

L-32 NÜKLEER KİMYA ve TEMEL REAKSİYONLAR

Evet, bugün kinetikle devam ediyoruz. Çarşamba günü 1. Dereceden reaksiyonların kinetiğini işledik bugün de bir kısmının özetini yapacağız. Ve ikinci dereceden kinetiğe geçeceğiz. Geriye dönüp kimyasal dengeden bahsedeceğiz. Tekrarını yapmayı en sevdiğim konulardan birisidir. Reaksiyon mekanizmasından bahsedeceğiz. Bahsetmemiz gereken diğer bir şey ise belki bazılarınız sonsuz koridordaki aktiviteleri görmüşsünüzdür. Bugün dünya AIDS günü. Bugün AIDS tedavisinde kullanılan bileşikler, temelde, bu enzimler için inhibitör görevi yapar. Bu ilaçları tasarlamak için, enzimin reaksiyon mekanizmasının anlaşılması gerekiyordu. Enzimler vücuttaki katalizörlerdir.

Tıpçıların, HIV virüsüne karşı kullanılan inhibitörleri tasarlamaları için bilmeleri gereken şeyler, işleyeceğimiz bu konuda çok geçiyor. Reaksiyon mekanizmasından ve enzimlerin katalizinden yani bugün HIV virüsünün tedavisinde kullanılan temel noktalardan bahsedeceğiz.

Geçen çarşambanın bir özeti. Birinci dereceden reaksiyonların yarılanma süresinden bahsettik. Birinci derecen kinetikten bahsettik **integrated** birinci derece hız kanununu ve yarılanma süresini öğrendik. Geçen ders, birinci derece yarılanma süresine örnek olarak radyoaktiviteyi verdiniz. Bugün bu konudan bahsedeceğiz.

Geçen dersin kısa bir hatırlatması. Birinci dereceden **integrated** hız kanununu biliyorsunuz. Yarılanma süresi, bir maddenin yarısının harcanması için geçen süre. Yarılanma süresini kısaca $t_{1/2}$ olarak gösteriyoruz. Maddenin yarısının harcanması için geçen süre. Maddenin başlangıçtaki miktarının yarısı bölü $[A]_0$, A_0 lar birbirini götürür. $\ln 1/2$, $-kt_{1/2}$ ye eşit olur. k hız sabiti. $1/2$ nin \ln 'ini alıyoruz. Eşitliği tekrar düzenleyerek, yarılanma süresini $0.6931/k$ buluruz.

Birinci dereceden yarılanma süresine örnek olarak radyoaktif bozunmaları verebiliriz. Bunun birinci dereceden olmasının nedeni, bir çekirdeğin bozunmasının, etrafındaki çekirdeklerin bozunmalarından bağımsız olmasıdır. Dolayısıyla bu, başlangıç derişiminden bağımsızdır. Bu yüzden birinci derecedir. Notlarınızdaki boşluklara dikkat edin.

Radyoaktif bozunmaya, birinci dereceden **integrated** hız kanununu uygulayabiliriz. Burada geçen ders öğrendiğimiz eşitlikler var. Bu, birinci dereceden hız kanunun farklı bir gösterimi. A maddesinin belirli bir t anındaki derişimi, ilk derişimi çarpı e^{-kt} dir. Hız sabiti k ve geçen zaman t. Bu eşitlikten ve birinci dereceden yarılanma süresinden bahsettik.

Aynı eşitlikleri kullanabiliriz. Fakat genellikle bunları, A'nın derişimi cinsinden görmezsiniz. Bu ifadeyi, çekirdek sayısı ya da aktiflik için kullanılan a cinsinden görebilirsiniz. Yani derişim yerine, bozunan çekirdek sayısı yani N kullanıyoruz.

Aynı ifadeyi yazalım fakat şimdi A'nın derişimi yerine N yazalım. Bu durumda, çekirdek sayısı; başlangıçtaki çekirdek sayısı* e^{-kt} ye eşittir. k hız sabiti burada bozunma sabitidir. t de zaman.

