

Tiyonil klorürün bozunması , birinci dereceden bir tepkimedir, hız sabiti  $k=2.81 \times 10^{-3} \text{ dak}^{-1}$  , tiyonil klorürün başlangıç derişimi  $0.015 \text{ M}$  dir. Tepkimenin yarı ömrünü hesaplayın.

23 Bu bir klicker yarışmasıdır. Belkide bu yılın en son yarışması. Uygulama 3 şampiyonluğunu korumak istiyor. Sanırım hiçbir uygulama birden fazla kazanamadı . Değil mi? İki den fazla kazanan uygulama var mı? sizin uygulamanız kazanmadı ise veya kliker yarışmasında kesin bir zafer istiyorsanız bu son şansınız olabilir- baskı yok. Devam edin ve kliker sorusunu cevaplayın. OK son 10 saniye.

148 Buradaki doğru cevap B olacaktır. Buradaki püf noktası 1. Dereceden bir tepkimenin yarıömür eşitliği ile ikinci dereceden bir tepkimenin yarıömür eşitliğini ayırt etmektir. Pek çoğunuz bunu doğru yapmış. Bu kliker sorusunu bir noktayı göstermek için seçtik. Son sınavda size bütün eşitlikler verilecek. Fakat burada pek çok eşitlik olduğu için bunların her birinin ne olduğunu bilmeniz, eşitlikleri hatırlamanız gerekecek. Şimdiye kadar tek saatlik sınavlarda, sadece o materyallere ait eşitlikleri veriyorduk. Son sınavda, 1. Sınav, 2. sınav, 3. Sınav ve 4. Sınav materyallerinin eşitlikleri bir arada verilecek. Bunların üzerinde ne oldukları yazılmayacak. Örneğin birinci derece yarı ömür eşitliği, boşluk denklem gibi. Yapmanız gereken şey hangi eşitliğin uygulanacağını teşhis etmek. Bu eşitlikleri hatırlamak zorunda değilsiniz fakat hangisini uygulayacağınızı bilmeniz gerekir. Sınav için materyalleri gözden geçirirken bunun üzerinde düşünmeniz gerekir.

310 Şimdi konuyu değiştirelim ve tepkime mekanizmalarını konuşalım. Bu 10 numaralı problem setindeki son soru türüdür. RM incelediğimizde, hız yasasının çoğunlukla deneysel olarak tayin edildiğini görürsünüz. Sonra bu mekanizmanın hız yasası ile uyumlu olup olmadığını denemek istersiniz.

335 Buradaki özel tepkime şudur:  $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$  gaz fazı tepkimesidir. Deneysel hız yasası tayin edilmiştir. buradaki hız sabiti  $k_{\text{gözlener}}$  dir, gözlener hız sabiti hesaplanmıştır. Burada tepkimenin derecesini biliyoruz. Bu hız yasasında tepkimenin toplam derecesi nedir? 3. NO için ikinci dereceden, O<sub>2</sub> için birinci dereceden, böylece toplam 3 dereceden bir tepkimedir. Peki, sizce bu tepkime tek basamaklı mıdır? Hayır.

434 eğer tek adımda oluşaydı, bunu nasıl isimlendirirdik?- üç şey aynı anda bir araya gelip bir ürün oluşturacaktır. Evet, termonükleer. En son derste, termonükleer tepkimelerin çok nadir olduğundan söz etmiştik. Böyle üç şeyin, burada iki tane nO ve bir tane O<sub>2</sub> nin aynı zamanda

bir araya gelip bir ürün oluşturması pek m¼mk¼n değildir. Bu nedenle, burada muhtemelen birden çok adım bulunmalıdır.

503 Tahtada ve notlarınızda g¼rd¼ę¼n¼z gibi, bu tepkime için iki adımlı bir mekanizma ¼nerilmiřtir. Bu iki adımı konuşalım ve bu mekanizmanın hız yasası ile uyumunu irdeleyelim. Deneysel olarak bulunmuş hız yasası ile uyumlu olup olmadığına bakalım.

528 İlk adımdaki tepkimedede, iki tane NO molek¼l¼ bir araya gelir, bunun k¼¼k hız sabiti  $k_1$ , dir, akun ¼zerine yazılmıştır. Geri y¼nde ki tepkimenin hız sabiti  $k_{-1}$  dir, bu tersinir bir tepkime olarak yazılmıştır ve bu tepkime ile ara¼r¼n  $N_2O_2$  oluşur. İkinci adımda,  $O_2$  devreye girer ve  $N_2O_2$  ile tepkime vererek iki molek¼l  $NO_2$  oluşturur. Bu tepkimenin hız sabiti  $k_2$  dir.

