

راهنمایی آموزشی کیمیا صنف یازدهم-دور ششم

اهداف آموزشی:

دانش آموزان در ختم این دوره باید موضوعات ذیل را تحلیل و ارزیابی کرده بتوانند.

✓ عوامل موثر در تعادل

✓ تاثیر تغییرات غلظت

✓ تاثیر فشار یا تغییر حجم

✓ تاثیر درجه حرارت

✓ تاثیر کنتلست ها

✓ تعادل ایونی

✓ تولید آیون های آب

✓ ثابت آیونایزیشن

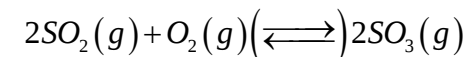
✓ محاسبات در تعادل کیمیای

✓ اهمیت رعایت تعادل کیمیای در تولید صنعتی امونیا

عوامل موثر در تعادل (اصل لی شاتلیه) : تساوی سرعت ها و ثابت غلظت تا زمانی پابر جا است که کدام عامل ، تعادل را بر هم نزنند.

عوامل موثر عبارت از تغییر غلظت ، فشار ، درجه حرارت و کنتلست بوده که سبب بر هم خوردن تعادل می شوند.

تغییر غلظت: با نظر داشت فعالیت بالا تعامل ذیل را در نظر میگیریم:



اگر مقدار کمی $O_2(g)$ را بالای $2SO_2(g)$ علاوه نماییم تعادل بر هم می خورد ، زیرا با علاوه نمودن $2SO_2(g)$ و یا $O_2(g)$ غلظت اجزای تعامل کننده زیاد می شود و تعامل جهت تنقیص غلظت اجزای تعامل کننده به پیش میرود طوریکه تعامل به سمت تولید محصولات جریان یافته و تعادل جدید برقرار می شود.

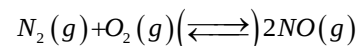
مثال: گازات N_2 و O_2 و NO در یک ظرف یک لیتره به درجه حرارت ثابت با غلظت های ذیل در حالت تعادل قرار دارد:

$$N_2 = 4 \text{ mol}$$

$$O_2 = 1 \text{ mol}$$

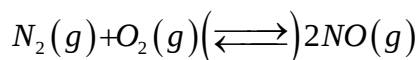
$$NO = 4 \text{ mol}$$

هرگاه 3 mol گاز O_2 در مخلوط علاوه گردد بعد از مدتی تعادل جدید برقرار می شود.



حل: ابتدا باید قیمت ثابت تعادل (k_c) را پیدا کنیم و از رابطه ذیل دریافت میگرد:

$$(k_c) = \frac{[NO]^2}{[N_2][O_2]} = \frac{4^2}{4 \cdot 1} = 4$$



دل	4mol	1mol	4mol
گذار		3mol	
بیر			+2X

$$\text{بیر} \quad (4-x) \text{ mol} \quad (4-x) \text{ mol} \quad (4+2x) \text{ mol}$$

$$K_c = \frac{(4+2x)^2}{(4-x) \cdot (4-x)}$$

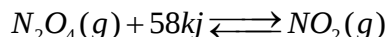
$$\sqrt{4} = \sqrt{\frac{(4+2x)^2}{(4-x) \cdot (4-x)}} \implies 2 = \frac{(4+2x)}{(4-x)} \implies 8x - 2x = 4 + 2x \implies 4x = 4 \implies x = 1$$

$$NO = 4 + 2x = 4 + 2 \cdot 1 \Rightarrow \boxed{6 \text{ mol}}$$

تاثیر فشار یا تغییر حجم : تغییر وارده در حجم یک سیستم گازی که هم اجزای تعامل کننده و هم اجزای محصول تعامل گاز باشند ، باعث تغییر غلظت آنها میشود . هرگاه فشار بالای یک سیستم گاز وارد گردد ، حجم آن کوچک می شود و تعامل به سمتی تغییر جهت نموده و جریان می یابد که ضرایب مول های گاز در همان سمت معادله کیمیای کمتر باشد ، در این صورت مطابق به اصلی لی شاتلیه اثر فشار کاهش یافته و حجم کوچک میشود.