Kimyasal kinetikte, belirli bir zamandaki derişim değişikliklerinden bahsederiz ama nükleer kinetikte, bozunma sayısından yani bozunuma uğrayan çekirdek sayısından bahsederiz. Nükleer kinetikte bozunmaları Geiger sayacı ile ölçeriz. Yani, bu radyasyonu ölçer. Dolaşp, sınıfı kontrol edeceğim. Farklı klikleri duyabilirsiniz. Bakın dolaştıkça klikler farklılaşıyor. Burada problem var mı, bakalım. Çok az. Evet, iyi. Her zaman az da olsa radyasyon olur. Burası çok iyi.

Bu bir Geiger sayacıdır. Nükleer kinetiği, radyoaktiviteyi ölçer. Laboratuvarımda bundan bir tane var. Çünkü deneylerde X- ışınları

kullanıyoruz. Bunu burada bırakalım, biz devam ederken o da ölçemeye devam etsin.

Burada bu ünite de bahsedeceğimiz bir terimimiz var; A. Bu, A'nın derişimi değil, aktifliktir. Burada aktiflik yani bozunma hızı, yani büyük A; çekirdek sayısındaki değişimdir. Yani bozunma sabiti çarpı çekirdek sayısına eşittir. Genellikle bazı radyoaktif bileşiklerin aktifliklerinden bahsedilir.

Aktiflik çekirdek sayısı ile doğru orantılı olduğu için, bu ifadeyi şu şekilde de yazabilirsiniz. Çekirdek sayısı, başlangıçtaki çekirdek sayısı * e^{-kt} ye eşittir olarak yazabilirsiniz veya aktiflik cinsinden de yazabilirsiniz. Aktiflik, başlangıçtaki aktiflik * e^{-kt} ye eşittir. Bu eşitliklerin hepsi, bu şekilde yazılabilir.

Birimlerden de kısaca bahsedelim. Aktivitenin birimi Bq, Becquerel'dir. Bir Fransız bilim adamı. İlk adı Henry ve benim Fransızca telaffuzum pek iyi değil. Günümüzde kullanılan birimi bu. Bir saniyedeki radyoaktif bozunma sayısına eşittir. Saniyedeki radyoaktif bozunma sayısına eşittir. Size tanıdık gelecek olan eski birim Curie idi. Saniyede $3.7 \cdot 10^{10}$ bozunma demekti. Curie biriminin nereden geldiğini bilen var mı? "*Marie Curie.*" Hayır. Curie birimi, eşi Pierre Curie'den geliyor. Ben de sizin gibi düşünürdüm çünkü Marie her zaman eşinden daha ünlü oldu. Ama, Marie Curie iki Nobel ödülü aldı. Bu yüzden onun için çok üzülmemeliyiz. Sanırım 1903'te aldıkları Nobel ödülü'nü eşile paylaştılar. Ancak 1906'da Pierre Curie bir yol kazasında öldü. Ona, caddeyi geçen bir şey çarptı. 2. Nobel ödülünü eşile paylaşamadı. 1911'de 2. Ödül geldiğinde o çoktan göçüp gitmişti.

Önceden, birim Curie idi. Daha sonra çok büyük bir değere geçtik. Curie, daha sağlıklı çalışmalar için uygun bir birim değildi. Daha hassas bir birim istediler. Bu noktada, sanırım, Marie Curie, Curie'nin standart birim olmamasından eşinin ne kadar mutsuz olacağından bahsetmiştir. Ama onun için çok problem olacağını sanmıyorum. Hala aynı birimi kullanıyor olamazdık çünkü bu çok çok küçük bir değer. Ve

Marie Curie, eşinin adının çok küçük bir değerle ilintili olmasından hoşlanmazdı.

Curie artık kullanılmıyor. Henry Becquerel radyoaktiviteyi ilk keşfedenlerden biri ve bahsettiğimiz ilk Nobel ödülünü Curie'lerle paylaştı. Onun soyadı birim olarak kullanılıyor. Birinci sınıfta kimyacılar, MIT de ilerlerken, bir bayan bilim insanının adının birim olarak kullanıldığını görürlerse bana haber vermelerini isterim. Bu benim bildiğim tek bayan adı taşıyan bir birimdi. Ama öyle değilmiş, Pierre Curie'nin adıymış. Eğer böyle bir şeyle karşılaşırsanız, gelecek referansım için bana bildirin. Burada radyoaktivite için kullanacağınız birim Bq'dur.