600 şimdi her bir tepkimenin hızını yazabiliriz. İleri y¼nde ki tepkimenin hızı  $= k_1[NO]^2$  Dir. Tekrar ediyorum. Bu adım elementer tepkimedir. Bu nedenle tepkime hızını olduğu gibi yazabildik. Bu adım için hız yasasını tepkime stokiyometrisini kullanarak yazabildik. Toplam tepkime için, bunu yapamazsınız, bu deneysel olarak tayin edilmelidir. Fakat elementer tepkime için veya mekanizmadaki bir adım için, bunu yapabilirsiniz. Olduğu gibi yazabilirsiniz.

646 Burada yazılmış tepkimenin tepkimenin derecesi ne olabilir? iki. Molek¼leritesi nedir? Bimolek¼ler olmalıdır. Bu terimlerin bir kısmını kullanmaya alışıyorsunuz.

714 şimdi geri y¼nde ki tepkimeyi yazalım. Ters tepkimenin hızı eşittir, hız sabiti nedir?  $K_{-1}$  arpı  $X$  nedir? Evet  $[N_2O_2]$ . Bunun derecesi nedir? 1. Buna ne isim verilir? Evet unimolek¼ler. 2Adım da ne olacak? Hız eşittir Bu kliker sorusudur. Son 10 saniye.

901 bunu olduğu gibi yazacağız. Bu nedenle hız  $= k_2 \times [O_2] \times [N_2O_2]$ . Buradaki toplam derece nedir? İki ve Bimolek¼ller olmalıdır.

939 Burada iki adım vardı. Her birinin hız ifadesini yazdık. Bizi  $NO_2$  nin oluşum hızına g¼re yazılmış toplam tepkimenin hızı ilgilendirir. şimdi  $NO_2$  nin oluşum hızını d¼ř¼nelim. Son adımda, iki tane  $NO_2$  oluşmaktadır. Ve bunu yazmak için sadece son adımı kullanacağız. Burada iki  $NO_2$  molek¼l¼ oluşmaktadır. Buraya 2 koyacağız, ¼nk¼ bu miktar azaldığında  $NO_2$  derişimin hızı iki katı artmaktadır. Kitaplarda, bazen bu eşitlikte 2 nin kullanımı ile ilgili uyuşmazlık vardır . Son adımda 2 molek¼l oluştuğu için, buraya 2 konulmalıdır, fakat cevap anahtarlarında her zaman yoktur. Geçmişte şeyle yapıyordum. Buraya 2 koyarsanız , ki ¼yle

olmalıdır, çok iyi derdim. Fakat 2 koymazsanız da kabul ederdim. Bunun için soruyu götürmedim. Çünkü kitap bunun kullanılması hususunda kararlı değil. Fakat, burada 2 rakamını görürseniz ve 2 şey meydana gelmişse, bunun nereden geldiğini öğrenmiş oldunuz.

1106 böylece,  $2 \times k_2$ , son adımın hız sabiti ve  $[O_2 \text{ nin derişimi}]$  ve  $[N_2O_2 \text{ nin derişimi}]$ . Böylece son adımın hız ifadesinin aynısının 2 ile çarpılmış şeklini yazmış olduk. Çünkü 2 tene  $NO_2$  molekülü oluşmuştu. Fakat bu eşliği kullanamayız. Çünkü burada araürün terimi mevcut. Eğer bir tepkimenin hız ifadesini yazacak olursak, ürünlerin oluşum hızını yazacak olursak, bu eşlikte araürün teriminin bulunmaması gerekir. Bunu ürünler veya reaktifler cinsinden çözmemiz gerekir. Bu nedenle  $N_2O_2$  yi çözmemiz gerekir. TAHTA  $N_2O_2$  derişimini çözmemiz ve bu ifadede yerine koymamız gerekir. Bunu reaktifler veya ürünler türünden çözmemiz gerekir. Bunun için araürünün nasıl oluştuğunu düşünmemiz gerekir, araürünün nasıl bozunduğunu düşünmemiz gerekir, araürünün nasıl kullanıldığını düşünmemiz gerekir.

