری که حضور آن در هوایی که تنفس می کنیم، سبب سوزش چشم ها و آسیب دیدن ریه ها می شود.

بررسی سایر گزینه ها:

۱) رشد و پیشرفت هر جامعه تنها در سایه تلاش هدفمند و آگاهانه افراد آن جامعه محقق می شود. انگیزه، دانش، توانایی و مهارت، از جمله زیرساخت های مورد نیاز برای پیشرفت جوامع هستند. انسان همواره برای زندگی و ادامه آن با چالش ها و مشکلات گوناگونی روبه رو بوده است، اما با بهره گیری از هوش، خرد و الهام از طبیعت، توانسته برای هر پرسش در ذهن خود پاسخی بیابد.

۳) اوره و آمونیاک، از جمله کودهای شیمیایی به شمار می روند. فناوری تولید این مواد از نظر زمانی، در سال های قبل از تولید ویتامین (آ) ایجاد شده است. نمودار زیر، ترتیب زمانی تولید برخی از فناوری های شیمیایی را در سال های پس از انقلاب صنعتی نشان می دهد:

پوشش دوستدار محیط زیست (عایق های گرمایی) → مراقبت های بهداشتی (تولید ویتامین (آ)) → تولید کود شیمیایی (وره → آمونیاک)

۴) گازهای کربن مونوکسید، گوگرد دی اکسید، نیتروژن مونوکسید و هیدروکربن های نسوخته از جمله آلاینده هایی هستند که در اثر سوزاندن سوخت های فسیلی وارد هواکره می شوند. جدول زیر، جرم برخی از آلاینده های تولید شده توسط خودروها به ازای طی یک کیلومتر مسافت را نشان می دهد:

| فرمول شیمیایی آلاینده                           | CO   | $C_xH_y$ | NO   |
|-------------------------------------------------|------|----------|------|
| مقدار آلاینده به ازای طی یک کیلومتر مسافت (گرم) | ۵/۹۹ | ۱/۶۷     | ۱/۰۴ |

با توجه به جدول بالا، مقدار گاز کربن مونوکسید تولید شده توسط خودروها، تقریباً ۵ برابر بیشتر از مقدار گاز  $NO$  تولید شده توسط آن ها است.

گاز  $NO$  یکی از آلاینده های موجود در هوا است که براساس معادله  $O_2(g) + N_2(g) \rightarrow 2NO(g)$  از واکنش میان گازهای اکسیژن و نیتروژن تولید می شود. گاز نیتروژن به عنوان اصلی ترین جزء سازنده هواکره، واکنش پذیری بسیار کمی دارد و به طور معمول با اکسیژن واکنش نمی دهد. شرایط مورد نیاز برای انجام شدن واکنش میان گازهای اکسیژن و نیتروژن، فقط در دماهای بسیار بالا (مثل شرایط موجود در موتور خودروها و شرایط ایجاد شده به هنگام رعدوبرق) فراهم می شود.

## ۲ گزینه ۲ (متوسط - مفهومی - ۱۲۴)

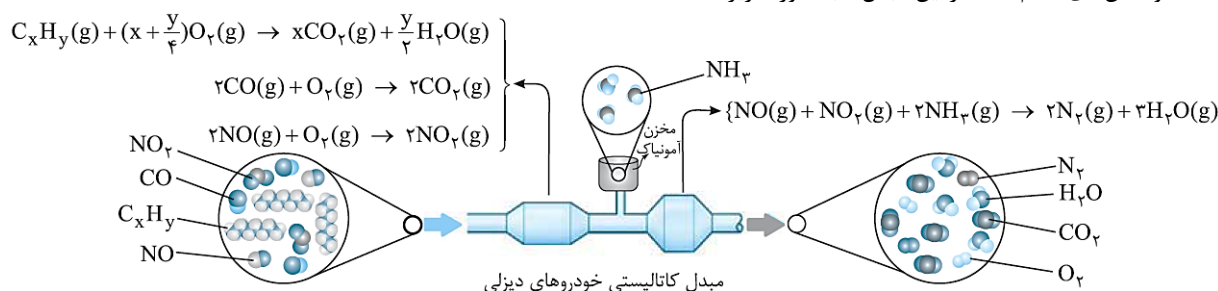
عبارت های (ب) و (پ) درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) برخی از اکسیدهای نافلزی خارج شده از آگروز خودروها مثل کربن مونوکسید و نیتروژن مونوکسید، طی انحلال در آب با مولکول های  $H_2O$  واکنش نداده و به همین خاطر، تغییر  $pH$  محلول ایجاد نمی کنند. در نقطه مقابل، برخی از اکسیدهای نافلزی تولید شده در موتور خودروها از جمله گاز کربن دی اکسید، با آب واکنش داده و محلول هایی با خاصیت اسیدی را ایجاد می کنند.

ب) طیفسنجی فروسرخ، یکی از رایج ترین روش های طیفسنجی برای شناسایی گروه های عاملی موجود در مواد آلی مختلف است. با توجه به اینکه شمار و نوع اتم های سازنده هر گروه عاملی متفاوت از دیگری است، هر یک از آنها تنها گستره معین و منحصر به فردی از پرتوهای فروسرخ را جذب می کنند. همین تفاوت، اساس شناسایی گروه های عاملی از یکدیگر است.

پ) در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی علاوه بر اتم های نیتروژنی که از طرف هواکره وارد موتور می شوند، مقداری اتم نیتروژن به واسطه ی آمونیاک به داخل مبدل کاتالیستی تزریق می شود، پس می توان گفت شمار اتم های  $N$  خارج شده از آگروز این خودروها، بیشتر از شمار اتم های  $N$  وارد شده به موتور آن ها است. واکنش های انجام شده در این مبدل ها به صورت زیر است:



ت) امواج رادیویی از جمله پرتوهای الکترومغناطیسی با طول موج بلند هستند. امواج رادیویی، همانند سایر پرتوهای الکترومغناطیسی، با مولکول‌ها و گروه‌های عاملی موجود در آن‌ها برهمکنش خواهند داشت. در واقع مولکول‌ها طول موج‌های خاصی از این پرتوها را جذب کرده و طول موج‌های خاصی از آن‌ها را نیز بازتاب می‌کنند.