Radyoaktivitenin bütün farklı türlerinden sorumlu değilsiniz. Problem çözerken, bu bilgiyi alırsınız. Farklı radyoaktivite türlerinden bahsedeceğim. Bazılarında kütle değişimi olur, bazılarında olmaz. Alfa ışınması, bu notlarınızda yok, tablonun nerde olduğunun referansı var. Bunu hatırlamak zorunda değilsiniz. O nedenle notlarınıza koymadım. Alfa ışınması helyuma parçacığı kaybına eşittir. Yani 2 proton 2 nötron kaybedersiniz. Bu büyük bir kütle değişimidir. Ancak, örneğin beta ışınmasında elektron kaybı söz konusudur. Kütle değişimi olmaz. Farklı ışınma türlerinde bu tür farklılıklar olur.

Radyoaktif izotopların yarılanma sürelerinde de farklılıklar olur. Tekrarlıyorum testlerde ya da problem setlerinde bu bilgi size verilir. Aklınızda tutmak zorunda değilsiniz. Bu tablo kitabınızdakinin benzeri. Buradaki önemli nokta yarılanma sürelerinin farklı olması. Buradaki a yıl , d gün demek. Buradaki yarılanma sürelerinin bazıları yıllar, bazıları ise günler alır. Radyoaktif izotopların yarılanma sürelerinde farklılıklar vardır. Bazıları çok çok çok uzun süre kalır.

Bugün yarılanma süreleri hakkında bir şiirden bahsetmek istiyorum. MIT'den mezun olan bir öğrenci tarafından yazılmış. Mala Radhakrishnan. Kendisi Wellesley üniversitesinde profesör. Wellesley, Massachusetts'de.

“Yarı ömür günlerimiz.” Başlıklı şiiri tembeller için kimya koleksiyonundan alınmış. Bu şiir Uranyum 238 bozunma serilerini içeriyor. Başlıyoruz.

“Yarı ömür günlerimiz. Sevgilim. Sana başımdan geçenleri yazıyorum. Bütün kimliğim değişti. Ama sevgili, rol yapmaya çalışmıyorum. Ben uranyum 238 iken kilo vermeye başladım. 5 milyar yıldır umutlandım ve dua ettim. Nihayet bir alfa ışınmasına uğradım. 2 proton ve 2 nötron kapıdan çıktı gitti. Artık bir toryum 234 idim ama çekirdeğim hala gözlerin için uygun değildi. Gözlerinin büyüklüğü kadar pozitif değildi. Ama bu sefer yarılanma sürem o kadar uzun değildi. Değişme isteğim çok kuvvetliydi. Bin yıl değil bir ay sürdü bir beta ışınmasıyla protaktinyum’a dönüşmem. Ama sen beni anında reddettin. Protaktinyumu kim duymuştu ki? Beta ışınması ile, uranyum 234 olmak için çok şey yaptım. Tekrar kendimdim. Ama yeni bir izotop. Ama sen hala memnun değildin. Umut etmek zorundaydım. 3 alfa ışınması çok zordu. Sırayla toryum, radyum ve radon oldum. En sonunda seni memnun edeceğimi düşünüyordum. Kütle 222 idi. Ama sen ‘kütleni sevmeme rağmen bir soy gazla birlikte olamam’ dedin. Haklıydın. Reaktif değildim. Seni memnun etmek için proaktif kaldım.

Birkaç gün sonra seni bulduğumda dedim ki ‘iki alfa ışınması daha, ve artık kurşunum. Kafanı salladın. Kütle numaram 214, seni mutlu etmemişti. Bu kütleyle daha önce kötü bir tecrübem olmuştu. Kararsız bir acitone kapıdan çıkıp gitti. Değişmek için gittim. Ama yapabildiğim tek şey bir beta ışınmasıydı. Umutlarım ve rüyalarım çökmeye başlamıştı. Çünkü beta ışınması kütle numarasını değiştirmez. Bizmuttan polonyuma. Umut ettim. Nihayet çağırıldım. Yarılanma sürem 164 mikro saniye olmuştu.