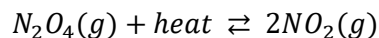
تأثیر درجه حرارت :

برای اینکه اثر تغییرات درجه حرارت را بالای یک سیستم به صورت درست دانسته باشد لازم است تأثیر حرارت را بالای عامل بدانیم، تعامل را در نظر بگیرید.

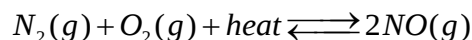


طوری که دیده میشود تعامل یک تعامل اندوترمیک (Endothermic) و تعامل معکوس آن یک تعامل اگزوترمیک (Exothermic) است. بر حسب لی شاتلیه، اگر درجه حرارت سیستم تغییر نماید، تعادل به آن سمتی تغییر می نماید که اثر فکتور تغییر دهنده را کاهش بخشد. اگر درجه حرارت بلند برده شود، مطابق اصل لی شاتلیه، جهت کاهش درجه حرارت، تعادل حاکم بر سیستم به سمت راست (محصول تعامل) تغییر می نماید.

اگر اجزای مخلوط تعامل سرد ساخته شود، تعادل به سمت چپ (اجزای تعامل کننده) تغییر می نماید و درجه حرارت نیز در همین جهت افزایش می یابد.



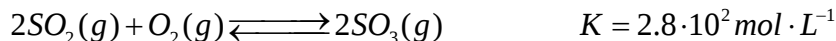
اگر درجه حرارت سیستم کاهش داده شود اگر درجه حرارت سیستم افزایش داده شود تعادل بنابر تشکیل N_2O_4 برهم میخورد.



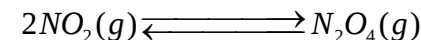
طوری که ملاحظه میشود، با دادن حرارت و یا افزایش درجه حرارت تعادل به سمت راست و با تقلیل درجه حرارت یعنی سرد ساختن محیط تعامل، تعادل به سمت چپ تغییر جهت می نماید.

تأثیر کتلست :

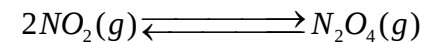
در درس گذشته دانستید که کتلست ها با سبب تقلیل انرژی فعال سازی شده و تعاملات کیمیای را سرعت می بخشد. در حقیقت انرژی فعال سازی تعامل مستقیم (تبدیل مواد تعامل کننده به محصول تعامل) و تعامل بازگشت (تبدیل محصول تعامل مواد اولیه) را یکسان تقلیل میدهد، به این اساس زمان تعادل کوتاه گردیده؛ اما در ثابت تعادل کدام تغییری وارد نمیگردد. تعامل ذیل را مورد بررسی میگیریم.



هرگاه کمیت فشار وارده در یک سیستم گازی کاسته شود، تعامل به سمتی تغییر جهت داده و جریان می یابد که ضرایب مول های گاز در همان سمت معادله بیشتر باشد. کوچک شدن حجم و را با وارد نمودن فشار در مخلوط گاز NO_2 و N_2O_4 که در حالت تعادل قرار دارند، در نظر بگیرید.



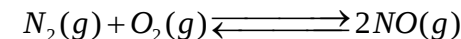
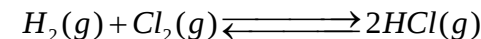
با در نظر داشت توضیحات ارایه شده فوق وقتی که حجم سیستم کاهش می یابد، یعنی فشار بیشتر وارد شود، تعادل به سمت تشکیل بیشتر N_2O_4 تغییر جهت میدهد؛ زیرا قسمی که در معادله توزین شده فوق به مشاهده میرسد، ضریب محصول کوچکتر است.



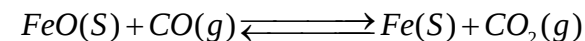
بیرنگ نصولاری

وقتی که حجم سیستم افزایش یابد، تعادل به سمت NO_2 تغییر جهت میدهد. در تعاملات تعادلی گازی که مجموع ضرایب تعامل کننده و محصولات در هردو طرف معادله با هم مساوی باشد، تغییر حجم باعث بر هم زدن تعداد مولهای آن نمیشود.

مثال :



در تعاملات تعادلی غیر متجانس تغییر حجم از طریق محاسبه و مقایسه تعداد مولهای گازات شامل در دو طرف معادله صورت میگیرد.



