زیستاز

دفترچه شمارهٔ ۲ | ۸ اسفند ۱۴۰۳

دفترچه پاسخ آزمون الکترونیکی زیستاز

آزمون شمارهٔ ۱۷

ویژه دانش آموزان پایه دوازدهم

نام درس	فیزیک	شیمی
گزینشگر	مجید ساکی	پویا الفتی
ناظر علمی	احمد مصلایی	شهرام شاه پرویزی، امیرعلی برخوردایون
مسئول آزمون	مجید ساکی	پویا الفتی
پاسخنامه‌نویس	احسان محمدی	یاسر راش
طراحان	مجید ساکی، علیرضا ایدلخانی، احمد رضوانی، احمد مصلایی، بهمن قمری، پوریا دیار کجوری، جمال خم خاجی، زهره آقامحمدی، عطاالله شادآبادی، علیرضا سلیمانی	پویا الفتی، عباسعلی عبداللهی، زهرانادی، مریم قنبری، شهرام شاه پرویزی، محمد رضا پورجاوید، امیرعلی برخوردایون، آرمین لنگری، سروش عبادی، محمد عبدی، محمد صالحی، سید علی هیال، سید علی میروکیلی، محمد رضا طاهری نژاد
ویراستاران	احسان محمدی، محمدامین نصرالهی	سجاد ططری فر، ایمان زارعی

تولید فنی و گرافیک توسط نشر ویانو

چاپ، تکثیر، انتشار و یا استفاده از محتوای آزمون به هر نحوی و بدون اجازه «گروه آموزشی زیستاز» غیرقانونی، غیراخلاقی و خلاف شرع بوده و با متخلفان برابر مقررات رفتار خواهد شد.

ویژه کنکور ۱۴۰۴

zistase_ir | zistase.ir | zistase_ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

پاسخنامه فیزیک
آزمون مرحله ۱۷ پایه دوازدهم
۸ اسفند ۱۴۰۳

۱۱. شکل زیر مربوط به یک پدیدهٔ فیزیکی است. کدام موارد دربارهٔ این پدیده درست است؟

الف: بسامد نور تابیده شده بیشتر از بسامد آستانهٔ فلز است.

ب: افزایش شدت نور (با ثابت ماندن بسامد) سبب افزایش تعداد الکترون‌های خروجی در واحد زمان می‌شود.

پ: افزایش شدت نور (با ثابت ماندن بسامد) سبب افزایش انرژی جنبشی الکترون‌های خروجی می‌شود.

۱) الف و ب ۲) الف و پ ۳) ب و پ ۴) فقط ب

پاسخ: گزینه ۱ ساده | مفهومی

پدیدهٔ رخ داده شده، پدیدهٔ فوتوالکتریک است. به بررسی هریک از موارد می‌پردازیم:

الف درست؛ چون الکترون‌ها از سطح فلز جدا شده‌اند، بسامد نور تابیده شده از بسامد آستانهٔ فلز بیشتر است.

ب درست؛ چون فوتون‌های بیشتری به سطح فلز تابیده می‌شوند، الکترون‌های جدا شده نیز در واحد زمان بیشتر می‌شود.

پ نادرست؛ چون هر فوتون با یک الکترون بر هم کنش دارد، انرژی جنبشی الکترون هنگام خروج، به تعداد فوتون‌های تابشی بستگی ندارد.

۱۲. یک منبع نور با توان ۱۲۰۰W و بازده ۲۰ درصد، نور تک رنگی با بسامد ۵۰۰THz را در تمام جهات به صورت یکنواخت تابش می‌کند. اگر شخصی در فاصلهٔ ۵ متری از این منبع قرار داشته باشد، در مدت یک دقیقه چه تعداد فوتون به مردمک‌های چشم‌های شخص وارد می‌شود؟ (مساحت هر مردمک چشم $۷۵۰mm^۲$ است و $\pi \simeq ۳$ و $e = ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹} C$ و $h = ۴\times ۱۰^{-۱۵} eV.s$)

۱) $۲/۲۵\times ۱۰^{۱۶}$ ۲) $۲/۲۵\times ۱۰^{۱۷}$ ۳) $۴/۵\times ۱۰^{۱۶}$ ۴) $۱/۲۵\times ۱۰^{۱۷}$

پاسخ: گزینه ۲ متوسط | محاسباتی

ابتدا تعداد فوتون‌های گسیل شده از لامپ در مدت یک دقیقه را حساب می‌کنیم:

$$P\times t\times Ra = nhf \Rightarrow ۱۲۰۰\times ۶۰\times \frac{۲}{۱۰} = n\times \underbrace{(۴\times ۱۰^{-۱۵}\times ۱/۶\times ۱۰^{-۱۹})}_{\text{تبدیل به J.S}}\times ۵۰۰\times ۱۰^{۱۲}$$

$$\Rightarrow ۱۲\times ۱۲\times ۱۰^{۲} = n\times ۳۲\times ۱۰^{-۲۰} \Rightarrow n = ۴/۵\times ۱۰^{۲۲}$$

نسبت تعداد فوتون‌هایی که به چشم‌های شخص می‌رسد به کل فوتون‌های منبع برابر نسبت مساحت چشم‌های شخص به مساحت کره‌ای به شعاع ۵m است. پس تعداد فوتون‌های رسیده به چشم‌های شخص برابر است با:

$$\frac{n'}{n} = \frac{۲\times s}{۴\pi r^۲} \Rightarrow \frac{n'}{۴/۵\times ۱۰^{۲۲}} = \frac{۲\times ۷۵۰\times ۱۰^{-۶}}{۴\pi (۵)^۲} \Rightarrow n' = ۲/۲۵\times ۱۰^{۱۷}$$

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

۱۳. کدام گزینه نادرست است؟

۱) به دلیل برهم کنش قوی بین اتم‌های جسم جامد، طیف گسیلی یک جسم جامد ملتهب، یک طیف پیوسته است و نمی‌توان توسط آن به جنس جسم پی برد.

۲) مدل بور، انرژی یونش اتم‌ها را می‌تواند پیش‌بینی کند.

۳) طیف گسیلی و طیف جذبی هیچ دو گازی مشابه یکدیگر نیست.

۴) بسیاری از خط‌های تاریک در طیف خورشید، ناشی از جذب طول موج‌های این خطوط توسط گازهای جو خورشید است.

پاسخ: گزینه ۲ متوسط | مفهومی

گزینه‌های (۱)، (۳) و (۴) به موارد درستی اشاره می‌کنند و از متن کتاب درسی انتخاب شده‌اند.

گزینهٔ (۲) نادرست است. مدل بور انرژی یونش اتم‌های هیدروژن‌گونه را می‌تواند به درستی پیش‌بینی کند نه تمام اتم‌ها را.

۱۴. اگر λ_1، λ_2 و λ_3 به ترتیب سه طول موج از گذارهای الکترون از n_1 به n_2 و از n_2 به n_3 و از n_1 به n_3 خطی هیدروژن اتمی باشند، کدام رابطه بین آن‌ها برقرار است؟

۱) $\lambda_1 + \lambda_2 = \lambda_3$ ۲) $\lambda_1 \times \lambda_2 = \lambda_3^2$ ۳) $\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} = \frac{1}{\lambda_3}$ ۴) $\frac{1}{\lambda_1} \times \frac{1}{\lambda_2} = \frac{1}{\lambda_3^2}$

پاسخ: گزینه ۳ ساده | مفهومی

فرض کنید الکترون در اتم هیدروژن از لایه n به لایه n' برود و طول موج λ_1 را گسیل کند، سپس از لایه n' به n'' برود و طول موج λ_2 را گسیل کند. در این صورت اگر مستقیماً از لایه n به لایه n'' برود، طول موج λ_3 گسیل می‌شود که داریم:

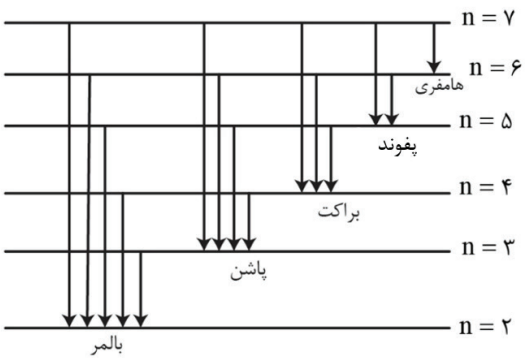
$$\Delta E_{n\to n''} = \Delta E_{n\to n'} + \Delta E_{n'\to n''} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_3} = \frac{hc}{\lambda_1} + \frac{hc}{\lambda_3} \Rightarrow \frac{1}{\lambda_3} = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}$$

۱۵. الکترونی در اتم هیدروژن در تراز $n = 7$ قرار دارد. با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن برای رسیدن به تراز $n = 2$، امکان گسیل چند طول موج غیرقابل رویت توسط چشم انسان وجود دارد؟

۱) ۸ ۲) ۱۰ ۳) ۱۱ ۴) ۱۳

پاسخ: گزینه ۳ متوسط | کاربردی

برای دیدن تمام گزاره‌های ممکن به شکل زیر دقت کنید:



همانطور که شکل بالا نشان می‌دهد، مجموعاً ۱۵ فوتون با طول موج‌های مختلف امکان گسیل دارند. طول موج‌های مرئی در رشته بالمر هستند و شامل گذارهای ۳ به ۲، ۴ به ۲، ۵ به ۲ و ۶ به ۲ می‌شود. (گذار ۷ به ۲ در رشته بالمر در ناحیه فرابنفش است!) پس مجموعاً ۱۱=۴-۱۵ طول موج غیرقابل رویت امکان‌پذیر است.