Nihayet bir alfa ışınması oldu. Kütle numaramın 210 a düşüşü ile ödüllendirildim. Çok yorulduğumu kabul etmeliydim. Sana olan sabrım bitmek üzereydi. Daha önceki sevgililerime göre çok kaprisliydin. Enerjimin çoğu çoktan bitmişti. Ama hala mutlu değildin. Nihayet düzelmiştin. 206 numarasını bende çok sevdim. Beta ışınmasıyla başlayan ve bir tane daha beta ışınması geçirdiğim o güne kadar yıllarca bekledim. En sonunda 206 olmuştum. Daha çok

değişmeye gücüm yetmezdi. Artık aktif değildim. Ama mutlu ve kararlıydım. Bu noktaya gelmek milyarlarca yıl aldı. Bak ne kadar değiştim. Hepsi senin için.

Dur, ne dedin? Çok yaşlı olduğun için, senin yerine genç bir altınla olmamı mı söyledin? Vazgeçerim balkabağım. Bu kadar emeğim hiçbir şeye değmeyecek mi? Artık beni sen yönetmeyeceksin. Çünkü seni terk ediyorum. Bir değil 4 atom için. Bu doğru. Sen beni reddederken çok eğlenceli klorlarla karşılaştım. $PbCl_4$ oluşturacağız. Artık beni duymayacaksın. Bak yıllar sonra akıllandım. Öğrendim ki aşk uzlaşmamış. Senin yarılanmalarının yarısı duruyor. Şimdi, sen git oraya. Taviz sırası sende. “

Bu , “yarı ömür günlerimiz “den. Mala, şiirlerinin sadece kafiyeli değil aynı zamanda kimyasal olarak doğru olması için çok çaba sarf eder. “Tembelden kimya”yı okumak konuyu tekrar etmenin güzel bir yolu.

Peki, şimdi bir örnek yapalım. Zaman göre değişimleri görelim. Bu örnekte, plutonyum örneğinin başlangıçtaki aktivitesini ve 17 yıl sonraki aktivitesini bulmamız isteniyor. Bu problemi nasıl çözeriz bir bakalım. Öncelikle, verilen bilgiye göre, bulmamız gereken ilk şey başlangıçtaki çekirdek sayısı. Büyük N_0 ,başlangıçtaki çekirdek sayısı. Gram hakkında da bilgi verilmiş, 0.5 gr var. Çekirdek sayısını bulmak için ilk olarak ne yapmalıyım? Gramdan neye geçmeliyim? “mol.” Mol, doğru. Burada molekül ağırlığını kullanmalıyız. Bu, izotop formunda verilmiş. Bu, 239. Çevirmede kullanacağımız değer budur. Bu, bize molü verir. Peki molden moleküle nasıl geçeriz? Avagadro sayısı, $6.022 \cdot 10^{23}$. 1 moldeki çekirdek sayısı. $1.3 \cdot 10^{21}$ çekirdek buluruz.

Evet, başlangıçtaki çekirdek sayısını bulduk. Sıradaki bulmamız gereken şey k . k , hız sabiti yani burada bozunma sabitidir. Birinci derecede, k hakkında ne biliyoruz? Ne için k 'nın formülünü biliyoruz? Birinci derece yarılanma süresi için, doğru. k , $0.6931/t_{1/2}$ ye eşittir. Bu soruda yarılanma süresi verilmiş, genelde bu size verilir ya da buna bakabilirsiniz. Yerine koyalım. $0.6931/ 7.6 \cdot 10^{-11}$ saniye. Sabitimiz buradan, $9.1 \cdot 10^{-13} s^{-1}$ olur.

Şimdi, başlangıçtaki ve 17 yıl sonraki aktifliği bulalım. Önce, başlangıçtaki aktifliği bulalım. Başlangıçtaki aktiflik, hız sabiti* başlangıçtaki çekirdek sayısına eşit olur. Bunların ikisini de bulduk. Değerleri yerine koyalım. $(9.1 \cdot 10^{-13} \text{ s}^{-1}) \cdot (1.3 \cdot 10^{21})$, $1.2 \cdot 10^9$ olur. Birim nedir? Bu bir, “hımmm” gibi. Anlaması zor.

“bir saniyedeki çekirdek sayısı.”

Bir saniyedeki çekirdek sayısı yani ne? Bu, başka bir şeye eşit. Evet bu Becquerel yani Bq’ya eşit. Evet, tanım olarak bu, saniyedeki çekirdek sayısına ya da saniyedeki bozunma sayısına eşittir.