#### ۳ گزینه ۴ (متوسط - مساله - ۱۲۴)

در قدم اول، جرم گوگرد مصرف شده در لوکوموتیو را محاسبه می‌کنیم.

$$? g S = 500 km \text{ مسافت} \times \frac{50 L \text{ بنزین}}{100 km \text{ مسافت}} \times \frac{1000 mL \text{ بنزین}}{1 L \text{ بنزین}} \times \frac{0.8 g \text{ بنزین}}{1 mL \text{ بنزین}} \times \frac{960 g S}{106 g \text{ بنزین}} = 192 g S$$

گوگرد بر اساس معادله‌ی  $S(s) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$  در موتور خودروها می‌سوزد. بر این اساس، جرم گاز  $SO_2$  تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

$$? g SO_2 = 192 g S \times \frac{1 mol S}{32 g S} \times \frac{1 mol SO_2}{1 mol S} \times \frac{64 g SO_2}{1 mol SO_2} = 384 g$$

برای محاسبه جرم گوگرد دی‌اکسید تولید شده با استفاده از روش تناسب، داریم:

$$\frac{\text{جرم گوگرد}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{جرم } SO_2}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} \implies \frac{192 g S}{1 \times 32} = \frac{x g SO_2}{1 \times 64} \implies x = 384 g SO_2$$

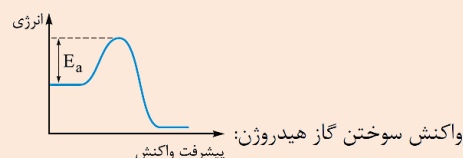
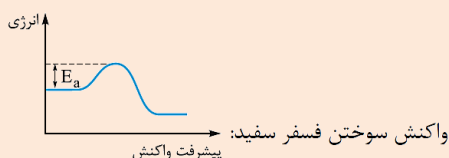
گاز  $SO_2$  بر اساس معادله  $CaO(s) + SO_2(g) \rightarrow CaSO_3(s)$  با کلسیم اکسید واکنش می‌دهد، پس داریم:

$$? g CaO = 384 g SO_2 \times \frac{1 mol SO_2}{64 g SO_2} \times \frac{1 mol CaO}{1 mol SO_2} \times \frac{56 g CaO}{1 mol CaO} = 336 g$$

#### ۴ گزینه ۲ (متوسط - مفهومی - ۱۲۴)

چون مقدار انرژی فعال‌سازی واکنش سوختن گاز هیدروژن در حضور گاز اکسیژن زیاد است، یک نمونه از این گاز، برخلاف یک نمونه فسفر سفید، در دمای اتاق نمی‌سوزد.

برای مقایسه سرعت انجام‌شدن واکنش‌های شیمیایی مختلف، می‌توانیم مقدار انرژی فعال‌سازی این واکنش‌ها را با یکدیگر مقایسه کنیم. در این حالت، هر واکنشی که انرژی فعال‌سازی کم‌تری داشته باشد، در شرایط آسان‌تر و با سرعت متوسط بیشتری انجام می‌شود. به عنوان مثال، فسفر سفید برخلاف گاز هیدروژن در هوا و دمای اتاق می‌سوزد؛ چرا که انرژی فعال‌سازی واکنش سوختن این ماده، کوچک‌تر از انرژی فعال‌سازی واکنش سوختن گاز هیدروژن است. نمودارهای زیر، مربوط به واکنش سوختن این دو ماده است:



بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) برای اینکه یک واکنش شیمیایی آغاز شود، باید واکنش‌دهنده‌ها مقدار معینی انرژی داشته باشند. به این مقدار انرژی، انرژی فعال‌سازی گفته می‌شود. مقدار انرژی فعال‌سازی هر واکنش با نماد  $E_a$  نشان داده می‌شود.

به هر اندازه که انرژی فعال‌سازی یک واکنش بزرگ‌تر باشد، آن واکنش در شرایط دشوارتر و در دماهای بالاتر انجام می‌شود و این یعنی برای تأمین شرایط مورد نیاز جهت آغازشدن آن واکنش، باید انرژی بیشتری را مصرف کنیم. بر این اساس، به هنگام استفاده از کاتالیزورها، واکنش‌ها کم‌تر شده و این واکنش‌ها در دمای کم‌تری انجام می‌شوند؛ پس برای تأمین شرایط مورد نیاز جهت آغازشدن این واکنش‌ها، انرژی کم‌تری مصرف می‌شود و این معادل با استفاده کم‌تر از سوخت‌ها و کاهش میزان آلودگی‌های ایجادشده توسط آن‌ها است. توجه داریم که برخی از واکنش‌ها در صنعت فقط در دما و فشارهای بالا انجام می‌شوند و تولید فراورده‌ها در آن‌ها صرفه اقتصادی ندارد. در این شرایط، با استفاده از کاتالیزگر مناسب می‌توان این واکنش‌ها را در دماها و فشارهای پایین‌تر و با صرفه اقتصادی بیشتر به انجام رساند.

۳) فلز روی یک عنصر واسطه است. این عنصر در مقایسه با فلز پلاتین، مقدار  $E_a$  واکنش میان گازهای  $H_2$  و  $O_2$  را به مقدار کم‌تری کاهش داده و به همین خاطر، سرعت واکنش مورد نظر را نیز به مقدار کم‌تری افزایش می‌دهد.