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

۱۶. در طیف اتم هیدروژن، نسبت کم‌ترین طول موج فوتون‌های گسیلی دو رشتهٔ متوالی برابر ۲/۲۵ است. نسبت بیشترین طول موج‌های فوتون گسیلی این دو رشته کدام است؟

۱) $\frac{۲۷}{۵}$ ۲) $\frac{۲۰}{۷}$ ۳) $\frac{۱۷۵}{۸۱}$ ۴) $\frac{۸۱}{۴۴}$

پاسخ: گزینه ۲ سخت | محاسباتی

رشته اول با n' و رشته بعدی را $n'+۱$ در نظر می‌گیریم. کمترین طول موج هر رشته را به دست می‌آوریم:

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})\xrightarrow{\lambda_{min}\Rightarrow n=\infty}\frac{۱}{\lambda_{min}}=R(\frac{۱}{n'^{۲}})\Rightarrow\lambda_{min}=\frac{n'^{۲}}{R}\Rightarrow\begin{cases}\lambda_{min(۱)}=\frac{n'^{۲}}{R}\\ \lambda_{min(۲)}=\frac{(n'+۱)^{۲}}{R}\end{cases}$$

نسبت دو طول موج را برابر ۲/۲۵ قرار می‌دهیم تا n' به دست بیاید:

$$\frac{\lambda_{min(۲)}}{\lambda_{min(۱)}}=۲/۲۵\Rightarrow(\frac{n'+۱}{n'})^{۲}=۲/۲۵\Rightarrow\frac{n'+۱}{n'}=۱/۵\Rightarrow n'=۲$$

بنابراین رشته اول بالمر $(n'=۲)$ و رشته دوم پاشن $(n'=۳)$ است. حالا نسبت بیشترین طول موج فوتون گسیلی این دو رشته را به دست می‌آوریم:

$$\frac{۱}{\lambda_{max}}=R(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{(n'+۱)^{۲}})\Rightarrow\begin{cases}\frac{۱}{\lambda_{max(۱)}}=R(\frac{۱}{۲^{۲}}-\frac{۱}{۳^{۲}})\Rightarrow\lambda_{max(۱)}=\frac{۳۶}{۵R}\\ \frac{۱}{\lambda_{min(۲)}}=R(\frac{۱}{۳^{۲}}-\frac{۱}{۴^{۲}})\Rightarrow\lambda_{max(۲)}=\frac{۹\times۱۶}{۷R}\end{cases}$$

در نهایت نسبت خواسته شده را حساب می‌کنیم.

$$\frac{\lambda_{max(۲)}}{\lambda_{max(۱)}}=\frac{\frac{۹\times۱۶}{۷R}}{\frac{۳۶}{۵R}}=\frac{\overset{۱}{\cancel{۹}}\times\overset{۴}{\cancel{۱۶}}\times۵}{\underset{۱}{\cancel{۳۶}}\times۷}=\frac{۲۰}{۷}$$

۱۷. بسامد فوتون گسیلی چندمین خط رشته پاشن $(n'=۳)$ برابر $\frac{۶۴۰}{۳}$ THz است؟ $(Rc=۳\times۱۰^{۱۵}\frac{۱}{s})$

۱) چهارمین ۲) سومین ۳) دومین ۴) اولین

پاسخ: گزینه ۳ متوسط | محاسباتی

ابتدا طول موج فوتون را حساب می‌کنیم:

$$\lambda=\frac{c}{f}=\frac{c}{\frac{۶۴۰}{۳}\times۱۰^{۱۲}}=\frac{۳c}{۶۴\times۱۰^{۱۳}}$$

رابطهٔ بالمر را می‌نویسیم:

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})=R(\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{n^{۲}})=\frac{(n^{۲}-۹)R}{۹n^{۲}}$$

$$\Rightarrow\frac{۶۴\times۱۰^{۱۳}}{۳c}=\frac{(n^{۲}-۹)R}{۹n^{۲}}\Rightarrow۶۴\times۱۰^{۱۳}\times۹n^{۲}=(Rc)\times۳(n^{۲}-۹)$$

$$\Rightarrow۶۴\times\cancel{۹}\times۱۰^{۱۳}n^{۲}=\cancel{۹}\times۱۰^{۱۵}(n^{۲}-۹)\xrightarrow{\sqrt{\ }}۸n=۱۰\sqrt{(n^{۲}-۹)}\Rightarrow n=۵$$

بنابراین الکترون از $n=۵$ به $n'=۳$ گذار کرده است و این گذار دومین خط رشته پاشن است.

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

۱۸. الکترون اتم هیدروژن در تراز n قرار دارد. انرژی موردنیاز برای گذار الکترون به بالاترین حالت برانگیخته $\frac{۱}{۹}$ ریدبرگ است. انرژی گسیلی الکترون برای گذار به پایین‌ترین حالت برانگیخته چند ریدبرگ است؟

۱) $\frac{۵}{۳۶}$ ۲) $\frac{۱}{۹}$ ۳) $\frac{۳۱}{۳۶}$ ۴) $\frac{۸}{۹}$

پاسخ: گزینه ۱ متوسط | محاسباتی

بالاترین حالت برانگیخته $n=\infty$ و پایین‌ترین حالت برانگیخته $n=۲$ است. انرژی الکترون در $n=\infty$ برابر صفر و انرژی الکترون در $n=۲$ برابر $-\frac{E_R}{۴}$ است. بنابراین:

$$E_\infty - E_n = ۰ - E_n = \frac{۱}{۹}E_R \Rightarrow E_n = \frac{۱}{۹}E_R$$

$$E_n - E_۲ = \frac{۱}{۹}E_n - (-\frac{E_R}{۴}) = ۵\frac{E_R}{۳۶}$$

۱۹. الکترون اتم هیدروژن در حالت برانگیخته سوم است. اگر الکترون به مداری با شعاع $۴a_۰$ گذار کند، بسامد فوتون گسیلی یا جذب شده چند هرتز است؟ ($E_R = ۱۳/۶eV$ و $h = ۴\times۱۰^{-۱۵} eV.s$ و $a_۰$ شعاع مدار اول اتم هیدروژن است.)

۱) $۶/۳۷۵\times۱۰^{۱۴}$ ۲) $۶/۳۷۵\times۱۰^{۱۵}$ ۳) $۴/۷۲۵\times۱۰^{۱۴}$ ۴) $۴/۷۲۵\times۱۰^{۱۵}$

پاسخ: گزینه ۱ متوسط | محاسباتی

منظور از حالت برانگیخته سوم، مدار $n=۴$ است و مداری که شعاع آن $۴a_۰$ است، طبق رابطه $r = a_۰n^۲$، مدار دوم است. اختلاف انرژی دو مدار که برابر با انرژی فوتون گسیلی است را حساب می‌کنیم:

$$E_n = -\frac{E_R}{n^۲} \Rightarrow \begin{cases} E_۲ = -\frac{۱۳/۶}{۲^۲} = -۳/۴eV \\ E_۴ = -\frac{۱۳/۶}{۴^۲} = -۰/۸۵eV \end{cases} \Rightarrow \Delta E = ۲/۵۵eV$$

بسامد فوتون گسیلی را حساب می‌کنیم:

$$\Delta E = hf \Rightarrow ۲/۵۵ = ۴\times۱۰^{-۱۵}\times f \Rightarrow f = ۶/۳۷۵\times۱۰^{۱۴} Hz$$

۲۰. چه تعداد از موارد زیر دربارهٔ لیزر درست است؟

الف: در وضعیت وارونی جمعیت در محیط لیزری، تعداد الکترون‌ها در تراز‌های شبه‌پایدار بسیار بیشتر از تراز پایین‌تر است.

ب: در گسیل القایی، فوتون گسیلی هم‌گام و هم‌جهت با فوتون فرودی است.

پ: در گسیل القایی به یک چشمهٔ انرژی مناسب نیاز است.

ت: مدت زمان ماندن الکترون در تراز شبه‌پایدار بیشتر از تراز برانگیخته است.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۴ متوسط | حفظی

هر ۴ مورد درست‌اند و از جملات کتاب درسی انتخاب شده‌اند. توجه کنید که تفاوت وارونی جمعیت در محیط لیزری با وارونی جمعیت عادی، قرارگیری الکترون‌ها روی ترازی به نام تراز شبه‌پایدار به جای تراز برانگیخته است.

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

پاسخنامه شیمی آزمون مرحله ۱۷ پایه دوازدهم ۸ اسفند ۱۴۰۳

۲۱. اگر در دمای معین، واکنش‌های تعادلی زیر در دو ظرف جداگانه انجام شوند، چند مورد از عبارت‌های پیشنهاد شده، نادرست است؟

$$I)\ N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)\ ,\ K_I = 2/4\times10^{-4}$$

$$II)\ 2SO_3(g) \rightleftharpoons 2SO_2(g) + O_2(g)\ ,\ K_{II} = 1/6\times10^{-3}$$

- در لحظهٔ تعادل در واکنش (II)، سرعت تولید SO_2 با سرعت مصرف SO_3 برابر است.
- در لحظهٔ تعادل، میزان پیشرفت در واکنش (I)، نسبت به واکنش (II) بیشتر است.
- اگر در لحظهٔ تعادل در واکنش (II)، غلظت گاز اکسیژن برابر با یک مولار باشد، حاصل $\frac{[SO_3]}{[SO_2]}$ برابر با ۲۵ است.
- در صورت استفاده از کاتالیزگر در واکنش (I)، نسبت $\frac{K_I}{K_{II}}$ بزرگ‌تر از ۰/۱۵ خواهد بود.

۱) ۴ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۱

پاسخ: گزینه ۳

عبارت‌های اول و سوم درست هستند.