Peki sonuncusunu yapalım. 17 yıl sonra. Bir süre sonraki aktiflik, başlangıçtaki aktiflik* e^{-kt} ye eşittir. Başlangıçtaki aktifliği bulduk, $1.2 \cdot 10^9$ Bq e üzeri $-(9.1 \cdot 10^{-13} \text{ s}^{-1})(5.4 \cdot 10^8 \text{ s})$. Burada, birimlerin birbirini götürmesi gerekiyor. Genelde burada hata yapılır. 17 yıl yazarlar, ama hız sabiti saniye ile hesaplanmıştır. Birbirlerini götürmez. Birimlerin uyumlu olmasına dikkat edin. Burada, saniyeler birbirini götürür.

Anlamli rakamlarla işlemi yaptığınızda bu, $1.2 \cdot 10^9$ Bq’ya eşit olur. Bu problemde bu terim anlamli değildir.

Anlamli rakam açısından, başlangıçtaki aktiflik ve 17 yıl sonraki aktiflik aynı. Bu soruyu seçmemin nedeni bir probleme değinmekti, radyoaktif atıklar. Bazı bileşiklerin bozunması çok uzun zaman ister. Bu nedenle radyoaktif atıkların depolanması ve uzun süre dayanacak konteynırlar söz konusu olur. Konteynırın radyoaktif atığa ne kadar dayanacağını bulmanız gerekir. Bunun için bir deney yapamazsınız, konteynırın dayanıklı olup olmayacağı konusunda tahmin yürüttüğünüz tarihte, onu tasarlayan kişi yaşamıyor olabilir. Bu yüzden, radyoaktivite önemli bir meseledir. Başkanlık seçimlerinde, iki adayın da nükleer enerjiyi savunup savunmamaları ile ilgili şeyler duydunuz; her ikisi de, “üzerinde çok düşünülmesi gerekiyor, her şeyi masaya yatırmalıyız. Düzgün bir enerji politikamız olacaksa, hiçbir şeyi gözden kaçırmamalıyız.” Dediler.

Radyoaktif atıklar konusu ve radyoaktiviteyi güvenli şekilde ele almak güncel ve önemli konular olmaya devam edecek. Bunlar belki de gelecek yaşamınızda sizin uğraşacağınız konular olabilir. Belki, yeni

teknolojiler üretmeye çalışan bir bilim insanı olarak, belki de mahallesine radyoaktif tesis kurulması konusunda oy kullanacak bir vatandaş olarak. Kendi yakınlarına tesis yapılmadığı sürece, birçok insan nükleer enerji konusunda mutludur. Ama bunlar sizin karşınıza çıkacak şeyler, gelecekte bununla direk uğraşmasanız bile muhtemelen bu konuda oy kullanacaksınız.

Evet, bu problemleri bu şekilde çözeceksiniz. Peki, radyoaktivitenin tıptaki kullanımından bahsedelim. Radyoaktivite kesinlikle arkadaşımız olabilir. En azından ilgi gerektiren bir konu. Bundan ilk derste bahsetmiştim. Kimya bölümümüzün, Amerika Birleşik Devletleri haberleri ve dünya raporları kimya bölümleri sıralamasında yıllardır birinci olmasının nedenlerinde biri de, Profesör Alan Davidson'dan bir patent sayesinde gelen ekstra para ile yaptığımız heyecan verici çalışmalardır. 511-1 konuları ile yapılan ve çok para getiren buluşlardan bahsetmeyi her zaman sevmişimdir.

Teknesyumun bir izotopunu kullandı. Şimdi, organ ve kemik taramalarında, kalp görüntülemelerinde kullanılan en iyi tekniklerden biri. Son zamanlarda göğüs kanserinde de kullanıldı. Amerika'da yılda 7 milyon kullanımı tahmin ediliyor. Patent, kardiyolit olarak alındı. Temeli çok basit bir kimyadır. Bir d blok metalini, d blok metalinin izotopunu kullanıyorsunuz. Ve bunun muhteşem d orbitalleri var. Peki ne yaptı? Bu metalle bir koordinasyon bileşiği yaptı. Bir izotopunu. Ligandları buldu. Siyanür ligandları. Bunlar sıradan ligandlardır. Siyanür ligandları içeren çok koordinasyon bileşiği gördünüz. Gerekli kararlılık ve çözünürlük özelliklerini sağlamak için farklı ligandları denedi. Bu kadar.