۴) واکنش تبدیل گرافیت به الماس، یک فرایند گرماگیر است و همانطور که می‌دانیم، در هر واکنش شیمیایی گرماگیر مقدار انرژی  $E_a$  حتماً بیشتر از مقدار تغییر آنتالپی است.

## ۵ گزینه ۱ (متوسط - مفهومی - ۱۲۴)

در واکنش حذف گاز  $NO$ ، این ماده به عناصر سازنده خود تجزیه شده و گاز اکسیژن تولید می‌شود. در مبدل‌های کاتالیستی، گاز اکسیژن با گاز  $CO$  واکنش داده و آن را به گاز  $CO_2$  تبدیل می‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۲) هوای آلوده بخاطر وجود گاز  $NO_2$  به رنگ قهوه‌ای دیده می‌شود. این ماده اکسیدی از نیتروژن است که در ساختار مولکولی خود ۳ پیوند اشتراکی دارد. ساختار لوویس گازهای نیتروژن مونوکسید و نیتروژن دی‌اکسید به صورت زیر است:



(۳) در مبدل کاتالیستی خودروهای بنزینی، توری‌هایی از جنس سرامیک ساخته شده و کاتالیزگرهای پلاتین، پالادیم و رودیم به صورت توده‌های فلزی بر روی سرامیک قرار داده می‌شود. در واقع در سطح سرامیک‌های به کار رفته در مبدل‌های کاتالیستی، توده‌های فلزی از جنس کاتالیزگرها با قطر ۲ تا ۱۰ نانومتر قرار گرفته‌اند.

کاتالیزگرهای موجود در مبدل‌های کاتالیستی، بارها و بارها در واکنش‌های مربوط به حذف آلاینده‌ها شرکت می‌کنند و مصرف نمی‌شوند؛ اما این کاتالیزگرها گاهی با برخی از مواد افزودنی موجود در سوخت‌ها وارد واکنش شده و کارایی خود را از دست می‌دهند. در این شرایط، کارایی مبدل کاتالیستی کاهش پیدا کرده و این مبدل دیگر قابل استفاده نیست.

(۴) در مبدل کاتالیستی خودروهای دیزلی، با مصرف آلاینده‌های مختلف گازهای نیتروژن،  $CO_2$  و بخار آب تولید می‌شوند. همه‌ی این فراورده‌ها، در دسته‌ی مواد مولکولی قرار دارند.

## ۶ گزینه ۴ (سخت - مساله - ۱۲۴)

معادله‌ی واکنش انجام شده به صورت  $NO_2(g) + NO(g) + 2NH_3(g) \rightarrow 2N_2(g) + 3H_2O(g)$  است. با توجه به معادله‌ی این واکنش، حجم گاز نیتروژن تولید شده را محاسبه می‌کنیم:

$$? L N_2 = 5/1 g NH_3 \times \frac{1 mol NH_3}{17 g NH_3} \times \frac{2 mol N_2}{2 mol NH_3} \times \frac{22/4 L N_2}{1 mol N_2} = 6/72 L$$

برای محاسبه حجم گاز نیتروژن تولید شده با استفاده از روش تناسب، داریم:

$$\frac{\text{جرم گاز آمونیاک}}{\text{جرم مولی} \times \text{ضریب}} = \frac{\text{لیتر نیتروژن}}{22/4 \times \text{ضریب}} \Rightarrow \frac{5/1 g NH_3}{2 \times 17} = \frac{x L N_2}{2 \times 22/4} \Rightarrow x = 6/72 L N_2$$

در قدم بعد، مقدار مول بخار آب تولید شده در این واکنش را محاسبه می‌کنیم:

$$? mol H_2O = 5/1 g NH_3 \times \frac{1 mol NH_3}{17 g NH_3} \times \frac{3 mol H_2O}{2 mol NH_3} = 0/45 mol$$

گاز متان بر اساس معادله  $H_2O + CH_4 \rightarrow 3H_2 + CO$  با بخار آب واکنش می‌دهد، پس داریم:

$$? g CH_4 = 0/45 mol H_2O \times \frac{1 mol CH_4}{1 mol H_2O} \times \frac{16 g CH_4}{1 mol CH_4} = 7/2 g$$

## ۷ گزینه ۲ (متوسط - مفهومی - ۱۲۴)

نیتریک اسید یک اسید قوی با فرمول شیمیایی  $HNO_3$  بوده و به طور کامل (غیر تعادلی) در آب یونش پیدا می‌کند، درحالی که فرایند تبدیل گاز اوزون به اکسیژن، یک واکنش برگشت‌پذیر به شمار می‌رود که در شرایط مناسب به تعادل می‌رسد.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) افزایش غلظت واکنش‌دهنده‌ها مسیر انجام شدن واکنش‌ها را تغییر نمی‌دهد؛ اما افزودن کاتالیزگر، موجب تغییر مسیر انجام شدن واکنش شده و مقدار انرژی فعال‌سازی را کاهش می‌دهد.

(۳) واکنش حذف  $C_xH_y$  و گاز  $CO$ ، از نوع سوختن بوده و در دسته‌ی واکنش‌های گرماده قرار می‌گیرند. واکنش  $2NO(g) \rightarrow N_2(g) + O_2(g)$  نیز مربوط به حذف گاز نیتروژن مونوکسید بوده و گرماده است. در همه‌ی این واکنش‌ها، فراورده‌ها پایدارتر از واکنش‌دهنده‌ها هستند.

(۴) افزودن کاتالیزگر به سامانه‌ی واکنش‌های تعادلی، تاثیری در مقدار ثابت تعادل واکنش ندارد. کاتالیزگر فقط می‌تواند زمان مورد نیاز برای برقرار شدن تعادل را کاهش بدهد.

## ۸ گزینه ۱ (آسان - مفهومی - ۱۲۴)

عبارت‌های (ا) و (پ) درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

آ) برای افزایش بازده تولید فراورده‌های کشاورزی، آمونیاک مایع را می‌توان به عنوان نوعی کود شیمیایی مستقیماً به خاک تزریق کرد. بجز آمونیاک، از اوره و آمونیوم سولفات نیز به عنوان کود شیمیایی استفاده می‌شود.