1222  $N_2O_2$  nin net oluşumu, oluştuğu yerdeki hızına eşit olacaktır. Burada araürün hangi basamakta oluşmaktadır? Birinci adımda ileri yöndeki tepkimede oluşmaktadır. Bu nedenle hız eşittir  $k_1x[NO]^2$  dir. Bu birinci adımdaki oluşum hızıdır. Şimdide bozunma hızını düşünelim. Araürün hangi adımda bozunur? Doğru. Birinci adımda ters yönde bozunur. Buraya -1 koymamız gerekir.  $k-1 \times [ \text{araürün derişimi}]$ . Sonra araürünün kullanıldığı hızı düşünmemiz gerekir. Bu ikinci adımda kullanılır.  $K_2 \times [ \text{araürün derişimi}] \times [O_2 \text{ derişimi}]$ . Bu net oluşumdur. Ve şimdi kararlı hal adı verilen yaklaşımı kullanacağız.

1408 Kararlı hal yaklaşımı her tür kinetikte kullanılır, mesela enzim kinetiğinde kullanılır, ve iki farklı türde ifade edilir, her ikisi de aynıdır. Şöyle diyebilirsiniz: kararlı hal yaklaşımında, araürünün net oluşumu sifıra eşittir- yani, araürünün net oluşumundan bahsediyoruz. Bu nedenle bu eşliğin tamamı sifıra eşit olmalıdır. Diğer ifade şekli şudur: araürünün oluşma hızı, tükenme hızına eşittir. Aslında aynı şeyi söylemektedir. Bu terim, diğer iki terime eşit olacaktır. İkiside aynı şeydir. Buradaki eşliğin tamamını sifıra eşitlesek, buradaki araürünün derişimini, hız sabiti ve ürün veya reaktiflerin derişimleri cinsinden çözebiliriz, bu da ihtiyacımız olan şeydir. Hadi bunu yapalım.

1512 bu eşliği şimdi yeniden düzenleyelim. Bunu sifıra eşitleyelim.  $N_2O_2$  leri bir tarafta, yani araürünleri bir tarafta, diğerlerini öbür tarafta toplayalım. Böylece,  $[N_2O_2](k-1 + k_2[O_2 \text{ derişimi}]$  olur. Burası araürünün bozunma ve kullanılma hızıdır ve oluşum hızına eşittir.

Bu kararlı hal yaklaşımının diğerk bir ifade şeklidir. Böylece, bir tarafta bozunma ve kullanılma hızını koyduk, diğerk tarafa da oluşum hızını koyduk. Böylece N2O2 nin derişimini kolayca çözebileceğiz. Bunu şurada yapalım.

$[N_2O_2] = \frac{k_1 x [NO]^2}{(k_{-1} + k_2 [O_2])}$  Böylece araürün N2O2 yi hız sabiti cinsinden ve reaktif derişimi cinsinden çözmüş olduk. Bu çok iyi oldu. Şimdi bu ifadeyi alıp ilk ifadede yerine koyalım. Bunu şurada yapalım.

$= \frac{2k_2 x k_1 x [NO]^2 [O_2]}{(k_{-1} + k_2 x [O_2])}$  elde etmiş olduk. Böylece ürün oluşum hızı için yeni bir ifade elde etmiş olduk, bu çok iyi oldu. Fakat bu deney ile uyumlu değil. Burada bir problem var. Deneyde, NO nun karesi ve O2 var, fakat burada altta O2 nin olmaması gerekir. Burada bir şey oluyor.

1811 Bu şu anlama gelir: burada yazdığımız tepkimelerde, hızlı tepkime veya yavaş tepkime kavramı yoktur, buna göre bir tepkime mekanizması yazdığımızda deneysel gözlemlerle uyum içinde olmayacaktır. Buna göre bir hız ifadesi yazarsanız deney ile uyumlu olmaz. Önerilen mekanizmaya bir şeyler ilave etmemiz gerekir. Buraya bir hızlı adım ve yavaş adım koymamız gerekir, ta ki buna göre yazacağımız mekanizma deney ile uyumlu oluncaya kadar. Bunu yapmak istiyorsak, önce şunu farz edelim, burada ilk adımın hızlı ikinci adımın yavaş olduğunu kabul edelim.

1847 şimdi bu yavaş adımı konuşalım, eğer bir yavaş adımınız varsa ne olur? Burada hız belirleyen basamak (HBB) kavramı ile tanışacaksınız. .bir elementer tepkimede en yavaş adım, bütün tepkimenin hızını belirleyecektir. Eğer bir adım diğerkleri ile mukayese edildiğinde daha yavaşsa, bütün tepkimenin hızını bu adım belirler. Yani en yavaş basamak bütün tepkimenin hızını belirler. Şimdi buna ait bir örnek vereyim.