درسنامه

در لحظهٔ تعادل واکنش‌های شیمیایی چه اتفاقی میفته؟

واکنش‌هی شیمیایی، در لحظهٔ تعادل به یک حالت پایدار می‌رسند. این حالت به عنوان تعادل شیمیایی شناخته می‌شود.

در لحظهٔ تعادل:

- سرعت واکنش رفت و برگشت برابر است.

در یک واکنش شیمیایی، واکنش دهنده (ها) به فراورده (ها) تبدیل می‌شوند (واکنش رفت) و فراورده (ها) نیز می‌توانند با یکدیگر واکنش داده و به واکنش دهنده (ها) تبدیل شوند (واکنش برگشت)، در لحظهٔ تعادل، سرعت این دو واکنش برابر است. به عبارت دیگر، در لحظهٔ تعادل، تعداد مولکول‌هایی که در واحد زمان از واکنش دهنده (ها) به فراورده (ها) تبدیل می‌شوند، با تعداد مولکول‌هایی که از فراورده(ها) به واکنش دهنده(ها) تبدیل می‌شوند، برابر است.

- غلظت واکنش دهنده(ها) و فراورده(ها) ثابت است.

با وجود اینکه واکنش‌های رفت و برگشت به طور مداوم در حال انجام هستند، غلظت واکنش دهنده(ها) و فراورده(ها) در لحظهٔ تعادل تغییر نمی‌کند. زیرا سرعت تشکیل فراورده(ها) با سرعت مصرف آن‌ها برابر است.

- سامانه در حالت پویا است.

تعادل شیمیایی در یک واکنش، به این معنا نیست که واکنش متوقف شده است. بلکه، واکنش رفت و برگشت به طور مداوم در حال انجام هستند، اما سرعت آن‌ها برابر است. به همین دلیل، سیستم در حالت پویا است و نه ایستا!

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

عبارت اول: در لحظهٔ تعادل واکنش‌های شیمیایی، سرعت واکنش رفت با سرعت واکنش برگشت یکسان است و اگر ضریب یکی از مواد واکنش دهنده با ضریب یکی از مواد فراورده با هم برابر باشد. سرعت تولید و مصرف آن‌ها نیز با هم برابر است.

عبارت دوم: ثابت تعادل (K) کمیتی است که میزان پیشرفت یک واکنش شیمیایی را در حالت تعادل نشان می‌دهد. مقدار K به ما

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

کمک می‌کند تا بفهمیم واکنش تا چه حد پیش رفته و آیا بیشتر به سمت تشکیل فراورده (ها) تمایل دارد یا واکنش دهنده (ها). با این تفاسیر می‌توان نتیجه گرفت که در لحظهٔ تعادل، میزان پیشرفت در واکنش (I) نسبت به واکنش (II) کمتر است.

موشکافی برای مقایسهٔ میزان پیشرفت واکنش‌ها، می‌توان به مقادیر K آن‌ها توجه کرد؛ به طوری که:

- واکنشی که K بزرگ‌تری دارد، بیشتر پیش رفته است. به عنوان مثال، اگر واکنش A دارای $K=۱۰۰۰$ و واکنش B دارای $K=۱۰$ باشد، واکنش A بسیار بیشتر از واکنش B پیش رفته است.

واکنشی که K کوچکتری دارد، کمتر پیش رفته است. به عنوان مثال، اگر واکنش C دارای $K=۰/۰۱$ ، واکنش D دارای $K=۰/۱$ باشد، واکنش C کمتر از واکنش D پیش رفته است.

تله‌تستی مقدار K به دما بستگی دارد. بنابراین، برای مقایسهٔ واکنش‌ها، باید مقادیر K آن‌ها را در دمای یکسان بررسی و مقایسه کرد.

موشکافی مقایسهٔ میزان پیشرفت واکنش‌ها باتوجه به مقدار ثابت تعادل (K)

تفسیر مقدار K :

- K بزرگ ($K >> ۱$) : اگر مقدار K بسیار بزرگتر از ۱ باشد، این نشان می‌دهد که در حالت تعادل، غلظت فراورده (ها) بسیار بیشتر از غلظت واکنش‌دهنده (ها) است. این به این معنی که واکنش به طور گسترده‌ای پیش رفته و تقریباً تمام واکنش دهنده(ها) به فراورده(ها) تبدیل شده‌اند. به عبارت دیگر، واکنش تقریباً کامل شده است.
- K کوچک ($K << ۱$) : اگر مقدار K بسیار کوچک‌تر از ۱ باشد، این نشان می‌دهد که در حالت تعادل، غلظت واکنش دهنده(ها) بسیار بیشتر از غلظت فراورده(ها) است. این به این معنی که واکنش به میزان بسیار کمی پیش رفته و تنها بخش کوچکی از واکنش دهنده (ها) به فراورده (ها) تبدیل شده‌اند. به عبارت دیگر، واکنش به سختی انجام می‌شود و پیشرفت کمی دارد.
- K متوسط ($K \approx ۱$) : اگر مقدار K تقریباً برابر با ۱ باشد، این نشان می‌دهد که در حالت تعادل، غلظت واکنش دهنده (ها) و فراورده (ها) تقریباً برابر (نزدیک به هم) است. این به این معنی که واکنش به میزان قابل توجهی پیش رفته، اما نه به طور کامل!

عبارت سوم: با استفاده از رابطهٔ ثابت تعادل واکنش (II)، حساب می‌کنیم:

$$K=\frac{[SO_۲]^۲[O_۲]}{[SO_۳]^۲}=\xrightarrow[K=۱۶\times۱۰^{-۴}]{[O_۲]=۱mol.L^{-۱}}۱۶\times۱۰^{-۴}=\frac{[SO_۲]^۲}{[SO_۳]^۲}\xrightarrow{(\sqrt{\ })}۴\times۱۰^{-۲}=\frac{۱}{۲۵}=\frac{[SO_۲]}{[SO_۳]}\Rightarrow\frac{[SO_۳]}{[SO_۲]}=۲۵$$

عبارت چهارم: ابتدا نسبت ثابت تعادل‌ها را حساب می‌کنیم:

$$\frac{K_I}{K_{II}}=\frac{۲/۴\times۱۰^{-۴}}{۱/۶\times۱۰^{-۳}}=۰/۱۵$$

کاتالیزگرها هیچ تاثیری بر مقدار عددی ثابت تعادل (K) ندارند. زیرا کاتالیزگر سرعت واکنش‌های رفت و برگشت را به یک میزان افزایش می‌دهد و در نتیجه، غلظت‌های تعادلی واکنش دهنده‌ها و فراورده(ها) تغییر نمی‌کند و در نتیجه، مقدار K نیز تغییر نمی‌کند.

موشکافی کاتالیزگر با کاهش انرژی فعال‌سازی، سرعت رسیدن به تعادل را افزایش می‌دهد. به عبارت دیگر، واکنش سریع‌تر به حالت تعادل می‌رسد، اما موقعیت تعادل (نسبت غلظت فراورده (ها) به واکنش دهنده (ها)) تغییر نمی‌کند.

مثال: در واکنش سنتز آمونیاک:

$$N_۲(g)+۳H_۲(g)\rightleftharpoons ۲NH_۳(g)$$

استفاده از کاتالیزگر آهن، سرعت واکنش را افزایش می‌دهد و باعث می‌شود که واکنش سریع‌تر به تعادل برسد. با این حال، مقدار ثابت تعادل برای این واکنش در حضور کاتالیزگر و عدم حضور کاتالیزگر یکسان است.

توجه: اگرچه کاتالیزگرها بر ثابت تعادل تأثیری ندارند، اما می‌توانند به طور قابل توجهی سرعت واکنش را افزایش دهند و در نتیجه، تولید فراورده(ها) را بهبود بخشند، به همین دلیل، کاتالیزگرها در بسیاری از صنایع شیمیایی کاربرد دارند.

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

۲۲. دردمای مناسب، ۸۴ گرم گاز N_2 و ۶ گرم گاز H_2 را وارد یک ظرف دربسته می‌کنیم تا تعادل: $N_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons 2NH_3(g)$ برقرار شود. اگر در مخلوط تعادلی، درصد حجمی فراورده برابر با ۲۵ و ثابت تعادل واکنش $\frac{50}{9}$ باشد، حجم ظرف واکنش چند لیتر است؟ $(N=14, H=1: g.mol^{-1})$

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

پاسخ: گزینه ۲

استراتژی ابتدا با استفاده از جدول تغییرات و درصد حجمی فراورده، x (مقدار مول مصرفی N_2) و در نتیجه غلظت تعادلی مواد شرکت کننده در تعادل را به دست آورده و سپس با استفاده از رابطهٔ غلظت مولی و رابطهٔ ثابت تعادل، حجم ظرف واکنش را حساب می‌کنیم.

گام اول: ابتدا شمار مول‌های اولیهٔ مواد واکنش دهنده را حساب می‌کنیم:

$$n_{N_2}=\frac{84\,g}{28\,g.mol^{-1}}=3\,mol\,N_2$$

$$n_{H_2}=\frac{6g}{2g.mol^{-1}}=3\,mol\,H_2$$

گام دوم: جدول تغییرات را تشکیل می‌دهیم:

$N_2(g)+3H_2(g)\rightleftharpoons 2NH_3(g)$				
مول اولیه	۳	۳		۰
تغییرات مول	$-x$	$-3x$		$+2x$
مول تعادلی	$3-x$	$3-3x$		$2x$

گام سوم: با استفاده از درصد حجمی فراورده در مخلوط تعادلی، مقدار x را به دست می‌آوریم.