ب) با خارج کردن گاز  $N_2O_4$  از ظرف، تعادل در جهت تولید این گاز (در جهت رفت) به پیش رفته و بر این اساس، شمار مولکول‌های  $NO_2$  موجود در ظرف واکنش کاهش پیدا می‌کند. طی این فرایند، مخلوط گازی موجود در ظرف نیز کم‌رنگ می‌شود.

پ) پس از افزایش فشار در تعادل  $2NO_2(g) \rightleftharpoons NO(g) + O_2(g)$ ، واکنش در جهت رفت (در جهت شمار مول‌های گازی کمتر) جابه‌جا شده و غلظت گاز  $NO$  به تدریج کاهش می‌یابد.

ت) نیترواسید یک اسید ضعیف بوده و بر اساس معادله  $HNO_3(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + NO_3^-(aq)$  یونش پیدا می‌کند. با افزودن آب به محلولی از این اسید، غلظت همه گونه‌های موجود در محلول کاهش یافته و تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود. هرچند که با جابه‌جایی تعادل غلظت مقدار مول‌های یون  $NO_3^-$  مجدداً در محلول افزایش پیدا می‌کند، اما غلظت این یون در تعادل جدید، کمتر از تعادل اولیه خواهد بود.

## ۹ گزینه ۴ (متوسط - مساله - ۱۲۴)

معادله واکنش انجام شده به صورت  $CH_3OH(g) \rightleftharpoons 2H_2(g) + CO(g)$  است. در ابتدای این فرایند، ۱/۵ مول بخار متانول وارد ظرف واکنش شده است. از ابتدای واکنش تا لحظه‌ای برقراری تعادل، غلظت گاز هیدروژن به ۰/۶ مول بر لیتر رسیده است. حجم ظرف واکنش نیز برابر با ۳ لیتر است، پس در لحظه برقراری تعادل ۱/۸ مول گاز هیدروژن در ظرف وجود دارد. بر این اساس، می‌توان گفت در طول مدت زمان برقرار شدن تعادل ۱/۸ مول گاز هیدروژن تولید شده و غلظت گاز کربن مونوکسید نیز در حالت تعادل به ۰/۳ مول بر لیتر رسیده است. از طرفی، برای تولید شدن ۱/۸ مول گاز هیدروژن، باید ۰/۹ مول متانول نیز مصرف شده باشد؛ پس در حالت تعادل، ۰/۶ مول بخار متانول در ظرف واکنش وجود داشته و غلظت این ماده نیز برابر با ۰/۲ مول بر لیتر می‌شود. با توجه به غلظت مواد شرکت‌کننده در این تعادل، مقدار ثابت تعادل واکنش را محاسبه می‌کنیم.

$$K = \frac{[H_2]^2 \times [CO]}{[CH_3OH]} = \frac{(0.6)^2 \times 0.3}{0.2} = 0.54$$

## ۱۰ گزینه ۱ (متوسط - مفهومی - ۱۲۴)

براساس اصل لوشاتلیه، در صورت افزایش غلظت یکی از گونه‌های شرکت‌کننده در یک تعادل شیمیایی، تعادل در جهتی پیش می‌رود که تا حد امکان مقداری از آن ماده را مصرف کند و سامانه مجدداً به حالت تعادل برسد. در نقطه مقابل، در صورت کاهش غلظت یکی از گونه‌های شرکت‌کننده در یک تعادل شیمیایی، تعادل در جهتی پیش می‌رود که تا حد امکان مقداری از آن ماده را تولید کند و سامانه مجدداً به حالت تعادل برسد. توجه داریم که در این جابه‌جایی، مقدار  $K$  ثابت باقی می‌ماند. با توجه به توضیحات داده شده، عبارت ثابت تعادل واکنش مورد نظر به صورت  $K = [SO_2]$  است. چون کلسیم اکسید یک ماده جامد بوده و تغییر مقدار، تاثیری در غلظت آن ندارد، افزودن یا خارج کردن کلسیم اکسید به سامانه واکنش، تعادل را جابه‌جا نمی‌کند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۲) چون مجموع شمار مول‌های گازی در دو طرف معادله واکنش یکسان است، افزایش حجم بر جابه‌جایی تعادل  $2HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$  تاثیری ندارد؛ اما این کار باعث کاهش  $[H_2]$  در ظرف واکنش می‌شود.

۳) با افزایش حجم ظرف در تعادل  $PCl_5(g) \rightleftharpoons Cl_2(g) + PCl_3(g)$ ، واکنش در جهت رفت به پیش رفته و مقدار بیشتری از فراورده‌ها تولید می‌شوند. طی این فرایند، درصد حجمی فراورده‌ها افزایش می‌یابد.

۴) تعادل  $Q + H_2S(g) + I_2(s) \rightleftharpoons 2HI(g) + S(s)$ ، با افزایش دما در جهت رفت (در جهت مصرف گرما) جابه‌جا می‌شود. این واکنش تعادلی با افزایش حجم نیز در جهت رفت (در جهت تعداد مول‌های گازی بیشتر) جابه‌جا می‌شود.

## ۱۱ گزینه ۲ (آسان - مفهومی - ۱۲۴)

تعادل مورد نظر بر اساس معادله  $Q + 2SO_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g) + O_2(g)$  برقرار شده است. با افزایش حجم ظرف در این واکنش تعادلی، در یک لحظه (لحظه اعمال تغییر) غلظت گاز  $SO_2$  به صورت جهشی کاهش یافته و پس از آن، غلظت این گاز با توجه به جابه‌جایی تعادل در جهت رفت افزایش پیدا می‌کند. این در حالی است که نمودار نشان داده شده در صورت سوال فاقد کاهش جهشی غلظت گاز  $SO_2$  در لحظه اعمال تغییر است. توجه داریم که

افزایش دما، خارج کردن گاز  $O_2$  از ظرف واکنش و افزودن گاز  $SO_2$  به ظرف واکنش، همگی از جمله تغییراتی هستند که تعادل را در جهت رفت جابه‌جا کرده و منجر به افزایش غلظت تدریجی گاز  $SO_2$  می‌شوند.