1921 Onuncu problem setini tamamlamak için çok endişeli olduğunuzu biliyorum. Bu not alacağımız son problem setidir. Dersin başında söylediğim gibi, bugünkü dersten sonra, bu problem setindeki tüm problemleri çözmek için gerekli materyallerin hepsini öğrenmiş olacaksınız. Bazılarınız huzursuz olabilir ve ders sonunda gidip bu problemlerin hepsini yapayım diye düşünebilir. Ders bitmeye yaklaştığı için çantalarınızı hazırlıyor olabilirsiniz, gördüğünüz gibi ders notlarınız bitmek üzere. Buradan çıkıp, hemen kütüphaneye gidip bu problem setini bitireyim diye düşünebilirsiniz.

Toparlanıp sınıftan çıkmanızın 5 saniye sürdüğünü düşünelim. Belkide kapıdan birileri giriyordur, o zaman kapıdan çıkmanız 10 saniye sürer. Kütüphaneye doğru koştuğunuzu düşünelim, çok hızlısınız, durup arkadaşları ile konuşan insanların üzerinden altlayıp trabzanolardan kayıp ilk kata inseniz ve oradan kütüphaneye gitseniz bile çok geç kalmış olabilirsiniz. Her şeyi çok hızlı yapmanıza rağmen, bütün masalar kapılmıştır, herkes 10. Problem setini yapıyordur. Bir masa bulmak için ileri geri dolaşırsın, ama hepsi doludur herkes kimya kitaplarını çıkarmış problem çözüyordur.

Sonra, kütüphaneden ayrılıp en yakınındaki ikinci binaya gidersin, burada kullanılmayan boş sınıflar vardır. boş bir sınıf bulmak için birkaç tane uygulama sınıfını kontrol edersin. Sonunda boş birtane bulursun. Çantayı bırakıp, kitaplarını ve hesap makinesi çıkarıp işe başlarsın, bu da en fazla 10 s sürer. Fakat boş bir masa bulman 20 dakikanı aldı. Bu sınıftan çıkman da 10s kitapların çıkarman 10 s, boş bir masa bulman ise 20 dak. sürmüştü. İşte bu hız belirleyen basamaktır. 20 dakikada bir masa bulman bütün tepkimenin hızını belirler. Pek çoğunuz, hayatınızda hız belirleyen adımı tecrübe etmiştir. Bazı arkadaşlarınız sizin hep hız belirleyen basamağınız olmuştur. Bunları bilirsiniz. Hız belirleyen adım çok farklı mekanizmalarda karşımıza çıkar ve ifadelerimizi basitleştirmemizi sağlar.

2146 Burada ne yaptığıma bir bakalım. Burada bir adımın hızlı diğer adımın yavaş olduğunu kabul edelim. Yine buradaki ifadeye gidelim, bu ifade daha da basitleşecektir. Burada bir soru sormamız gerekiyor. Burada bir şey kabul etmemiz gerekiyor, hadi burada bir şey söyleyelim. İlk adım hızlı ve ikinci adım yavaş olsun. Bunun deneysel olarak tayin edilmiş hız ifadesi ile uyumlu olup olmadığına bir bakalım. Burada, ilk adım hızlı, ikinci adım yavaş dersek, basitçe şunu sorabiliriz, araürünün bozunması mı yoksa kullanılması mı daha hızlıdır? Burada yazdığımızı göre, bozunmasının daha hızlı olduğunu söyleyebiliriz. İlk adım hızlı ve tersinirdir, bu nedenle bozunma hızı yüksektir. İkinci adım yavaştır, araürünün kullanılma hızı yavaştır. Böylece hızımızı değiştirebiliriz.

2257 So, Burada sözel olarak ifade ettiğimiz şeyin, eşitlikteki haline bakacak olursak, buradaki terimin, yani  $k-1x [N_2O_2]$  terimi çok büyüktür. Çünkü bu diğerinden çok hızlıdır. Araürünün tüketilme hızı yavaştır. Bu nedenle  $k-1[N_2O_2]$  terimi,  $k_2x O_2$  teriminden çok büyük olacaktır.

2322 eğer  $k_1$  ni hızı olduğunu veya  $k_1$  sayısının büyük olduğunu söylersek,  $k_2$  yavaş ve  $k_2$  nin değeri küçük olacaktır. Eğer  $k_2$  nin değeri  $k_1$  den çok küçük olursa- bu iki hız sabiti, genel eşitlikte paydada mevcuttur- bu durumda  $k_2[O_2]$  terimini ihmal edebiliriz.