تعامل تعادلی فوق با تغییر حجم متاثر نمیشود؛ زیرا تعداد مولهای گازات در هردو طرف معادله با هم مساوی اند. افزایش حجم معمولا به کاهش فشار در تعامل دلالت میکند؛ از اینرو در چنین حلقی تغییر فشار در حرارت ثابت باعث تغییر حجم شده و بالای حالت تعادلی قبلی اثر وارد میکند. از تغییرات وارده در اثر فشار بالای حجم سیستم های که تنها از مایعات و یا جامدات تشکیل شده باشند درست صورت نمیگیرد؛ زیرا تغییر حجم در این نوع سیستم ها بسیار کوچک است.

تیزاب	فرمول	K_a
استیک اسید	$HC_2H_3O_2$	$1.8 \cdot 10^{-5}$
بنزویک اسید	HC_6H_5O	$6.4 \cdot 10^{-5}$
کاربونیک اسید	H_2CO_3, K_1	$4.3 \cdot 10^{-7}$
کاربونیک آیون	HCO_3^-, K_2	$5.6 \cdot 10^{-11}$
فارمیک اسید	HIO_3	$1.6 \cdot 10^{-4}$
آیودیک اسید	HIO_3	$1.9 \cdot 10^{-1}$
فسفوریک اسید	H_3PO_4, K_1	$7.5 \cdot 10^{-3}$
دای هایدروفسفوریک آیون	$H_2PO_4^-, K_2$	$6.8 \cdot 10^{-8}$
هایدروفسفوریک آیون	HPO_4^{2-}, K_3	$1 \cdot 10^{-12}$
ترای کلورواستیک اسید	$HC_2Cl_3O_2$	$2 \cdot 10^{-1}$

به هر اندازه که قیمت K_a زیاد باشد به همان تیزاب مربوطه قوی است؛ طوریکه در جدول فوق دیده میشود برای کلواستیک اسید قوی و مونوهایدروفسفوریک اسید ضعیف ترین تیزاب جدول خوانده میشود.

آیونیزیشن القلی ها و تعین نمودن ثابت تعادل آنها مانند تیزاب ها از عین قاعده پیروی میکند. به هراندازه که ثابت آیونیزیشن بزرگتر باشد به همان اندازه یک القلی قوی است.

جدول ثابت آیونیزیشن چند القلی ضعیف

القلی	فرمول	(K_b)
امونیا	$NH_3 + H_2O$	$1.8 \cdot 10^{-5}$
انیلین	$C_6H_5NH_2 + H_2O$	$4.6 \cdot 10^{-10}$
هایدرازین	$N_2H_4 + H_2O$	$9.8 \cdot 10^{-7}$
متایل امین	$CH_3NH_2 + H_2O$	$5 \cdot 10^{-4}$

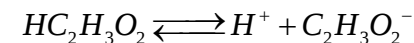
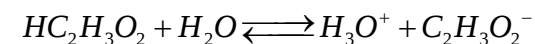
تعادل آیونی: تیزاب ها، قلی ها و نمک ها در محیط آبی تعامل می نمایند، در محیط آبی این مرکبات به آیون ها پارچه شده که بین آنها عمل متقابل کیمیای موجب همچو تعاملات می شود. این تعاملات معمولاً رجعی بوده و حالت تعادل در این نوع تعاملات به سرعت برقرار میگردد؛ اما بدانیم که تعادل آیونی از قاعده عام تعادلات کیمیای پیروی میکند.

افاده تعادل آیونی نه تنها در کیمیا تحلیلی بلکه در اکثر ساحات؛ بطور مثال: تعویض آیونی در زرین ها یا صمغ و جیل ها، عملیه های بیولوژیکی در مایعات بدن، تغییرات تیزابیت و قلیت خاک و غیره قابل تطبیق است.

ثابت آیونیزیشن:

قانون عمل کتله صرف بالای تعاملات مالیکولی به بلکه بالای تعاملات آیونی نیز قابل تطبیق است؛ طوریکه افاده قابت تعادل در تعادل آیونی به نام آیونیزیشن یاد میشود. ثابت آیونیزیشن تیزابها K_a و قلیوها K_b افاده میشود.