## ۱۲ گزینه ۱ (متوسط - مساله - ۱۲۴)

با توجه به مقدار گرمای مصرف شده، شمار مول‌های گاز  $PCl_5$  مصرف شده را محاسبه می‌کنیم.

$$? \text{ mol } PCl_5 = 464 \text{ kJ انرژی} \times \frac{1 \text{ mol } PCl_5}{116 \text{ kJ انرژی}} = 4 \text{ mol } PCl_5$$

واکنش با ورود ۶ مول گاز  $PCl_5$  به ظرف آغاز شده است. از ابتدای واکنش تا لحظه‌ی برقراری تعادل، ۴ مول از گاز  $PCl_5$  تجزیه شده و ۲ مول از آن در ظرف باقی مانده است؛ پس غلظت تعادلی گاز  $PCl_5$  برابر با ۱ مول بر لیتر می‌شود. از طرفی، در طول این بازه زمانی ۴ مول گاز کلر و ۴ مول گاز  $PCl_3$  نیز تولید شده است؛ پس غلظت تعادلی این گازها نیز برابر با ۲ مول بر لیتر می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$K = \frac{[PCl_3] \times [Cl_2]}{[PCl_5]} = \frac{2 \times 2}{1} = 4 \text{ mol. L}^{-1}$$

همانطور که گفتیم، غلظت تعادلی گاز کلر برابر با ۲ مول بر لیتر است. بر این اساس، سرعت متوسط تولید این گاز را از ابتدای واکنش تا لحظه برقراری تعادل محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{R}_{Cl_2} = \frac{\Delta[Cl_2]}{\Delta t} = \frac{(2 - 0) \text{ mol. L}^{-1}}{5 \text{ min}} = 0.4 \text{ mol. L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

## ۱۳ گزینه ۲ (متوسط - مفهومی و مساله - ۱۲۴)

فرایند هابر، بر اساس یک واکنش گرماده (واکنشی با  $\Delta H < 0$ ) انجام می‌شود، پس می‌توان گفت با افزایش دمای محیط، درصد پیشرفت واکنش تولید آمونیاک در فرایند هابر کاهش پیدا می‌کند. توجه داریم که دمای ۵۰۰ کلوین، معادل با دمای ۲۲۷ درجه سانتی‌گراد بوده و این مقدار، بیشتر از دمای ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد است. بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) در فرایند هابر، کاهش دما موجب افزایش درصد پیشرفت واکنش می‌شود؛ اما سرعت انجام شدن واکنش نیز با این تغییر، کاهش پیدا می‌کند. برای انجام شدن این واکنش در دماهای پایین و با سرعت مناسب، از کاتالیزگر مناسب (آهن) استفاده می‌شود.

(۳) چون نقطه‌ی جوش آمونیاک بالاتر از نقطه‌ی جوش عناصر هیدروژن و نیتروژن است (نقطه جوش آمونیاک برابر با  $-34^\circ\text{C}$  درجه سانتی‌گراد و دمای جوش گازهای  $N_2$  و  $H_2$  برابر با  $-196^\circ\text{C}$  و  $-253^\circ\text{C}$  درجه سانتی‌گراد است)، در فرایند هابر برای جداسازی آمونیاک تولید شده از مخلوط واکنش، از تفاوت آشکار در نقطه جوش آمونیاک با سایر مواد استفاده می‌شود. با خارج کردن گاز آمونیاک از ظرف واکنش، مقدار بیشتری از گازهای هیدروژن و نیتروژن به آمونیاک تبدیل می‌شوند و بازده واکنش افزایش پیدا می‌کند.

(۴) به ازای تولید هر مول گاز آمونیاک در واکنش تعادلی  $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ ، مجموعاً دو مول واکنش‌دهنده‌ی گازی (معادل با  $44/8$  لیتر واکنش‌دهنده‌ی گازی در شرایط استاندارد که شامل  $0.5$  مول نیتروژن و  $1.5$  مول هیدروژن می‌شود) مصرف می‌شود.

## ۱۴ گزینه ۳ (متوسط - مفهومی - ۱۲۴)

عبارت‌های (ب)، (پ) و (ت) درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

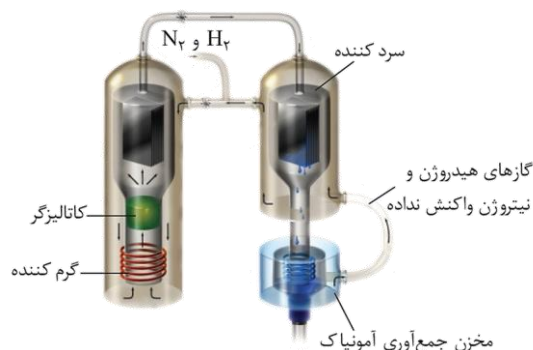
(آ) در شرایط بهینه برای انجام شدن فرایند هابر، ۲۸٪ حجمی از مخلوط واکنش را آمونیاک تشکیل می‌دهد. به عبارت دیگر، اگر در حالت تعادلی این فرایند مجموعاً ۱۰۰ مول ماده گازی در ظرف واکنش وجود داشته باشد، ۲۸ مول آن توسط آمونیاک تشکیل می‌شود.