Biraz radyoaktivite biraz da inorganik kimya bilgisi kullandı. İnorganik kimyacıydı. Şimdi emekli. Ve basit bir koordinasyon kimyasıyla MIT'ye özellikle kimya bölümüne çok fazla para kazandı. Ve çok hayat kurtardı. Hayal etmek, aslında, kimyacıların çok yaptığı bir şeydir. Sadece kanser ve organlar için değil, hücreler ve sağlıklıyken nasıl çalıştılarıyla ilgili de hayal kurmak.

Yakınlarda, kimya bölümünden Profesör Alice Ting NIH öncü ödülü aldı. NIH, ulusal sağlık enstitülerinin kısaltmasıdır. Öncü ödülleri, yeni fikirlerle gelen insanlar için verilmeye başlandı. Bunlar, çoğu insanın fon ayırmak istemediği fikirler. Çünkü bu fikirlerin işe

yaramama ihtimali var. Fakat işe yararsa, olağanüstü olur. Profesör Ting, ödülü, canlı hücrelerdeki protein-protein etkileşimlerini görüntüleme teknolojisini geliştirmek için aldı. Bu, insanların yapabilmeyi gerçekten çok istedikleri bir şey. Böylece teknoloji geliştirmeye dahil oldu. Görüntüleme teknolojilerini geliştirme, bir çok kimyacıнын yaptığı bir şeydir. Bu, kimyada çok popüler bir alandır. Eğer bu konuya ilgi duyuyorsanız, Lisans Araştırma Olanakları Programında, etrafınızda birlikte çalışacağınız çok kişi olacak.

Evet, bu birinci derece. Şimdi devam edelim ve ikinci dereceden **integrated** hız kanunlarından bahsedelim. Sizin için küçük bir türevimiz olacak, sizleri bu konuda uyarmayı severim, bazı formüller birden ortaya çıkıyor, kayboluyor. Formüllerin nereden geldiğini bilmek istersiniz.

Geçen ders bahsetmiştik, bu, hız kanunu için bir ifade. Hız sabitimiz var, A'nın derişimi katsayısı üsse geldi. 2 katsayısı bunun 2. Dereceden olduğunu gösteriyor. Eğer üstte hiçbir şey yoksa o birdir. Reaksiyon derecesi pozitif, negatif, tamsayı ya da rasyonel sayı olabilir. Bu 2. Dereceden yani üs 2.

1. Dereceden ifade de yaptığımız gibi derişim ve zaman terimlerini ayırıyoruz. Derişim terimini bir tarafa atıyoruz. Diğer derişim terimi de burada. Diğer tarafta ise hız sabiti ve zaman terimi var. Şimdi integralini alalım. Çünkü bu bir **integrated** hız kanunu. A'nın başlangıç derişimi ile, t anındaki derişim aralığında integralini alalım. Diğer tarafta ise sıfır anı ile t anı aralığında integral alalım.

Bu ifadeyi alıp sayfanın başına getiriyorum. Aynı ifade hiçbir şey değişmedi. Şimdi bu integrali çözelim. Bu integrali çözerken, bu dönüşümler kitabınızın en arkasında var. Oraya bakabilirsiniz. Çözelim. $-(1/[A]_t - 1/[A]_0), -kt'$ ye eşit olur. – işaretlerden kurtulalım. t anındaki derişim bu tarafa atalım. Diğer tarafta da kt ve 0 anındaki derişim var. Bu ifade bir doğru denklemdir.

Tekrarlıyorum. Kinetik için deneysel veri gereklidir. Verileri hesaplar ve çizersiniz. Birçok doğru denkleminiz olur. Çünkü bu, verileri çizmekle ve reaksiyon derecesini denemekle ilgilidir. Burada bir doğru denklemi var. Bunu çizelim. Bu doğrunun y eksenini ile kesişimi nedir? Son 10 saniye.