نکته در مخلوط‌های گازی در شـــرایط معین، درصد حجمی هر جزء تشکیل دهندهٔ مخلوط، معادل با درصد مولی آن در مخلوط گازی است.

$$\text{درصد حجمی } NH_3 \text{ در مخلوط گازی و تعادلی} = \text{درصد مولی } NH_3 \text{ در مخلوط} = \frac{2x}{\underbrace{(3-x)+(3-3x)+2x}_{6-2x}}\times 100=25\%$$

$$\Rightarrow (2x)\times \cancel{100}^{4}=(6-2x)\times \cancel{25}^{1}\Rightarrow 8x=6-2x\Rightarrow x=0/6$$

گام چهارم: با استفاده از رابطهٔ غلظت مولی، غلظت تعادلی هریک از اجزای شرکت کننده در تعادل را حساب می‌کنیم:

$$[N_2]=\frac{3-x}{V}=\frac{2/4}{V}$$

$$[H_2]=\frac{3-3x}{V}=\frac{1/2}{V}$$

$$[NH_3]=\frac{2x}{V}=\frac{1/2}{V}$$

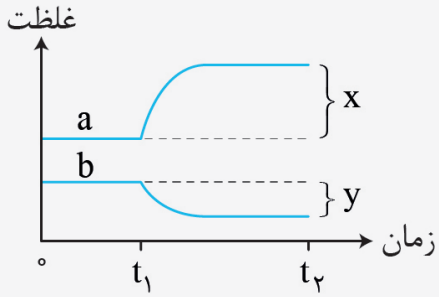
گام پنجم: حالا با استفاده از رابطهٔ ثابت تعادل، حجم ظرف واکنش را حساب می‌کنیم:

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

$$K=\frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}\Rightarrow \frac{50}{9}=\frac{(\frac{1/2}{V})^2}{(\frac{2/4}{V})(\frac{1/2}{V})^3}=\frac{V^2}{2/4\times 1/2}=\frac{50}{9}=\frac{100}{18}$$

$$\Rightarrow V^2=\frac{8\times 2}{18}=16\xrightarrow{(\sqrt{})}V=4L\ \checkmark$$

۲۳. در یک ظرف دربستهٔ دو لیتری، تعادل گازی: $CH_4+H_2O\rightleftharpoons CO+3H_2$ برقرار است. این تعادل توسط یک عامل بر هم می‌خورد و دوباره پس از مدتی به تعادل جدید می‌رسد. نمودار زیر مربوط به دو ماده از این واکنش تعادلی است. باتوجه به آن، کدام عبارت می‌تواند درست باشد؟



۱) نمودار a مربوط به یک گاز با مولکول‌های قطبی است.

۲) مجموع غلظت مولی فراورده‌ها در تعادل جدید، به میزان $x+y$، بیشتر از مجموع غلظت مولی فراورده‌ها در تعادل اولیه است.

۳) تغییر اعمال شده در لحظهٔ t_1، می‌تواند افزایش غلظت متان به میزان $2y$ باشد.

۴) اگر مقداری گاز CO از ظرف واکنش خارج شده باشد، نمودار b می‌تواند مربوط به تغییر غلظت این گاز باشد.

پاسخ: گزینه ۲

موشکافی مطابق با نمودار ارائه شده، پس از تحمیل یک عامل بیرونی بر تعادل که سبب برهم خوردن تعادل در لحظهٔ t_1 می‌شود، غلظت مادهٔ a افزایش و غلظت مادهٔ b کاهش می‌یابد، یعنی یکی از آن‌ها مصرف و دیگری تولید می‌شود، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت یکی از آن‌ها مربوط به یکی از واکنش دهنده‌ها (CH_4 یا H_2O) و دیگری مربوط به یکی از فراورده‌ها (CO یا H_2) است. از طرفی شیب تغییر غلظت مادهٔ a بیشتر از شیب تغییر غلظت مادهٔ b برای رسیدن به تعادل جدید است. در نتیجه ضریب استوکیومتری این دو ماده با یکدیگر برابر نبوده (ضریب استوکیومتری a بیشتر است) و در واقع مادهٔ a مربوط به H_2 (فراورده) است؛ زیرا H_2 تنها مادهٔ شرکت کننده در تعادل است که ضریب آن با سایر اجزای شرکت کننده در تعادل، «متفاوت» و «بزرگ‌تر» است. مادهٔ b نیز مربوط به یکی از واکنش دهنده‌ها (CH_4 یا H_2O) است.

بررسی همهٔ گزینه‌ها:

۱ نمودار a مربوط به گاز هیدروژن ($H_2(g)$) است که مولکولی دواتمی و ناقطبی محسوب می‌شود.

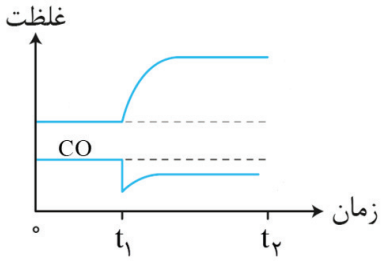
۲ پس از تحمیل عامل بیرونی بر تعادل، غلظت گاز هیدروژن به اندازهٔ x افزایش و غلظت گاز کربن مونوکسید به اندازهٔ y افزایش می‌یابد (چون ضریب CO با ضریب CH_4 و H_2O برابر بوده و میزان تغییر غلظت‌های آن‌ها با هم برابر است). بنابراین مجموع غلظت مولی فراورده‌ها در تعادل جدید به اندازهٔ $x+y$، بیشتر از مجموع غلظت مولی فراورده‌ها در تعادل اولیه است.

۳ مطابق با تحلیل ارائه شده، غلظت واکنش دهنده‌ها کاهش می‌یابد، نه افزایش!

۴ اگر مقداری CO از ظرف واکنش خارج شود، منحنی مربوط به آن، در لحظهٔ تغییر (t_1)، به صورت شکستگی (نه شیب ملایم!) و به وضوح قابل لمس است!

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

نمودار زیر چگونگی میزان تغییرات را به خوبی نشان می‌دهد:



۲۴. کدام موارد زیر دربارهٔ واکنش‌های موازنه نشدهٔ a و b درست است؟

a) $CH_4(g) + H_2S(g) \rightleftharpoons CS_2(g) + H_2(g)$

b) $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons HCl(g)$

آ) در صورت نصف شدن حجم ظرف تعادل (a)، غلظت نهایی گاز متان کم‌تر از دو برابر غلظت اولیهٔ این گاز خواهد شد.

ب) با نصف شدن حجم ظرف هر کدام از تعادل‌ها، واکنش (a) برخلاف واکنش (b) در جهت برگشت جابه‌جا می‌شود.

پ) با دو برابر شدن حجم ظرف تعادل (b)، سرعت واکنش برگشت بدون تغییر باقی می‌ماند.

ت) با تغییر حجم ظرف تعادل (a)، ثابت تعادل آن بدون تغییر باقی می‌ماند.

۱) آ، ب ۲) ب، ت ۳) آ، پ ۴) پ، ت

پاسخ: گزینه ۲

عبارت‌های «ب» و «ت» درست هستند.

معادلهٔ موازنه شدهٔ واکنش‌های تعادلی اشاره شده به صورت زیر است:

a) $CH_4(g) + 2H_2S(g) \rightleftharpoons CS_2(g) + 4H_2(g)$

b) $H_2(g) + Cl_2(g) \rightleftharpoons 2HCl(g)$

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

آ بر اثر کاهش حجم ظرف واکنش در واکنش‌های تعادلی، فشار سامانه (و غلظت یکایک اجزای شرکت کننده در تعادل) افزایش یافته و تعادل، مطابق با اصل لوشاتلیه به سمت شمار مول‌های گازی کمتر پیش می‌رود تا با کاهش شمار مول‌های مواد گازی، فشار سامانهٔ تعادلی و اثر تغییر تحمیل شده بر تعادل را تا حد امکان کاهش دهد. در نتیجه بر اثر نصف شدن حجم ظرف تعادل a، بلافاصله غلظت همهٔ اجزای شرکت کننده در تعادل (به خصوص متان) دو برابر شده (فشار سامانه‌های گازی با حجم رابطهٔ معکوس دارد) و علاوه بر آن تعادل با پیشروی در جهت شمار مول‌های گازی کمتر (یعنی پیشرفت در جهت واکنش برگشت) شمار مول‌های مواد واکنش‌های دهنده را نیز افزایش می‌دهد، بنابراین غلظت متان نه تنها در لحظهٔ اعمال تغییر بر تعادل دو برابر می‌شود، بلکه با پیشروی تعادل در جهت برگشت، مقدار آن نیز بیشتر شده و در نتیجه غلظت نهایی گاز متان بیشتر از دو برابر غلظت اولیهٔ این گاز خواهد بود.

ب در پاسخ عبارت «آ» بررسی کردیم که با نصف شدن حجم ظرف واکنش، تعادل a در جهت واکنش برگشت پیشروی می‌کند، اما تغییر حجم ظرف واکنش در تعادل b، آن را جابه‌جا نمی‌کند، زیرا در واکنش‌هایی که شمار مول‌های مواد گازی در دو سمت تعادل با هم برابر است، تغییر حجم ظرف واکنش، تاثیری بر جابه‌جایی تعادل نداشته و صرفاً غلظت مولی مواد شرکت کننده در تعادل را تغییر می‌دهد.

پ گفتیم که در واکنش‌هایی که شمار مول‌های مواد گازی در دو سمت تعادل با هم برابر است، تغییر حجم ظرف واکنش، تاثیری بر جابه‌جایی تعادل نداشته و صرفاً غلظت مولی مواد شرکت کننده در تعادل را تغییر می‌دهد. بنابراین در صورت دو برابر شدن حجم ظرف واکنش تعادل b، غلظت مواد شرکت کننده در این تعادل نصف شده و اگرچه تعادل به سمت خاصی پیشروی نمی‌کند، اما سرعت واکنش‌های رفت و برگشت آن به دلیل کاهش غلظت مواد، کاهش می‌یابد (تغییر می‌کند.)