چون افزایش دما درصد مولی آمونیاک را در فرایند هابر کاهش می‌دهد، فریتس هابر دریافت که افزایش دما نمی‌تواند برای تولید مقدار مناسب آمونیاک ثمربخش باشد. او با استفاده از یک کاتالیزگر مناسب مثل ورقه‌های آهنی، توانست واکنش را در دماهای پایین‌تر و با سرعت مناسب انجام دهد. البته، کاتالیزگر فقط سرعت تولید گاز آمونیاک را افزایش می‌دهد و تأثیری بر درصد مولی آمونیاک تولیدشده ندارد. تا به این‌جای کار، در دمای  $450^\circ\text{C}$  درجه سانتی‌گراد، فشار ۲۰۰ اتمسفر و در حضور کاتالیزگر آهن، تنها ۲۸ درصد مولی از مخلوط واکنش را آمونیاک تشکیل می‌دهد.

(ب) با افزودن گاز آمونیاک به ظرف واکنش، تعادل در جهت برگشت جابه‌جا شده و در نهایت، در تعادل جدید برقرار شده غلظت همه‌ی مواد شرکت‌کننده در تعادل بیشتر از تعادل اولیه خواهد بود.

پ) با کاهش حجم ظرف در هر واکنش تعادلی، سرعت انجام شدن واکنش‌های رفت و برگشت به طور همزمان افزایش می‌یابد. البته، با کاهش حجم ظرف در فرایند هابر، سرعت واکنش رفت در مقایسه با سرعت واکنش برگشت به مقدار بیشتری افزایش یافته و به همین خاطر است که تعادل در جهت رفت جابه‌جا می‌شود.

ت) تصویر زیر، شمایی از فناوری تولید آمونیاک به روش هابر را نشان می‌دهد:



در این دستگاه، گازهای هیدروژن و نیتروژن از ورودی بالای ظرف به درون دستگاه تزریق شده و پس از افزایش دما، در مجاورت کاتالیزگر با یکدیگر واکنش می‌دهند و مخلوطی از گازهای آمونیاک، هیدروژن و نیتروژن را ایجاد می‌کنند. مخلوط گازی حاصل به سمت سردکننده حرکت می‌کند و پس از کاهش دمای آن تا پایین‌تر از نقطه جوش آمونیاک، مولکول‌های  $NH_3$  به حالت مایع درآمده و از مخلوط خارج می‌شوند. در این شرایط، گازهای هیدروژن و نیتروژن واکنش نداده، مجدداً به سمت گرم‌کننده حرکت می‌کنند تا از آن‌ها برای تولید آمونیاک بیشتر استفاده شود.

#### ۱۵ گزینه ۱ (متوسط - مساله - ۱۲۴)

محلولی با  $pH = 10/3$ ، خاصیت بازی داشته و غلظت یون هیدروکسید ( $OH^-$ ) در آن برابر با  $2 \times 10^{-4}$  مول بر لیتر است. با توجه به عبارت ثابت تعادل واکنش و غلظت یون هیدروکسید در محلول مورد نظر، غلظت مولی یون منیزیم را محاسبه می‌کنیم.

$$K = [Mg^{2+}] \times [OH^-]^2 \implies 2 \times 10^{-12} = [Mg^{2+}] \times (2 \times 10^{-4})^2 \implies [Mg^{2+}] = 5 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$$

در هر لیتر از محلول مورد نظر،  $5 \times 10^{-5}$  مول یون منیزیم وجود دارد. ابتدا جرم یون منیزیم موجود در هر لیتر محلول را محاسبه کرده و پس از آن، غلظت این یون را محاسبه می‌کنیم.

$$? g Mg^{2+} = 1 L \text{ محلول} \times \frac{5 \times 10^{-5} \text{ mol } Mg^{2+}}{1 L \text{ محلول}} \times \frac{24 g Mg^{2+}}{1 \text{ mol } Mg^{2+}} = 1/2 \times 10^{-3} g Mg^{2+}$$

$$ppm = \frac{\text{گرم حل شونده}}{\text{گرم محلول}} \times 10^6 = \frac{1/2 \times 10^{-3} g Mg^{2+}}{1 L \text{ محلول} \times \frac{1000 mL \text{ محلول}}{1 L \text{ محلول}} \times \frac{1/25 g \text{ محلول}}{1 mL \text{ محلول}}} = \frac{1/2 \times 10^{-3} g Mg^{2+}}{1250 g \text{ محلول}} \times 10^6 = 0/96$$

گاز گوگرد تری‌اکسید، یک اکسید نافلزی با خاصیت اسیدی است. با انحلال گاز گوگرد تری‌اکسید در محلول، مقداری سولفوریک اسید تولید شده و این فرایند، مقداری از یون هیدروکسید موجود در محلول را خنثی می‌کند. با کاهش غلظت یون هیدروکسید، تعادل مورد نظر در جهت رفت (در جهت تولید یون هیدروکسید و یون منیزیم) جابه‌جا شده و بر این اساس، غلظت یون منیزیم افزایش پیدا می‌کند.

#### ۱۶ گزینه ۳ (سخت - مفهومی - ۱۲۴)

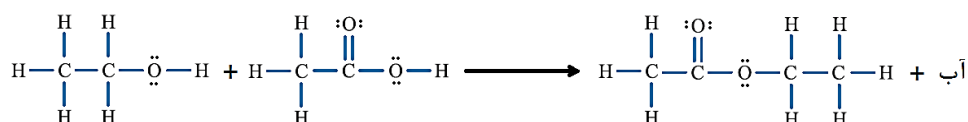
پارا‌ازایلن و استیرن، از اتصال اتم‌های کربن و هیدروژن به یکدیگر تشکیل شده‌اند، پس این دو ماده در دسته ترکیب‌های هیدروکربنی قرار می‌گیرند. فرمول مولکولی پارا‌ازایلن به صورت  $C_8H_8$  بوده و فرمول مولکولی استیرن به صورت  $C_8H_8$  است؛ پس این دو ترکیب ایزومر نبوده و نسبت به هم در یک جفت اتم هیدروژن تفاوت دارند.