Hepiniz doğru denklemini analiz etmeyi biliyorsunuz. Burası 1/başlangıç derişimi. Peki burada eğim neye eşittir? k. yani verileri zamana göre derişim değışikliği grafiği olarak çizebilirsiniz. Eğer veriler 1/A nın derişimi – zaman grafiği olarak çizilirse bir doğru elde edilir. Bu da 2. Dereceden olmasıyla uyumludur.

2. dereceden yarılanma süresi. 1. Dereceden yarılanma süresi hakkında konuşmuştuk. Herhangi bir yarılanma süresi maddenin yarısının harcanması için geçen süredir. Bunu yeniden yazalım. $[A]_t$ yi başlangıç derişiminin yarısı olarak yazalım. Burada t , $t_{1/2}$ olur. bu yarılanma süresi. Bu ifadeyi sadeleştirelim. 2 buraya gelir. Derişim terimlerini bir tarafa alalım. Buradan, 1/maddenin başlangıç derişimi, $kt_{1/2}$ ye eşittir. 2. dereceden yarılanma süresi , $1/(k*\text{maddenin başlangıç derişimi})$ ne eşittir. 2. Dereceden yarılanma süresi başlangıç derişimine bağlıdır. 1. Dereceden yarılanma süresinden çok farklı. Derişim ifadeleri birbirini götürmedi. Yani, 1. Dereceden yarılanma süresinde, başlangıç derişimi yarılanma süresini etkilemez. Ya da radyoaktif bozunmada, başlangıçtaki çekirdek sayısı yarılanma süresini etkilemez. Ancak, 2. Dereceden yarılanma süresinde, başlangıç derişimi önemlidir.

Tekrarlıyorum, kimya, deneyseldir. Laboratuarda yaptığınız şey, reaksiyonun kaçınıcı dereceden olduğunu bulmaya çalışmaktır. Böylece verileri elde edersiniz. “Bunun 1. Dereceden mi 2. Dereceden mi olduğunu bilmiyorum” diyebilirsiniz. 1. Dereceden reaksiyonda, derişimlerin ln’lerinin zaman göre grafiğinin çiziyorsunuz. 2. Dereceden reaksiyonda ise (1/ derişim)-zaman grafiği çiziyorsunuz. Böylece, verileri yerleştirir ve “(1/derişim)- zaman grafiği çizersem doğru elde ederim. Eğer ln-zaman grafiği çizersem grafik doğrusal olmaz. Yani 1. Dereceden değildir. Daha çok 2. Dereceden reaksiyona benziyor. Tekrarlıyorum, reaksiyonun 1. Dereceden mi 2. Dereceden mi olduğunu deneysel olarak belirliyoruz.

Peki. Şimdi kinetik ve denge sabitlerinden bahsedelim. Denge sabitlerine geldiğimizde, bildiğiniz gibi çok heyecanlanıyorum. Kinetik ve denge sabiti ilişkisine geldiğimiz zaman da çok mutlu olduğumu tahmin edebilirsiniz.

Dengede neler olduğunu düşünmenin bir yolu da, ileri reaksiyon ve geri reaksiyon hızlarının birbirine eşit olmasıdır. Büyük K’dan yani

denge sabitimizden bahsedebiliriz. Küçük k , ise hız sabiti. A ve B'nin, C ve D' ye dönüştüğü reaksiyonda denge sabiti nedir? Üste ne yazmalıyım? Neyin derişimi? C'nin derişimi ve D'nin derişimi yani ürünler. Altta da girenlerin derişimi, A ve B.

Bu reaksiyona bir de hız sabiti açısından bakalım. Yukarıda k_1 var, aşağıda ise k_{-1} . İleri reaksiyonun hızı, $k_1 \cdot (A'nın\ derişimi)(B'nin\ derişimi)$ ne eşittir. Geri reaksiyonun hızı ise, $k_{-1} \cdot (C'nin\ derişimi)(D'nin\ derişimi)$ ne eşittir.

Hızlarımız bunlar ve dengede bu hızlar birbirine eşit olacak. Dengede; $k_1 \cdot (A'nın\ derişimi)(B'nin\ derişimi)$, $k_{-1} \cdot (C'nin\ derişimi)(D'nin\ derişimi)$ ne eşit olur. CD/AB , k_1/k_{-1} e eşit olur. Bu ifadeyi düzenleyip, hız sabitlerini bir tarafa, derişim ifadelerini bir tarafa alırsak bu ifadeyi elde ederiz. Bu ifadenin de neye eşit olduğunu biliyoruz. Büyük K. Yani, denge sabiti, ileri tepkimenin hız sabiti/geri tepkimenin hız sabitine eşittir. Burada denge sabitleri ve hız sabitleri arasındaki ilişkiyi gösteren bir ifade var.