2340 biri gerçekten büyük diğeri gerçekten küçükse, eşitliğin paydasında, küçük terimi önemsiz hale gelir. Bundan kurtulabiliriz. Bu terimini üzerini çizebiliriz. Böylece ifade basitleşmiş olur. Böylece  $[N_2O_2] = k_1 x [NO]^2 / k_2$  olur. Bunu yeniden düzenleriz. Derişim değerlerini bir tarafa yazarız. Böylece  $[N_2O_2] / [NO]^2 = k_1 / k_2$  olur.  $k_1/k_2$  sizce neye eşittir? Büyük  $K$  ya eşittir. evet. Diğeri bir ifade ile bu denge ifadesidir. Birinci adımdaki denge sabiti  $k_1/k_2$  e eşittir.

2444 basitçe burada ne diyoruz: eğer ilk adım hızlı ve tersinir, ikinci adım yavaş ise, birinci adım gerçekten dengededir demek istiyoruz. Peki bunu demek bize ne sağlar? Eğer ilk adım hızlı ve tersinir, ve bunu takip eden ikinci adım yavaşsa araürünün büyük bir kısmı ikinci adım tarafından kullanılmaz demektir, bir süre sonra birinci adımda dengeye erişilir anlamına gelir. Bu durumu buradaki grafik üzerinden düşünelim. Reaktifleriniz araürün oluşturuyorsa, ve bu tepkime hızlı ve tersinir se, ileri ve geri hızlı hareket edecektir, araürünün çok az bir kısmı ikinci adım tarafından ortamdaki uzaklaştırılacaktır, veya çok yavaş sifonlanacaktır ve çok az ürün oluşacaktır. Bir süre sonra birinci adımda bir denge oluşacaktır, çünkü bu belirleyici bir faktör değildir, ve burada dengeye ulaşırsınız. Böylece ifadeniz basitleşmiş olur.

2550 şimdi geri gidelim ve ifadeyi basitleştirelim, şöyle ifade edebiliriz,  $k_1/k_2[NO]^2$  veya  $K_1[NO]^2$  ve araürünü çözmek için bunu yerine koyalım. Bunu daha önceki şu ifadede yerine koyarsak, hız =  $(2k_1 x k_2 / k_1) [O_2] [NO]^2$  olur, veya  $2K_1k_2 [O_2] [NO]^2$  olur. Bu deney ile uyumludur. Deneysel hız yasasındaki  $k$  gözlenen hız sabitinin, buradaki  $k$  terimlerinin bir kombinasyonu olduğunu anlarız. Bu bir kombinasyondur. En azından bu deneyde, belli bir hız sabitine karşılık gelmemektedir. Buradaki hız sabitlerinin hepsinin gözlenen hız sabitine katkısı vardır. Bulduğumuz bu ifadenin deney ile uyuştuğunu görürüz.

2704 Bu problemi yaparken, küçük hız sabitini ihmal edebiliriz, burada sadece denge sabitini kullanabiliriz, bunu çalışmalarınızda göstermelisiniz. En son cevabınızda  $k$  gözlenen varsa, geri dönün ve bunun neye eşit olduğunu görün. Bir metinde bunları yazarken, bu çalışmaların hepsini göstermek zor olabilir. Fakat cevabınızı sonlandırmalısınız. Cevabınızı burada, şurada veya orada sonlandırabilirsiniz. Hepsi de doğrudur. Son cevabınızda  $k$  nin ne olduğu ile

ilgilenmem, fakat bütün çalışmalarınızı göstermelisiniz. Ve deney sonucu ile uyumlu olmalıdır.

2742 Şimdi başka bir örneğe bakalım. Burada tekrar 2 adımlı bir tepkime var. İlk adım hızlı ve tersinir, ikinci adım yavaş. Burada bir mekanizma önerilmiş, sağ tarafa geçelim ve her birinin hızını belirlemeye çalışalım. Bunu daha önce de yapmıştık. Burada daha etkin bir şekilde yapıp yapamayacağımızı görelim. Bu bir ozon tepkimesidir. Ozonun bozunma tepkimesidir. Ozonun bozunması yüzyüze geldiğimiz en büyük problemdir, gelecekte de problem olmaya devam edecektir.

OK. Önce her bir adımın hızını bulalım. Burada ileri yöndeki tepkimenin hızı ne olmalıdır? Evet,  $k_1 \times [O_3 \text{ derişimi}]$ . Ters tepkimenin hızı nedir? Çok açık,  $k_{-1} \times [O_2 \text{ derişimi}] \times [O \text{ derişimi}]$ , burada O araüründür. OK, şimdi ikinci adıma bakalım.  $\text{hız} = k_2 \times [O \text{ araürün derişimi}] \times [O_3 \text{ derişimi}]$ .