ت در واکنش‌های تعادلی، عوامل مختلفی می‌توانند بر موقعیت تعادل تاثیر بگذارند، اما فقط عامل دما است که می‌تواند مقدار ثابت تعادل (K) را تغییر دهد.

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

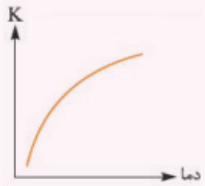
موشکافی **تأثیر دما بر ثابت تعادل:**

تغییر دما می‌تواند بر تعادل‌های شیمیایی به دو صورت تاثیر بگذارد:

۱) واکنش‌های گرماده: در واکنش‌های گرماده، افزایش دما باعث کاهش مقدار K و کاهش دما باعث افزایش مقدار K می‌شود. به عبارت دیگر، افزایش دما تعادل را به سمت واکنش دهنده (ها) و کاهش دما آن را به سمت فراورده (ها) جابه‌جا می‌کند.

واکنش‌های گرماده

۲) واکنش‌های گرماگیر: در واکنش‌های گرماگیر، افزایش دما باعث افزایش مقدار K و کاهش دما باعث کاهش مقدار K می‌شود. به عبارت دیگر، افزایش دما تعادل را به سمت فراورده (ها) و کاهش دما آن را به سمت واکنش دهنده‌ها جابه‌جا می‌کند.



واکنش‌های گرماگیر

۲۵. در فرایند هابر، با افزایش دما، کدام موارد رخ می‌دهد؟

آ) درصد مولی واکنش دهنده‌ها در مخلوط تعادلی زیاد می‌شود.

ب) مقدار ثابت تعادل کاهش می‌یابد.

پ) سرعت واکنش برگشت، افزایش و سرعت واکنش رفت، کاهش می‌یابد.

ت) واکنش در جهت تولید گرما پیش می‌رود.

۱) ب، پ ۲) آ، ت ۳) آ، ب ۴) پ، ت

پاسخ: گزینه ۳

درسنامه

در فرایند تعادلی هابر، افزایش دما تأثیر قابل توجهی بر تعادل واکنش و میزان تولید آمونیاک دارد. برای درک بهتر این موضوع لازم است ابتدا با ماهیت واکنش هابر و اصل لوشاتلیه آشنا شویم.

واکنش هابر

همانطور که می‌دانید، واکنش هابر یک واکنش تعادلی گرماده است که در آن گازهای نیتروژن و هیدروژن با یکدیگر واکنش داده و آمونیاک به همراه گرما تولید می‌کنند:

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g) + Q$$

تأثیر افزایش دما بر تعادل هابر

باتوجه به اینکه واکنش هابر یک واکنش تعادلی گرماده است، افزایش دما مطابق با اصل لوشاتلیه باعث می‌شود که تعادل در جهت واکنش برگشت (تجزیهٔ آمونیاک) پیش برود. به عبارت دیگر، با افزایش دما، تعادل به سمت واکنش دهنده‌ها جابه‌جا می‌شود و مقدار آمونیاک کاهش می‌یابد.

تاثیر افزایش دما بر سرعت واکنش

اگرچه افزایش دما باعث کاهش میزان تولید آمونیاک می‌شود، اما در عین‌حال سرعت واکنش (هم در جهت رفت و هم در جهت برگشت) را افزایش می‌دهد. به همین دلیل، در عمل، فرایند هابر در دماهای نسبتاً بالا (حدود ۴۵۰ درجهٔ سلسیوس) انجام می‌شود تا سرعت واکنش به اندازهٔ کافی زیاد باشد.

شرایط بهینه برای تولید آمونیاک

باتوجه به تأثیر دما بر واکنش تعادلی هابر، برای تولید بیشترین مقدار آمونیاک، لازم است که دما در محدودهٔ مناسبی نگه داشته شود. علاوه بر دما، فشار بالا و استفاده از کاتالیزگر نیز از جمله عوامل مهم در افزایش تولید آمونیاک هستند. به این ترتیب هابر توانست شرایط بهینه برای تولید آمونیاک را بیابد. شرایطی که در آن، تنها ۲۸ درصد مولی مخلوط تعادلی را آمونیاک تشکیل می‌دهد. در پایان، هابر برای جداسازی

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

آمونیاک از مخلوط واکنش، از تفاوت آشکار در نقطهٔ جوش آمونیاک با دو گاز دیگر استفاده کرد.
به طور خلاصه، افزایش دما در فرایند تعادلی هابر باعث کاهش میزان تولید آمونیاک و جابه‌جایی تعادل در جهت واکنش برگشت می‌شود. با این حال، افزایش دما سرعت واکنش را نیز افزایش می‌دهد. بنابراین در عمل، فرایند هابر در دماهای نسبتاً بالا انجام می‌شود تا سرعت واکنش به اندازه کافی زیاد باشد. اما در عین حال، دما باید به گونه‌ای کنترل شود که میزان تولید آمونیاک نیز قابل قبول باشد.

عبارت‌های «آ» و «ب» درست هستند.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

آ) افزایش دما در فرایند تعادلی هابر باعث افزایش درصد مولی واکنش دهنده‌ها (نیتروژن و هیدروژن) و کاهش میزان تولید آمونیاک می‌شود.

ب) بر اثر افزایش دما، تعادل مطابق با اصل لوشاتلیه در جهت مصرف آن یعنی در جهت برگشت پیشروی می‌کند. دما تنها عاملی است که می‌تواند مقدار عددی ثابت تعادل یک فرایند تعادلی را تغییر دهد. به همین دلیل با جابه‌جایی تعادل به سمت واکنش دهنده‌ها، مقدار فراورده (صورت کسر ثابت تعادل) کم و مقدار واکنش دهنده‌ها (مخرج کسر ثابت تعادل) زیاد می‌شود. در نتیجه با افزایش دما در فرایند تعادلی هابر، مقدار عددی ثابت تعادل کاهش می‌یابد.

پ) افزایش دما، سرعت واکنش را هم در جهت رفت و هم در جهت برگشت افزایش می‌دهد.

ت) مطابق با توضیحاتی که تا پیش از این داده شد، بر اثر افزایش دما، تعادل مطابق با اصل لوشاتلیه در جهت مصرف گرما پیشروی می‌کند نه تولید آن!

۲۶. کدام‌یک از مطالب زیر درست است؟

۱) گیاهان با جوی سرشار از گاز نیتروژن احاطه شده‌اند و می‌توانند این عنصر ضروری برای رشد خود را به طور مستقیم از هوا جذب کنند.
۲) واکنش میان گازهای نیتروژن و هیدروژن در دمای اتاق، فقط در حضور کاتالیزگر یا جرقه پیش می‌رود.
۳) در برخی کشورها برای افزایش بازده فراورده‌های کشاورزی، گاز آمونیاک را به عنوان کود شیمیایی به طور مستقیم به خاک تزریق می‌کنند.
۴) گیاهان برای رشد، افزون بر کربن دی اکسید و آب، به عنصرهایی مانند گوگرد، فسفر، پتاسیم و ... نیاز دارند.

پاسخ: گزینه ۴

بررسی گزینه‌های نادرست:

۱) گیاهان با وجود این‌که در معرض هوای سرشار از نیتروژن قرار دارند، نمی‌توانند مستقیماً از آن استفاده کنند. از این رو باید نیتروژن را به شکل ترکیب‌های نیتروژن‌دار از جمله آمونیاک و اوره به خاک افزود.

۲) واکنش بین گازهای نیتروژن و هیدروژن حتی در حضور کاتالیزگر یا جرقه، در دمای اتاق به دلیل انرژی فعال‌سازی بالای آن انجام نمی‌شود. برای انجام این واکنش با سرعت قابل قبول، نیاز به شرایط خاصی مانند دما و فشار بالا و استفاده از کاتالیزگر است.

۳) در برخی کشورها برای افزایش بازده فراورده‌های کشاورزی، آمونیاک مایع را به عنوان کود شیمیایی به طور مستقیم به خاک تزریق می‌کنند.

۲۷. کدام مطالب در ارتباط با شرایط بهینهٔ فرایند هابر درست است؟

آ) فریتس هابر برای یافتن شرایط بهینه از معادله‌های پیچیدهٔ ریاضی و قوانین گازها استفاده کرد.
ب) دما و فشار شرایط بهینهٔ فرایند هابر، $200^{\circ}C$ و $450atm$ است.
پ) در شرایط بهینه، تنها ۲۸ درصد جرمی مخلوط واکنش را آمونیاک تشکیل می‌دهد.
ت) کاتالیزگر این فرایند، فلزی است که بیشترین مصرف را در بین صنایع گوناگون دارد.

۱) پ، ت ۲) فقط ت ۳) آ، ب ۴) پ، ت

پاسخ: گزینه ۲

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

فقط عبارت «ت» درست است.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

آ) هابر برای یافتن شرایط بهینه، واکنش را در شرایط مختلف (دما، فشار و ...) بررسی کرد. (به روش آزمون و خطا نه محاسبات و معادلات ریاضی)

ب) شرایط بهینه: دما: $450^\circ C$ / فشار: $200 atm$ / کاتالیزگر: ورقهٔ آهنی

پ) در شرایط بهینه، تنها ۲۸ درصد مولی مخلوط تعادلی را آمونیاک تشکیل می‌دهد.

ت) آهن فلزی است که بیشترین مصرف سالیانه را در بین صنایع گوناگون دارد و به عنوان کاتالیزگر فرایند هابر نیز از آن استفاده می‌شود.