Bunun neden doğru olduğunu düşünelim. Basit reaksiyonlar için denge sabiti, ileri hız bölü geri hıza eşittir. Hız sabitlerine, kinetik terimleriyle bakarsak; K, 1'den büyükse, yani dengede ürünler girenlerden fazlaysa, k_1 ve k_{-1} nedir? k_1 , k_{-1} den büyük müdür, küçük müdür? Doğru. İleri tepkimenin hız sabiti, geri tepkimenin hız sabitinden büyüktür. Peki denge sabiti K, 1'den küçükse, dengede ürünler mi fazladır, girenler mi? Girenler. Artık, denge sabitlerini, hız sabitlerinin yardımıyla inceleyebilirsiniz. Çarşamba günü örnekler yapacağız.

Peki. Son birkaç dakikada, sizi birkaç terimle tanıştırmak istiyorum. Reaksiyonlar genelde tek aşamada değil birkaç aşamada gerçekleşirler. Her aşamaya, basamak reaksiyonu denir. Toplam reaksiyonun sitokiyometrisine bakarak onun hız kanunu ve derecesi bulunamaz. Ancak ara basamak reaksiyonları bulunabilir. Bir basamak reaksiyonda, yani reaksiyon mekanizması bir aşamalı olduğunda, reaksiyon yazıldığı şekilde gerçekleşir ve burada sitokiyometriyi kullanabiliriz. Mekanizmalı olanlarda bu, kullanışlı olacak.

Hemen bir örneğe bakalım. Burada ozonun ayrışması var. Gelecekte karşılaşacağınız önemli çevresel problemlerden biri de bu. Net

reaksiyon bu, ve reaksiyon derecesini bulabilmek için sitokiyometriyi kullanamazsınız. Ama alt reaksiyonlara bölerek, her alt reaksiyon için sitokiyometriyi kullanarak, her alt reaksiyon için hız kanununu yazabilirsiniz.

İlk aşama, tek moleküllü yani unimoleküler aşama. Bir şey, iki şeye dönüşüyor. Molekülerlik, ürün oluşturmak için bir araya gelen girenlerin molekül sayısı demektir. Tek moleküllü, bir şey bir ürüne dönüşüyor. İki şey bir ürünü oluşturursa nasıl isimlendirildiğini bilen var mı? Bimoleküler. Bunlar testlerde, bir iki puanlık güzel sorular. Çok zor değil, düşünmek çok kolay.

Tek moleküllü, örnekleri, ayrışmalar, bozunmalar... Bimoleküler, iki molekül bir ürünü oluşturuyor. Termoleküler, 3 giren 1 ürün oluşturuyor. Bu nadir olur. Bunun nadir olduğunu şöyle hatırlayın, elinizde 3 tane tenis topu tutuyorsunuz ve bir ürün oluşturmak için aynı anda bir araya geliyorlar. Bu çok zordur. 2 şeyin birleşmesi daha kolaydır. Bimoleküler daha çok görülür. Termoleküler sık görülmez.

Peki. Burada her basamak için hız kanununu yazalım. İlk basamakta - k burada yazılmamış ama her zaman okun üstünde küçük k vardır- hız, $k \cdot \text{giren}$ dir. Bimoleküler için, orada k yazılı olduğunu düşünün. Hız neye eşit olur? Son 10 saniye çünkü ders bitmek üzere. Evet, cevap en alttaki. Hız, $k \cdot \text{bu iki giren}$. Basamakları toplayıp, net girenleri bulabilirsiniz. "O" nun ara ürün olduğuna dikkat edin. İlk basamakta oluşup, ikinci basamakta tükeniyor. Bu, nedenle net tepkime denkleminde gösterilmiyor.

Gelecek ders, reaksiyon ara ürünleri hakkında konuşacağız. Unutmayın, reaksiyon mekanizmasını doğru olduğunu ispatlamak zorunda değilsiniz. Onlar elinizdeki verilerle uyumludur.