بررسی سایر گزینه‌ها:

۱) در واکنش گاز اتن با آب، اتانول تولید می‌شود. معادله این واکنش شیمیایی به صورت  $C_2H_4 + H_2O \rightarrow C_2H_5OH$  است. از اتانول در بسیاری از کشورها به عنوان سوخت سبز استفاده می‌شود. سوخت‌های سبز، سوخت‌هایی هستند که در ساختار مولکولی آن‌ها علاوه بر کربن و هیدروژن، اتم اکسیژن نیز یافت می‌شود.

۲) بطری‌های آب را از پلیمری به اسم پلی‌اتیلن‌ترفتالات ( $(C_2H_4O_2)_n$ ) که متعلق به خانواده پلی‌استرها است، تولید می‌کنند. در ساختار واحد تکرار شونده‌ی این پلیمر ۸ اتم H و ۱۰ اتم کربن وجود دارد.

(۴) معادله‌ی واکنش انجام شده به صورت زیر است:



میانگین عدد اکسایش اتم‌های کربن در اتیل اتانوات ( $C_4H_8O_2$ ) برابر با ۱- بوده و عدد اکسایش اتم‌های کربن در اتین (اولین عضو خانواده آلکین‌ها با فرمول مولکولی  $C_2H_2$ ) نیز برابر با ۱- است.

#### ۱۷ گزینه ۳ (متوسط - مفهومی - ۱۲۴)

چون عدد اکسایش کربن موجود در گروه عاملی در کربوکسیلیک اسیدها بیشتر از عدد اکسایش این اتم در الکل‌ها است، می‌توان گفت فرایند تبدیل الکل‌ها به اسیدها از نوع اکسایش بوده و برای انجام شدن آن به یک ماده‌ی اکسند نیاز است. طی این فرایند، گونه اکسند مصرف شده کاهش یافته و اتم کربن موجود در ساختار الکل اکسید می‌شود.

بررسی سایر گزینه‌ها:

(۱) ترکیب استری مورد نظر از واکنش میان یک الکل آروماتیک با پروپانئوئیک اسید ایجاد شده است، درحالی که در واکنش میان پروپن با آب، مولکول‌های پروپانول تولید می‌شوند.

(۲) در واکنش ۱-بوتن با بخار آب بر اساس معادله‌ی  $C_4H_8 + H_2O \rightarrow C_4H_9OH$ ، بوتانول بدست می‌آید. بوتانول، عضوی از خانواده‌ی الکل‌ها است. گشتاور دوقطبی الکل‌ها، همانند مولکول ۲،۱-کلرواتان ( $C_2H_5Cl$ )، بزرگ‌تر از صفر است.

(۴) اتیلن گلیکول، یک الکل دوعاملی با فرمول مولکولی  $HO-CH_2-CH_2-OH$  است. این ترکیب، همانند ترفتالیک اسید، در نفت خام وجود نداشته و به همین خاطر، بر اثر اکسایش اتن (یکی از هیدروکربن‌های موجود در نفت خام) تولید می‌شود.

چون در مولکول‌های اتیلن گلیکول و ترفتالیک اسید، اتم‌های هیدروژن متصل به اکسیژن وجود دارد، در یک نمونه خالص از این مواد، امکان برقراردادن پیوندهای هیدروژنی بین مولکول‌ها وجود دارد. برخلاف این مواد، در مولکول‌های غول‌آسای پلی‌اتیلن ترفتالات هیچ اتم هیدروژن متصل به اکسیژنی وجود ندارد و به همین خاطر، بین مولکول‌های PET پیوند هیدروژنی برقرار نمی‌شود.

#### ۱۸ گزینه ۴ (متوسط - مفهومی - ۱۲۴)

معادله واکنش انجام شده به صورت  $CH_4 + H_2O \rightarrow 3H_2 + CO$  است. در این واکنش، عدد اکسایش اتم کربن از ۴- در مولکول متان به ۲+ در گاز کربن مونوکسید رسیده است، پس می‌توان گفت به ازای مصرف هر مول گاز متان در این واکنش، ۶ مول الکترون بین گونه‌های اکسند و کاهند مبادله می‌شود. بر این اساس، داریم:

$$? e = 40 \text{ g } CH_4 \times \frac{1 \text{ mol } CH_4}{16 \text{ g } CH_4} \times \frac{6 \text{ mol } e}{1 \text{ mol } CH_4} \times \frac{6/0.2 \times 10^{23} e}{1 \text{ mol } e} = 9/0.3 \times 10^{24}$$

در قدم بعد، مقدار هیدروژن تولید شده در واکنش مورد نظر را محاسبه می‌کنیم:

$$? \text{ mol } H_2 = 40 \text{ g } CH_4 \times \frac{1 \text{ mol } CH_4}{16 \text{ g } CH_4} \times \frac{3 \text{ mol } H_2}{1 \text{ mol } CH_4} = 7/5 \text{ mol}$$

برای محاسبه مقدار هیدروژن تولید شده با استفاده از روش تناسب، داریم:

$$\frac{CH_4 \text{ جرم}}{\text{ضریب} \times \text{جرم مولی}} = \frac{H_2 \text{ مول}}{\text{ضریب}} \implies \frac{40 \text{ g } CH_4}{16 \times 1} = \frac{x \text{ mol } H_2}{3} \implies x = 7/5 \text{ mol } H_2$$

واکنش انجام شده در سلول‌های سوختی به صورت  $2H_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{4e} 2H_2O(g)$  است؛ پس داریم:

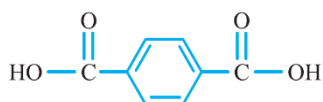
$$? \text{ g } O_2 = 7/5 \text{ mol } H_2 \times \frac{1 \text{ mol } O_2}{2 \text{ mol } H_2} \times \frac{32 \text{ g } O_2}{1 \text{ mol } O_2} = 120 \text{ g}$$