۲۸. تعادل گازی: $A(g)+B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$ در یک ظرف دربستهٔ یک لیتری با ۲ مول A، ۴ مول B و ۴ مول C برقرار است. اگر در دما و حجم ثابت، ۲ مول A به ظرف واکنش اضافه شود، غلظت B پس از برقراری تعادل جدید چند مول بر لیتر خواهد بود؟ ($\sqrt{2} \simeq 1/4$)

۱) ۳/۰۳۰ ۲) ۳/۵۳۰ ۳) ۲/۸۵۵ ۴) ۲/۴۰۰

پاسخ: گزینه ۲

استراتژی ابتدا ثابت تعادل واکنش را قبل از برهم خوردن تعادل اولیه به دست آورده و سپس جهتی که تعادل، بر اثر اعمال تغییر به سمت آن پیشروی می‌کند را تشخیص دهید. در ادامه با تشکیل جدول تغییرات، مقادیر تعادلی مواد در تعادل جدید را برحسب x به دست آورده و با استفاده از مقدار ثابت تعادل که تا پیش از این به دست آوردید، غلظت مادهٔ B را در تعادل جدید حساب کنید. (چون دما بدون تغییر بوده است، مقدار K تغییر نمی‌کند.)

گام اول: مقدار K را قبل از بر هم خوردن تعادل حساب می‌کنیم:

$$A(g)+B(g) \rightleftharpoons 2C(g) \;;\; K=\frac{[C]^2}{[A][B]}=\frac{(\frac{4}{1})^2}{(\frac{2}{1})(\frac{4}{1})}=\frac{4}{2}=2$$

گام دوم: بر اثر اضافه کردن بر مقدار A، تعادل در جهت مصرف آن یعنی جهت رفت پیشروی می‌کند. جدول تغییرات را به صورت زیر تشکیل می‌دهیم:

	$A(g)+B(g) \rightleftharpoons 2C(g)$			
مول اولیه	۲	۴		۴
لحظهٔ اعمال تغییر	+۲	۰		۰
تغییرات مول	$-x$	$-x$		$+2x$
مول تعادلی	$4-x$	$4-x$		$4+2x$

گام سوم: مقادیر تعادلی را در رابطهٔ ثابت تعادل قرار می‌دهیم:

$$K=\frac{[C]^2}{[A][B]}=\frac{(4+2x)^2}{\underbrace{(4-x)(4-x)}_{(4-x)^2}}=2 \xrightarrow{(\sqrt{\ })} \frac{4+2x}{4-x} \simeq 1/4$$

$$\Rightarrow 4+2x=5/6-1/4x \Rightarrow 3/4x=1/6 \Rightarrow x=\frac{1/6}{3/4}=\frac{16}{34}=\frac{8}{17} \simeq 0/47$$

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

گام چهارم: غلظت مولی B در تعادل ثانویه را حساب می‌کنیم:

$$\text{مقدار مول B در تعادل ثانویه} = ۴ - x = ۴ - ۰/۴۷ = ۳/۵۳\,molB$$

$$\Rightarrow [B] = \frac{۳/۵۳\,mol\,B}{۱L} = ۳/۵۳\,mol.L^{-۱}$$

۲۹. در یک ظرف ۵ لیتری در دمای ثابت، ۲ مول گاز $AB_۲$ وارد می‌کنیم و در آن را می‌بندیم. فشار گاز $AB_۲$ در ابتدا ۴ اتمسفر است. با تجزیهٔ این گاز در دمای ثابت، تعادل: $AB_۲(g) \rightleftharpoons A(g) + B_۲(g)$ برقرار می‌شود. اگر ثابت تعادل برابر با $\frac{۱}{۳۰}$ باشد، فشار کل مخلوط در حال تعادل، چند اتمسفر است؟

۱) ۴/۵ ۲) ۵ ۳) ۵/۵ ۴) ۶

پاسخ: گزینه ۲

استراتژی با استفاده از مقدار ثابت تعادل و با تشکیل جدول تغییرات و به دست آوردن x، مجموع شمار مول‌های مواد گازی موجود در مخلوط تعادلی را به دست آورده و سپس نسبت فشار آن را به فشار اولیهٔ درون ظرف دربسته، قبل از شروع برقراری تعادل (۴ اتمسفر) حساب می‌کنیم.

گام اول: جدول تغییرات را به صورت زیر تشکیل می‌دهیم:

	$AB_۲(g) \rightleftharpoons A(g) + B_۲(g)$			
مول اولیه	۲		۰	۰
تغییرات مول	$-x$		$+x$	$+x$
مول تعادلی	$۲-x$		x	x
غلظت تعادلی	$(\frac{۲-x}{۵})$		$(\frac{x}{۵})$	$(\frac{x}{۵})$

گام دوم: با استفاده از رابطهٔ ثابت تعادل و مقدار آن، x را به دست می‌آوریم:

$$AB_۲(g) \rightleftharpoons A(g) + B_۲(g) \;;\; K = \frac{[A][B_۲]}{[AB_۲]} = \frac{(\frac{x}{۵})\times(\frac{x}{۵})}{(\frac{۲-x}{۵})} = \frac{۱}{۳۰} \Rightarrow \frac{x^۲}{۱۰-۵x} = \frac{۱}{۳۰} \Rightarrow ۳۰x^۲ + ۵x - ۱۰ = ۰$$

$$\Rightarrow \Delta = (۵^۲) - ۴(۳۰)(-۱۰) = ۲۵ + ۱۲۰۰ = ۱۲۲۵ \xrightarrow{\sqrt{۱۲۲۵}=۳۵} x_۱, x_۲ = \frac{-۵ \pm ۳۵}{۲(۳۰)} \begin{cases} -\frac{۲}{۳} \text{ غ ق ق} \\ \frac{۱}{۲} \text{ ق ق} \end{cases}$$

توجه کنید که $x > ۰$ است و مقدار آن نمی‌تواند منفی باشد.

نکته حل معادلهٔ درجه دوم $ax^۲ + bx + c = ۰$ با روش دلتا (Δ) به صورت زیر است:

$$\Delta = b^۲ - ۴ac$$

$$\text{(ریشه‌ها)}\; x_۱, x_۲ = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{۲a}$$

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

گام سوم: مجموع شمار مول‌های مواد گازی موجود در مخلوط تعادلی را حساب می‌کنیم:

$$\text{مجموع شمار مول‌های مواد گازی} = (۲-x)+(x)+(x) = ۲+x = ۲+\frac{۱}{۲} = ۲/۵\,\text{mol gas}$$

گام چهارم: شمار مول‌های مواد گازی موجود در ظرف قبل از شروع به برقراری تعادل برابر ۲ مول بوده و پس از برقراری تعادل به ۲/۵ مول رسیده و $\frac{۲/۵-۲}{۲}\times ۱۰۰ = ٪۲۵$ افزایش یافته است. از آن‌جایی که دما ثابت است، شمار مول‌های مواد گازی با فشاری که درون ظرف سربسته ایجاد می‌کنند، رابطهٔ مستقیم دارد، بنابراین فشار گاز درون ظرف (از قبل شروع واکنش به بعد از برقراری تعادل)، ۲۵ درصد افزایش یافته و از ۴atm به $۴+\frac{۲۵}{۱۰۰}(۴) = ۵\,\text{atm}$ می‌رسد.

۳۰. تعادل گازی $PCl_۵(g) \rightleftharpoons PCl_۳(g)+Cl_۲(g)$ با ۴ مول از هرکدام از گازها در یک ظرف دربستهٔ دو لیتری برقرار است. اگر در دمای ثابت، حجم ظرف به یک لیتر کاهش یابد، با برقراری تعادل جدید، مجموع شمار مول‌ها در مخلوط تعادلی کدام است؟ $(\sqrt{۱۷} \simeq ۴/۱۲)$

۱) ۱۳/۸۸ ۲) ۹/۸۸ ۳) ۱۱/۱۲ ۴) ۱۰/۲۴

پاسخ: گزینه ۳

استراتژی ابتدا مقدار ثابت تعادل را با استفاده از مقادیر تعادلی (قبل از اعمال تغییر) حساب کرده و در ادامه با تشکیل جدول تغییرات و ثابت بودن مقدار عددی ثابت تعادل (چون دما بدون تغییر بوده است)، مقادیر تعادلی جدید را حساب می‌کنیم.