ثابت آیونیزیشن تیزاب سرکه را که یک الکترولیت ضعیف است در نظر میگیریم.



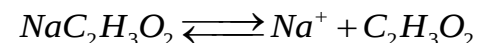
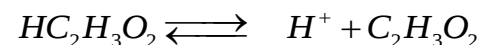
$$K_a = \frac{[H][C_2H_3O_2^-]}{[HC_2H_3O_2]}$$

ثابت آیونیزیشن اندازه و مقیاس تفکیک یک مرکب را به آیونهای مربوطه آنها نشان میدهد. اندازه قیمت K_a قوت تیزابیت یک تیزاب و K_b قوت قلیت یک القلی را ارایه می دارد.

جدول ثابت تفکیک بعضی تیزاب های ضعیف.

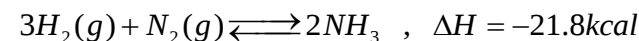
آیون‌های مشترک: علاوه کردن یک آیون در سیستم که با یکی از آیون‌های شامل همان سیستم هم نوع باشد، به نام "آیون مشترک" یاد می‌گردد.

مثال:



اهمیت رعایت تعادل کیمیاوی در تولید صنعتی امونیا:

امونیا ماده با اهمیت در صنایع امروزی بود هک در تهیه کودهای کیمیاوی، مواد انفجاری و صنعت‌های دیگر کیمیاوی مورد استفاده قرار می‌گیرد. کیمیادانها کوشش نموده اند تا این ماده را از تعامل مستقیم نایتروجن و هایدروجن به دست بیاورند. اولین عالمی که توانست امونیا را از تعامل مستقیم نایتروجن و هایدروجن بدست آورد (Haber Process) از جرمنی بود؛ از این سبب این تعامل را بنام هابر یاد می‌نماید این تعامل از جمله تعامل تعادلی است.



در صنعت عملیه معروف هابر (Haber Process) مروج بوده و مناسب ترین درجه حرارت برای تولید بیشتر امونیا $400-500^\circ C$ و فشار در حدود $200 atm$ تثبیت شد، و نسبت نایتروجن و هایدروجن گازی در امونیا 1:3 است.

اگر تعامل تولید امونیا در فشار و درجه حرارت عادی انجام یابد، هزار سال را در بر خواهد گرفت تا تعادل در جهت تولید صنعتی امونیا برقرار گردد؛ اما با تزاید درجه حرارت الی $500^\circ C$ و فشار واده در حدود $200 atm$ این تعادل به سرعت برقرار و تولید امونیا 17% در وقت بسیار کم صورت می‌گیرد؛ پس گازات تعامل ناکرده N_2, H_2 همراه با مقدار مایع ناشده گاز NH_3 دوباره وارد چرخ تولید میشوند و عملیه تولید NH_3 به همین طریق ادامه می‌یابد.

کیمیادان مشهور آلمانی فرتس هابر (1868-1934) جایزه نوبل را با عالم دیگر به نام کارل بوش در سال 1918 م به خاطر بدست آوردن امونیا به اساس تعامل گاز نایتروجن و هایدروجن به دست آوردند. آلمان‌ها در سال 1913 م امونیا را بدست آورده و مواد انفجاری را از آن تهیه نموده اند که برای شان امید وار کننده پیروزی در جنگ جهانی بود. برای سنتیز امونیا، گاز نایتروجن را از تقطیر تدریجی هوای مایع و هایدروجن را از عبور دادن بخارات آب از کربن داغ بدست آورد، همچنان هایدروجن را میتوان از تطقییر نفت خام نیز بدست آورد در صنعت امونیا را به حرارت $550^\circ C$ و فشار در موجودیت اکساید آهن ویا اکساید MgO و Al_2O_3 بدست آورد.

کارخانگی

1. اولین عالمی که توانست آمونیا را از تعامل مستقیم نایتروجن و هایدروجن بدست بیاورد بنویسید
2. برای تعامل تعادلی $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$ رابطه ثابت تعادل را بنویسید
3. با افزایش فشار تعامل ذیل $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4$ به کدام سمت جریان می‌یابد؟
4. زمانیکه حجم سیستم افزایش یابد این تعامل $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4$ به کدام سمت تغییر جهت می‌نماید؟