#### ۱۹ گزینه ۴ (متوسط - مفهومی - ۱۲۴)

پلاستیک‌ها یکی از نتایج خلاقیت و نوآوری بشر هستند که با استفاده از برخی از انواع پلیمرهای ساختگی مثل پلی‌اتیلن ترفتالات و پلی‌اتن تولید می‌شوند. چگالی کم، نفوذناپذیری، ارزان بودن و مقاومت بالا در برابر خوردگی، از جمله ویژگی‌های مهم پلاستیک‌ها هستند. بخاطر ویژگی‌های مناسب پلاستیک، سالانه حدود ۴۰۰ میلیون تن از این مواد در جهان تولید می‌شود و این روند رو به افزایش است.

بررسی سایر گزینه‌ها:

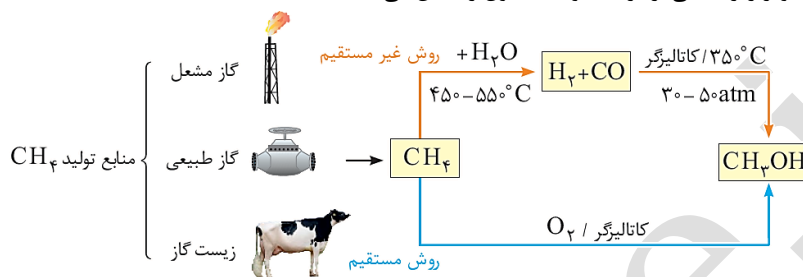
(۱) ساختار ترفتالیک اسید به صورت مقابل است:



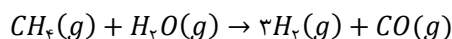
فرمول شیمیایی این ترکیب به صورت  $C_8H_6O_4$  است. هریک از اتم‌های کربن موجود در این ماده، توسط یک پیوند دوگانه و دو پیوند یگانه به ۳ اتم دیگر متصل شده‌اند.

(۲) یکی از مواد پلاستیکی قابل بازیافت، پلی‌اتیلن ترفتالات است. برای این منظور، باید مواد ساخته شده از این پلیمر را جداگانه جمع‌آوری و سپس با انجام فرایندهای فیزیکی و شیمیایی، به مواد قابل استفاده تبدیل کرد. سطح فناوری هر کشور یا گروه صنعتی است که مشخص می‌کند کدام راه را باید برای بازیافت پسماندها انتخاب کرد.

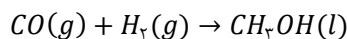
(۳) گاز متان مورد نیاز برای تولید صنعتی متانول (ساده‌ترین عضو خانواده الکل‌ها) به روش‌های مستقیم و غیرمستقیم، با استفاده از گاز مشعل، گاز طبیعی و یا زیست‌گاز تامین می‌شود. تصویر زیر، نمایی از فرایند تولید متانول را نشان می‌دهد:



برای تهیه غیرمستقیم متانول از متان، ابتدا متان را در حضور گرمای زیاد و کاتالیزگر مناسب به گازهای هیدروژن و کربن مونوکسید تبدیل می‌کنند. واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:



در صنعت، گاز کربن مونوکسید و گاز هیدروژن تولیدشده در مرحله قبل را در دما و فشار مناسب و در مجاورت با کاتالیزگر با یکدیگر وارد واکنش می‌کنند تا متانول به دست بیاید. واکنش انجام‌شده به صورت مقابل است:



## ۲۰ گزینه ۴ (متوسط - مفهومی - ۱۲۴)

عبارت‌های (ب) و (ت) درست هستند.

بررسی چهار عبارت:

(آ) در فرایند تبدیل پارازایلین به ترفتالیک اسید، از پتاسیم پرمنگنات به عنوان عامل اکسند استفاده می‌شود. طی این فرایند، عدد اکسایش دو مورد از اتم‌های کربن موجود در پارازایلین از ۳- به ۳+ می‌رسد.

(ب) پلی‌اتیلن ترفتالات در شرایط مناسب با متانول واکنش داده و به مواد مفیدی تبدیل می‌شود؛ موادی که می‌توان آنها را برای تولید پلیمرها به کار برد.  
(پ) معادله‌ی واکنش انجام شده به صورت  $CH_4 + H_2O \rightarrow 3H_2 + CO$  است. گاز هیدروژن تولید شده در این واکنش ناقصی بوده و در حضور یک میدان الکتریکی جهت‌گیری پیدا نمی‌کند.

(ت) در هر مولکول اتیلن گلیکول ۹ پیوند اشتراکی و در هر مولکول پروپین ( $C_3H_4$ ) نیز ۸ پیوند اشتراکی وجود دارد.

خب دوست من خوبم! اینم از آزمون فصل دوپینگ شیمی...

به همین سرعت، از کل فصل هر شیمی دبیرستان آزمون‌ها متنوع رو حل کردیم و کل نکات مهم شیمی رو در کنار هم مرور کردیم. بعد از این، نوبت به آزمون‌ها جمع‌بندی مررب. کار رو با دو تا آزمون جامع از شیمی آکر و مسائل شیمی شروع می‌کنیم و با ۴ مرحله آزمون جامع شبیه‌سازی کنکور ادامه می‌دیم! امیدوارم که این آزمون‌ها براتون مفید بوده باشن و به شما در راستای رسیدن به آرزوهایتون کمک بزرگ کرده باشن. جا داره از بکر از ویراستارمن خوبمون، آکثر حسین آذرگون که در مراحل آماده‌سازی این آزمون‌ها به کمک کردن هم تشکر کنم! معنواست دوپینگ با این کیفیت آماده نمیشه، مگر با کمک همین دوست من خوبمون 😊