گام اول: ابتدا مقدار ثابت تعادل را قبل از اعمال تغییر حساب می‌کنیم:

$$PCl_۵(g) \rightleftharpoons PCl_۳(g)+Cl_۲(g)\ ;\ K = \frac{[PCl_۳][Cl_۲]}{[PCl_۵]} = \frac{(\frac{۴}{۲})(\frac{۴}{۲})}{(\frac{۴}{۲})} = ۲$$

گام دوم: بر اثر کاهش حجم ظرف واکنش از ۲ به یک لیتر (افزایش فشار)، تعادل مطابق با اصل لوشاتلیه به سمت شمار مول‌های گازی کمتر یعنی به سمت واکنش دهنده (واکنش برگشت) پیشروی می‌کند. بنابراین جدول تغییرات را به صورت زیر تشکیل می‌دهیم:

	$PCl_۵(g) \rightleftharpoons PCl_۳(g)+Cl_۲(g)$			
مول اولیه	۴		۴	۴
تغییرات مول	$+x$		$-x$	$-x$
مول تعادلی	$۴+x$		$۴-x$	$۴-x$
غلظت تعادلی $(V=۱L)$	$۴+x$		$۴-x$	$۴-x$

گام سوم: از آن‌جایی که دما بدون تغییر بوده است، از مقدار ثابت به دست آمده برای تعادل اولیه استفاده می‌کنیم تا مقدار x را به دست آوریم:

$$K = \frac{[PCl_۳][Cl_۲]}{[PCl_۵]} = \frac{(۴-x)(۴-x)}{(۴+x)} = ۲ \Rightarrow (۴-x)^۲ = ۲(۴+x) \Rightarrow x^۲-۸x+۱۶ = ۸+۲x$$

$$\Rightarrow x^۲-۱۰x+۸ = ۰ \Rightarrow \Delta = (-۱۰)^۲-۴(۱)(۸) = ۱۰۰-۳۲ = ۶۸ = ۴\times ۱۷$$

$$\Rightarrow x_۱, x_۲ = \frac{-(-۱۰)\pm\sqrt{۶۸}}{۲(۱)} = \frac{۱۰\pm ۲\sqrt{۱۷}}{۲} = ۵\pm ۴/۱۲$$

$۹/۱۲$ (غ ق ق) ← زیرا ← مقدار x - ۴ نمی‌تواند منفی باشد

$۰/۸۸$ (ق ق)

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

گام چهارم: مطلوب مسئله را حساب می‌کنیم:

$$\text{مجموع شمار مول‌های موجود در مخلوط تعادلی جدید} = (۴+x)+۲(۴-x)=۱۲-x=۱۲-۰/۸۸=۱۱/۱۲\,\text{mol gas}$$

۳۱. شکل مقابل را به روند تغییر مقدار ثابت تعادل چند واکنش زیر با تغییر دما، می‌توان نسبت داد؟
(همهٔ تعادل‌های داده شده گازی هستند.)

- $N_۲H_۴ + H_۲ \rightleftharpoons ۲NH_۳$
- $۲SO_۲ + O_۲ \rightleftharpoons ۲SO_۳$
- $N_۲O_۴ \rightleftharpoons ۲NO_۲$
- $N_۲ + O_۲ \rightleftharpoons ۲NO$
- $۳O_۲ \rightleftharpoons ۲O_۳$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینه ۲

استراتژی باتوجه به نمودار ارائه شده، بر اثر افزایش دمای واکنش، ثابت تعادل کاهش می‌یابد، پس باید به دنبال واکنش‌هایی باشیم که گرماده هستند.

آفرود چگونگی تاثیر تغییر دما بر واکنش‌های تعادلی گرماده و گرماگیر در جدول زیر آمده است:

عامل			جابه‌جایی در جهت ...	چگونگی تغییر ثابت تعادل (K)
تغییر غلظت		↑ غلظت	مصرف آن ماده	بدون تغییر
		↓ غلظت	تولید آن ماده	بدون تغییر
تغییر حجم (فشار)		↑ حجم	شمار مول‌های گازی بیشتر	بدون تغییر
		↓ فشار		
		↓ حجم	شمار مول‌های گازی کم‌تر	بدون تغییر
		↑ فشار		
تغییر دما	واکنش‌های گرماده	↓ دما	تولید گرما (جهت رفت)	افزایش
		↑ دما	مصرف گرما (جهت برگشت)	کاهش
	واکنش‌های گرماگیر	↓ دما	تولید گرما (جهت برگشت)	کاهش
		↑ دما	مصرف گرما (جهت رفت)	افزایش

پاسخ تشریحی: دو واکنش زیر، برخلاف سه واکنش دیگر، گرماده بوده و بر اثر افزایش دما در سامانهٔ تعادلی آن‌ها، تعادل مطابق با اصل لوشاتلیه در جهت مصرف گرما یعنی در جهت برگشت پیشرفت می‌کنند تا اثر افزایش دما را تا حد امکان کاهش دهد.

$$۲SO_۲ + O_۲ \rightleftharpoons ۲SO_۳ \qquad N_۲H_۴ + H_۲ \rightleftharpoons ۲NH_۳$$

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

۳۲. در رابطه با آمونیاک کدام عبارت‌های زیر درست است؟ $(H=1, N=14, O=16: g.mol^{-1})$

آ) عدد اکسایش اتم مرکزی مولکول آن، از عدد اکسایش اتم کربن در کربن مونوکسید، یک واحد بزرگ‌تر است.

ب) شمار جفت الکترون‌های پیوندی در ۱۰/۲ گرم از آن، با شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی در ۱۶/۲ گرم آب برابر است.

پ) نقطهٔ جوش آن از نقطهٔ جوش هر کدام از عنصرهای گازی سازندهٔ آن بالاتر است.

ت) در صورت قرار گرفتن در یک میدان الکتریکی، مولکول‌های آن از سر اتم‌های نیتروژن توسط صفحه با بار منفی، جذب می‌شوند.

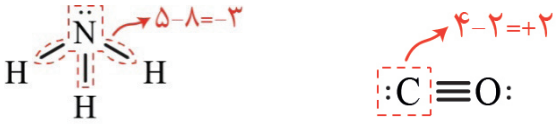
۱) آ، ت ۲) آ، پ ۳) ب، پ ۴) ب، ت

پاسخ: گزینه ۳

عبارت‌های «ب» و «پ» درست هستند.

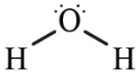
بررسی همهٔ عبارت‌ها:

آ آمونیاک دارای فرمول مولکولی NH_3 بوده و نیتروژن اتم مرکزی آن است. عدد اکسایش نیتروژن در آمونیاک و عدد اکسایش کربن در کربن مونوکسید را با استفاده از ساختار آن‌ها به دست می‌آوریم:



میان عدد اکسایش اتم‌های کربن و نیتروژن موردنظر، پنج واحد اختلاف وجود دارد.

ب هر مول آمونیاک، دارای سه جفت الکترون پیوندی (p.e) و هر مول آب (با ساختار زیر)، دارای دو جفت الکترون ناپیوندی (n.e) است، بنابراین می‌توان نوشت:



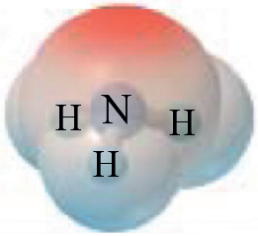
$$\text{شمار جفت الکترون‌های پیوندی (p.e) در یک نمونه به جرم ۱۰/۲ گرم از آمونیاک} = 10/2\,g\,NH_3 \times \frac{1\,mol\,NH_3}{17\,g\,NH_3} \times \frac{3\,mol\,p.e}{1\,mol\,NH_3} = 1/8\,mol.p.e$$

$$\text{شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی (n.e) در یک نمونه به جرم ۱۶/۲ گرم از آب} = 16/2\,g\,H_2O \times \frac{1\,mol\,H_2O}{18\,g\,H_2O} \times \frac{2\,mol\,n.e}{1\,mol\,H_2O} = 1/8\,mol\,n.e$$

پ آمونیاک به دلیل توانایی در تشکیل پیوند هیدروژنی، نقطهٔ جوش بالاتری از عناصر سازندهٔ خود یعنی H_2 و N_2 دارد. (N_2 و H_2 دارای مولکول‌های ناقطبی هستند). در جدول زیر نقطهٔ جوش این سه ماده آورده شده است:

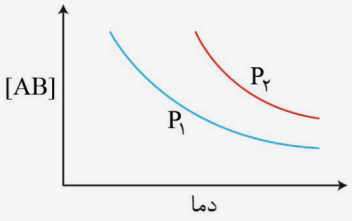
ماده	نقطه جوش ($^\circ C$)
H_2	−۲۵۳
N_2	−۱۹۶
NH_3	−۳۳

ت نقشهٔ پتانسیل الکتروستاتیکی آمونیاک به صورت زیر بوده و در آن اتم‌های نیتروژن مرکز تجمع بارهای منفی است، به همین دلیل در صورت قرار گرفتن آمونیاک در یک میدان الکتریکی، مولکوهای آن از سر اتم‌های نیتروژن توسط صفحه با بار مثبت، جذب می‌شوند.



سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

۳۳. نمودار زیر تغییر غلظت فراورده را برای واکنش تعادلی: $A(g)+B(g) \rightleftharpoons AB(g)$ در دو شرایط متفاوت نشان می‌دهد. درستی یا نادرستی عبارت‌های پیشنهاد شده در کدام گزینه آمده است؟ (گزینه‌ها را از راست به چپ بخوانید.)



آ) مجموع آنتالپی پیوند واکنش دهنده‌ها، بزرگ‌تر از مجموع آنتالپی پیوند فراورده است.

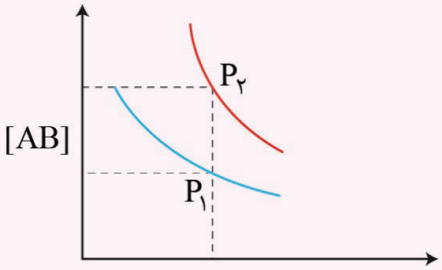
ب) مقدار فشار P_2 از فشار P_1 بزرگ‌تر است.

پ) در دمای ثابت، پیشرفت واکنش در فشار P_2، بیشتر از فشار P_1 است.

۱) درست – نادرست - درست
۲) نادرست – درست - نادرست
۳) درست – درست - نادرست
۴) نادرست – درست - درست

پاسخ: گزینه ۲

موشکافی تشخیص گرماده یا گرماگیر بودن واکنش



باتوجه به نمودار، بر اثر افزایش دما، غلظت AB (مادهٔ فراورده) در هر دو حالت کاهش یافته است، به این معنی که بر اثر افزایش دما، تعادل به سمت چپ (واکنش دهنده‌ها) پیشرفت کرده است، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که واکنش گرماده است؛ زیرا مطابق با اصل لوشاتلیه، تعادل در جهت تعدیل یا کاهش اثر تغییر تحمیل شده بر تعادل پیشرفت می‌کند تا اثر آن را تا جای ممکن کاهش دهد.