Burada ikinci adımın hız belirleyen basamak olduğunu biliyoruz. Bu yavaş adımdır. En azından bu birim öngörümüzdür, buna dayanarak hız eşitliğini yazalım. Bu bizim yavaş basamağımız olacaktır, hız belirleyen adımımız olacaktır. Tekrar edelim. Bu adımda iki molekül  $O_2$  oluşmaktadır. Onun için,  $O_2$  nin oluşum hızı ifadesine 2 sayısını koyarız. Böylece  $O_2$  nin oluşum hızı  $= 2 \times k_2 \times [O \text{ araürün derişimi}] \times [O_3 \text{ derişimi}]$  dir. Bu tamam mı? Bunu yaptık mı? Hayır. Bu niçin tamamlanmamıştır? Çünkü araürün var. Bu problemler, yaparken araürün bizim arkadaşımız olamaz.

3006 Evet, araürün vardır, bu nedenle tamamlanmamıştır. O araürünü, ürün, reaktif ve hız sabiti türünden çözmemiz gerekir. Bunun yapalım. Böylece araüründen kurtulmuş oluruz. Fakat şimdi, çok basit bir şekilde yapacağız, çünkü, ilk adımı hızı ve tersinir, ikinci adımı yavaş olarak belirledik. Bu nedenle, araürün derişimini denge ifadesi cinsinden çözebiliriz. Denge ifadesinin nasıl yazıldığını hala öğrenmediyseniz, bu kavrama kimyasal denge konusunda, asit-baz konusunda, yükseltgenme-indirgenme konusunda ve burada, kinetik konusunda ihtiyacınız olduğunu unutmayın. Bunu finalde kesinlikle yazmak zorunda kalacaksınız. Şimdi devam edelim ve bunu yazalım. Tekrar edelim, ilk adım için, ürünler / reaktiflerdir. Bunu ayrıca hız sabiti  $k_1$  / hız sabiti  $k_{-1}$  şeklinde ifade edebiliriz. Bu büyük  $K$  ya eşittir. Bu bizim  $K_1$  denge sabitimizdir. Şimdi, bu ifadeden O araürünü çekebiliriz. Böylece  $[O \text{ araürün derişimi}] = k_1 [O_3 \text{ derişimi}] / k_{-1} [O_2 \text{ derişimi}]$  ifadesini elde etmiş oluruz.

Bunun için sadece [O] ifadesini bir tarafta geçirdik. Buradaki hız sabitleri yerine,  $K_1$  denge sabitini de kullanabiliriz. Her ikisi de olur.

3142 Şimdi bunu çözelim ve bu ifadede yerine koyalım. Yazdığımız toplam ifadeye geri dönelim. Bu ifade şöyleydi :  $O_2$  nin oluşum hızı =  $2 \times k_2 \times [O \text{ araürün derişimi}] \times [O_3 \text{ derişimi}]$ . Şimdi araürün ifadesini burada yerine koyalım. Böylece hız =  $2k_2k_1[O_3]^2/k_{-1}[O_2]$  olur. Ayrıca bunu  $k$  gözlenen cinsinden ifade edebiliriz. Hız =  $k_{\text{gözlenen}}[O_3]^2/[O_2]$  olur. Bu ifade, önerilen mekanizmanın hızı nedir sorusunun cevabı olabilir.

3235 Bunun doğru olup olmadığını düşünelim. Bazı deneyleri yaparsak ne olmasını bekleriz? Tepkimelerin derecesinin ne olmasını beklersiniz? Buradaki şeylerin derişimini iki katına çıkartırsak ne olmasını beklersiniz? Etkisini araştırınız. Bu öneriyi test etmeye kalkarsak ne elde ederiz? Buradaki hız yasasının toplam derecesi nedir? Ok, özür dilerim. Önce ilkini yapalım.  $O_3$  ün derecesi nedir? İki. Eğer  $O_3$  derişimini iki katına çıkartırsak hızda nasıl bir derişim görmeyi beklersiniz? Bu ne olur? Evet dört katı olur.  $O_2$  nin toplam derecesi veya  $O_2$  nin derecesi nedir? Bu clicker sorusudur. Gerçekten. Bazı insanların ne düşündüğünü bilirsiniz. Bana sadece derecesini değil aynı zamanda derişimin iki katına çıktığındaki etkisini de söyleyin. OK. 10 saniye daha. Very good.

3458 Toplam derecesi -1 dir. Bunun anlamı şudur: derişim ifadesi burada eşitliğin paydasında yer alır. Eğer derişim iki katına çıkarsa hız yarıya iner. Şimdi, tepkimenin toplam derecesi nedir? 1 dir. Bir tepkimenin toplam derecesini bulmak için her birinin derecesini toplamamız gerekir. Buna göre  $2 - 1 = 1$  olur. Her ikisinin de derişimi iki katına çıkarsa ne olur, hız nasıl derişir? 10 saniye daha. OK, bunu oldukça iyi yaptınız. Evet doğru cevap iki katı olacaktı. Bu tip problemlerde oldukça iyisiniz. Bu çok iyi, çünkü finalde bunlardan gelecek.

3637 Son bir örnek daha yapalım. Bu durumda, deneysel hız yasası verilmiştir. Burada görülmektedir, hız =  $k_{\text{gözlenen}} \times [NO \text{ derişimi}] [Br_2 \text{ derişimi}]$ . Bundan yola çıkarak yavaş adımı bulmak istiyoruz. Birinci adımın mı hızlı yoksa ikinci adımın mı hızlı olduğuna bakmak istiyoruz, hangisinin denel hız yasası ile uyumlu olduğunu bulmak istiyoruz. Bu size sorulacak problem tiplerinden biridir. Size deneysel hız yasası verilir ve gözlenen hız sabitine uygun olması için hangi adımın hızlı hangi adımın yavaş olması gerektiğine karar vermeniz istenir.



Bu tepkimede,  $2\text{NO} + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{NOBr}$  şeklindedir. Birinci adımda NO ve  $\text{Br}_2$  tepkimeye girerek  $\text{NOBr}_2$  araürünü verir. İleri yöndeki tepkimenin hız sabiti  $k_1$ , zıt yöndeki tepkimenin hız sabiti  $k_{-1}$  dir. İkinci adımda, araürün  $\text{NOBr}_2$  ile diğer NO molekülü tepkimeye girerek 2 molekül NOBr oluşturur. NOBr bizim ürünümüzdür. Burada ileri yöndeki hızın ne olacağımız düşünelim. Burada hız ne olmalıdır?  $\text{Hız} = k_1x$  ? evet, çok iyi.  $\text{Hız} = k_1x [\text{NO}][\text{Br}_2]$ . Zıt yöndeki tepkime için,  $\text{hız} = k_{-1}x[\text{araürün derişimi}]$  olur

Şimdi ikinci adıma bakalım. burada araürün kullanılmaktadır.  $\text{Hız} = k_2 x [\text{NOBr}_2 \text{ araürün derişimi}] x [\text{NO derişimi}]$  olur. Hızlı ve yavaş adımın hangisi olduğunu bilmiyoruz. Bu nedenle, ürün oluşum hızını ikinci adıma göre yazabiliriz. Tekrar edelim. Burada iki molekül ürün oluştuğundan, tepkimenin hız ifadesine 2 koyalım.  $2 x k_2 x [\text{araürün derişimi}] x [\text{NO derişimi}]$ . Tekrar edelim. Buradaki araürün derişiminden kurtulmamız gerekir. Son ifadede araürün olmamalıdır. Ama burada denge sabitini kullanamayız, çünkü hangi adımın hızlı hangi adımın yavaş olduğunu bilmiyoruz. Hiçbir ön kabul yapmadan eşitliğin uzun halini yazalım.

3917 Bunu yapmak için, burada araürünümüz var, bunu ürünler ve reaktifler cinsinden çözmemiz gerekir. Bu araürünün derişimindeki değişim ifadesini yazalım. Araürün ilk adımda oluşur. Buraya araürünün oluşum hızını yazalım.  $k_1x [\text{NO}][\text{Br}_2]$  bu oluşum hızıdır. Şimdi bu araürünün nasıl bozduğunu düşünelim. Öncelikle araürün birinci adımda zıt yöndeki tepkimede bozunur, bu nedenle ifadenin başına eksi işareti getirilir. Çünkü derişim azalmaktadır, yani derişimdeki değişim negatiftir. O halde  $-k_{-1} x[\text{NOBr}_2]$  yazılmalıdır. Ayrıca araürün kullanılır. Yani Araürün derişimi azalır. İkinci adımda araürün derişimi azalır. Bunu şöyle ifade ederiz  $-k_2 x [\text{NOBr}_2] x [\text{NO}]$ . Eğer tepkimelerin hızlarını bilmiyorsak yazacağımız şey bu olmalıdır- hangi adım hızlı hangi adım yavaş bilmiyorsak. Bunu daima bu şekilde yazarız. Yani araürün derişimindeki değişimi hep böyle yazarız, nasıl oluştuğunu, nasıl bozduğunu ve nasıl kullanıldığını yazarız.

Burada kararlı hal yaklaşımını kullanırız, bu problemlerde her zaman kararlı hal yaklaşımını kullanabilirsiniz. Bunu şöyle ifade edebiliriz: araüründeki net değişim sıfıra eşit olmalıdır. Bu kararlı hal yaklaşımdır. O halde bütün bu terimi sıfıra eşitleyelim. Bazen, kararlı hal yaklaşımının ne olduğu sorulabilir. Bunu problemde kullandığınız kadar sözel olarak ifade etmeyi de bilmeniz gerekir. Şimdi bu setin tamamını sıfıra eşitleyebiliriz ve araürünün derişimini çözebiliriz.

Bu ifadeyi yeniden düzenleriz, ifadenin bir tarafında araürün terimlerini bir araya getiririz, tekrar edelim, araürünün bozunma ve kullanılma hızları, araürünün bozunma hızına eşittir.

4141 Buradan araürün derişimini çekeriz, böylece

$$k_1 [\text{NOBr}_2] + k_2 x [\text{NOBr}_2] x [\text{NO}] = k_1 x [\text{NO}] [\text{Br}_2] \text{ olur.}$$

Bu ifadeyi yeniden düzenleriz, böylece araürün derişimini reaktif derişimi ve hız sabiti cinsinden bulmuş oluruz. Şimdi elimizdeki bu ifadeyi orijinal eşitlikte yerine koymamız gerekir. Burada ne yapacağımızı görüyorsunuz.  $\text{NOBr}_2$  ifadesini ürünlerin oluşum hızı ifadesinde yerine koyacağız. Bunu yeniden düzenleyelim. Şunu elde ederiz.

$$2k_1 k_2 x [\text{NO}]^2 [\text{Br}_2] / (k_1 + k_2 x [\text{NO}])$$

Bu çok iyi. Fakat deneysel olarak bulunan hız sabiti ile uyumlu değil. Bu adımlardan biri hızlı biri yavaş olmalı. Önce, ilk adımın yavaş ikinci adımın hızlı olduğunu kabul edelim. İkinci adımın büyük olması ne anlama gelir. İkinci adımın daha büyük olması  $k_2 [\text{NO}]$  çarpımının  $k_1$  den çok daha büyük olduğu anlamına gelir.  $k_2 [\text{NO}] \gg k_1$ . Böylece ikinci adım birinciden çok daha hızlıdır. Daha ileri gitmeyelim. Şimdi bana söyleyin. Eğer bu doğru ise yukarıdaki eşitliği nasıl sadeleştiririz? 10 saniye daha. OK. Ne yaptığımıza bakalım.

Cevap burada. Niçin böyle olduğuna bakalım. Eğer bu terim diğer terimden çok büyükse, , paydada  $k_1$  terimini ihmal ederiz. Bunun üzerini çizersek, başka neyi sadeleştirebiliriz?  $k_2$  ler de birbirini götürür. Başka neler sadeleşir? Bir tane  $\text{NO}$  derişimi birbirini götürür. Böylece şu eşitlik elde edilir.  $\text{Hız} = 2k_1 [\text{NO}] [\text{Br}_2]$ . Bu doğru cevaptır. Bu sonuç aynı zamanda deneysel hız ifadesi ile uyumludur. Kısaca, tepkimenin toplan derecesini söyleyin. İki. Şimdi diğer yolu seçseydik neyin doğru olması gerektiğine bakalım. diğer yolu seçseydik, yani ilk adım hızlı ikinci adım yavaş olsaydı ne olurdu?  $k_1 \gg k_2 [\text{NO}]$  olsaydı, paydada ikinci terimi ihmal edecektik. Bundan başka ihmal edilecek şey var mı? yok. Böylece sadeleşen ifade şöyle olurdu. Bu da deneysel hız ifadesi ile uyumlu olmazdı. Çünkü, bu durumda hız ifadesinde  $[\text{NO}]^2$  teriminin bulunması gerekecekti. Bunu  $k_{\text{gözlenn}}$  şeklinde yazsak bile deneysel sonuç ile uyumlu olmayacaktı. Bu durumda tepkimenin toplam derecesi 3 olacaktı ve deneysel hız ifadesi ile uyuşmayacaktı. OK. Şimdi onuncu Problem seti için bilmeniz gereken her şeyi öğrenmiş oldunuz. Hiç kimsenin sizin hız belirleyen basamağınız olmasına izin vermeyin.