مقایسهٔ فشارهای P_1 و P_2

با افزایش فشار، غلظت همهٔ گونه‌های گازی افزایش می‌یابد. بنابراین از آن‌جایی که در یک دمای معین (T_1) مثلاً، [AB] در فشار P_2 بیشتر است، می‌توان نتیجه گرفت که فشار P_2 از P_1 بزرگ‌تر است.

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

آ باتوجه به رابطهٔ زیر و اینکه واکنش موردنظر گرماده است، مشخص می‌شود که در این واکنش تعادلی، مجموع آنتالپی پیوند واکنش دهنده‌ها، کوچک‌تر از مجموع آنتالپی پیوند فراورده است.

$$\Delta H(\text{واکنش}) = \begin{bmatrix}\text{مجموع آنتالپی پیوندها}\\ \text{در مواد واکنش دهنده}\end{bmatrix} - \begin{bmatrix}\text{مجموع آنتالپی پیوندها}\\ \text{در مواد فراورده}\end{bmatrix}$$

ب باتوجه به اینکه در دمای معین، غلظت فراورده در فشار P_2 از غلظت فراورده در فشار P_1 بیشتر است، می‌توان نتیجه گرفت که فشار P_2 بزرگ‌تر از فشار P_1 است، زیرا در صورت ثابت بودن دما، غلظت فراورده در سامانه‌ای بیشتر است که فشار آن بیشتر (یا حجم آن کمتر) باشد.

پ پیشرفت واکنش هیچ‌گونه وابستگی خاصی به فشار سامانه ندارد و تنها از تغییرات دما تاثیر می‌پذیرد، زیرا بر اثر تغییر دما، ثابت تعادل واکنش تغییر کرده و به دنبال آن میزان چگونگی پیشرفت واکنش نیز دستخوش تغییرات می‌شود.

۳۴. کدام عبارت‌ها در ارتباط با تعادل: $2NO(g)+O_2(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$ در دمای ثابت درست است؟

آ) با خارج کردن مقداری گاز اکسیژن، واکنش در جهت برگشت جابه‌جا شده و میزان پیشرفت واکنش کاهش می‌یابد.

ب) با تزریق مقداری گاز نیتروژن مونوکسید، غلظت گاز اکسیژن، کاهش و غلظت فراورده، افزایش می‌یابد.

پ) با تزریق مقداری گاز قهوه‌ای رنگ و برقراری تعادل جدید، غلظت همهٔ گونه‌ها بیشتر از تعادل اولیه خواهد بود.

ت) با خارج کردن مقداری گاز قهوه‌ای رنگ، سرعت واکنش رفت از سرعت واکنش برگشت بیشتر می‌شود.

۱) آ، ب، پ
۲) ب، پ، ت
۳) آ، ت
۴) ب، پ

پاسخ: گزینه ۲

عبارت‌های «ب»، «پ» و «ت» درست هستند.

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

بررسی همهٔ عبارت‌ها:

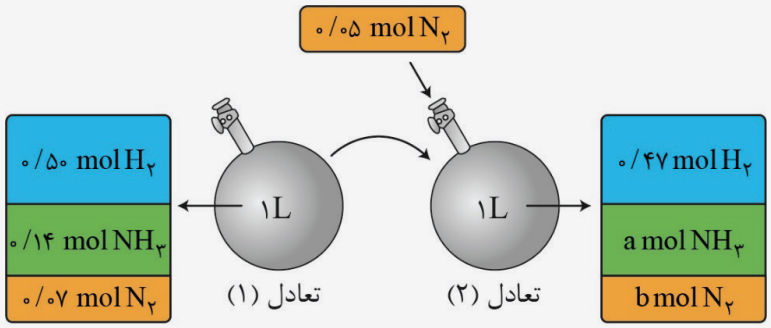
آ بر اثر کاهش مقدار یکی از اجزای شـــرکت کننده در تعادل (در اینجا اکسیژن)، واکنش در جهت تولید آن (در اینجا جهت برگشت) پیش‌روی می‌کند تا کاهش مقدار آن را تا حدی جبران کند، اما میزان پیشرفت واکنش، به مقدار عددی ثابت تعادل بستگی داشته و ثابت تعادل واکنش نیز تنها و تنها از تغییرات دما تاثیر می‌پذیرد.

ب بر اثر افزایش مقدار گاز NO، غلظت آن افزایش یافته و تعادل در جهت رفت (مصرف NO) پیش‌روی می‌کند که به دنبال آن، غلظت اکسیژن کاهش و غلظت فراورده یعنی NO_2 افزایش می‌یابد.

پ منظور از گاز قهوه‌ای رنگ، NO_2 است. بر اثر افزایش مقدار این گاز قهوه‌ای رنگ در سامانهٔ تعادلی، غلظت آن افزایش می‌یابد. بر اثر افزایش غلظت NO_2، تعادل مطابق با اصل لوشاتلیه در جهت مصرف آن یعنی در جهت برگشت پیش‌روی می‌کند (افزایش غلظت واکنش دهنده‌ها) تا اثر تغییر تحمیل شده بر تعادل یعنی افزایش غلظت NO_2 را تا حد امکان تعدیل کند، اما پیشرفت واکنش در جهت برگشت نمی‌تواند همهٔ اثر افزایشـــی غلظت گاز NO_2 را از بین ببرد و مقداری از NO_2 افزوده شـــده در تعادل جدید نیز باقی می‌ماند و به همین دلیل غلظت این گاز در تعادل جدید همانند غلظت واکنش دهنده‌ها بیشتر از غلظت آن‌ها در تعادل اولیه است.

ت بر اثر کاهش غلظت NO_2، تعادل در جهت رفت پیش‌روی می‌کند تا کاهش مقدار آن را تا حدی جبران کند. به همین دلیل سرعت واکنش در جهت رفت باید بیشـــتر از ســـرعت واکنش در جهت برگشت باشد تا برآیند پیش‌روی واکنش در جهت رفت یعنی تولید مقدار بیشـــتر NO_2 باشد، در هر صورت، پس از برقراری تعادل جدید، دوباره سرعت واکنش‌های رفت و برگشت با هم یکسان و برابر می‌شود و تعادل به پویایی می‌رسد.

۳۵. شکل زیر افزودن مقداری نیتروژن را به سامانهٔ تعادلی: $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ در دمای ثابت نشان می‌دهد. ثابت تعادل (۲) و تفاوت مقادیر a و b در کدام گزینه به درستی آمده است؟



۱) ۰/۰۴ ،۳/۷۲
۲) ۰/۰۵ ،۳/۷۲
۳) ۰/۰۴ ،۲/۲۴
۴) ۰/۰۵ ،۲/۲۴

پاسخ: گزینه ۴

مشاوره ایدهٔ این سوال از خود را بیازمایید کتاب درسی گرفته شده و توی این چند سال، چندان مورد توجه قرار نگرفته و می‌تونه کاندید خیلی خوبی برای طراح سوال کنکور باشه.

استراتژی از آن‌جایی که دما ثابت و بدون تغییر است، ثابت تعادل تغییر نکرده و اگر عاملی سبب بر هم خوردن تعادل شده باشد، مقدار ثابت تعادل در حالت جدید و حالت اولیه یکسان و برابر است. پس ابتدا مقدار ثابت تعادل (۱) را حساب کرده و سپس با استفاده از جدول تغییرات، مقادیر a و b را به دست می‌آوریم.

قسمت اول:

دما ثابت و بدون تغییر بوده و مقدار ثابت تعادل (۲) با مقدار ثابت تعادل (۱) برابر اســـت. بنابراین با اســـتفاده از مقادیر تعادلی در تعادل (۱)، ثابت تعادل را حساب می‌کنیم:

$$K = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} \xrightarrow{V=1L} K = \frac{(0/14)^2}{(0/07)(0/5)^3} = 2/24$$

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

قسمت دوم:

گام اول: جدول تغییرات را به صورت زیر تشکیل می‌دهیم:

	$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$			
غلظت اولیه	۰/۰۷	۰/۵		۰/۱۴
لحظهٔ اعمال تغییر	+۰/۰۵	۰		۰
تغییر غلظت	$-x$	$-3x$		$+2x$
غلظت تعادلی	$۰/۱۲ - x$	$۰/۵ - 3x$		$۰/۱۴ + 2x$

توجه: باتوجه به اینکه حجم سامانهٔ تعادلی، برابر یک است، مقادیر مولی مواد با غلظت مولی آن‌ها برابر است.

گام دوم: پس از برقراری تعادل جدید، غلظت مولی هیدروژن در تعادل جدید برابر ۰/۴۷ مولار است، یعنی:

$$۰/۵ - 3x = ۰/۴۷ \Rightarrow x = ۰/۰۱$$

گام سوم: حالا که مقدار x به دست آمد، می‌توان مقادیر a و b را بدست آورد:

$$\left.\begin{array}{l} a = ۰/۱۴ + 2x = ۰/۱۴ + ۲(۰/۰۱) = ۰/۱۶ \\ b = ۰/۱۲ - x = ۰/۱۲ - ۰/۰۱ = ۰/۱۱ \end{array}\right\} \Rightarrow a - b = ۰/۱۶ - ۰/۱۱ = ۰/۰۵$$

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

آزمـــون وی آی پی

اولین پخش آزمون ها در تلگرام

آرشیو آزمون های سال گذشته 😮

جهت دانلود آزمون ها در کانال ما با آیدی زیر در تلگرام عضو باشید:

@AzmonVip

t.me/AzmonVip

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshCloud