

Tamponlar üzerinde konuşmaya kaldığımız yerden devam edelim. Ben tamponları çok severim, onların büyük fanıyım, hakikaten, araştırmalarım da tamponların çok faydasını gördüm, çünkü ortamın pH larını sabit tuttular. Herhangi bir biyoloji veya biyokimya araştırmasında çalışıyorsanız, tamponları bilmek zorundasınız. Daha sonra bahsedeceğim gibi, vücudunuzun da uygun tamponlara ihtiyacı vardır, vücudunuzda büyük pH değişimleri istemezsiniz, aksi takdirde organlarınız düzgün çalışmaz. Bu nedenle tamponlar çok önemlidir.

Tamponlara devam edelim. Asidik tampondan bahsediyorsak, bu pH aralığının asidik bölgesinde tampon işlevi görür. İki yönlü çalışmasını istersiniz. Kuvvetli bir asit eklerseniz, nötralleştirilir ve pH aynı kalır. Kuvvetli baz eklerseniz, nötralleştirilir ve pH yine aynı kalır. İyi bir tampon olması için, karışımda zayıf bir asit ve eşlenik bazı bulunmalıdır.

Zayıf asit, protonunu veya H iyonunu hidroksit iyonuna verir, bu hidroksit iyonu ortama ilave edilen kuvvetli baza aittir ve nötralleştirilmesi gerekir. Eklenen hidroksit iyonunu nötralize etmek için ortamda proton verecek asitin bulunması gerekir. Aynı zamanda eşlenik baza da ihtiyacınız vardır. Ortama asit ilave edilirse, eşlenik baz protonu alacaktır ve eklenen asidin etkisini nötralleştirecektir. Tekrar edersek, iyi bir tampon için zayıf bir asitle onun eşlenik bazına ihtiyacımız vardır, her ikisine de ihtiyaç duyarız.

Zayıf asit ve zayıf eşlenik bazdan bahsediyorum, kuvvetli bir asitle onun eşlenik bazının tuzu neden iyi bir tampon oluşturmaz? Kuvvetli asitler ne yapar? Kuvvetli asitler tamamen ayrışır, bu sizin için iyi bir şey değildir. Bu eşitliği her iki yönde de kaydırmak isteyebilirsiniz. Kuvvetli asit tamamen ayrışır, sağa doğru ilerler. İyi bir tampon olması için, ortama ilave edilen hem kuvvetli asiti hem de kuvvetli bazı nötralleştirmesi gerekir. Bir baz olarak etkin olacak, eşleniğe ihtiyaç vardır ve kuvvetli asitlerin eşlenik bazları etkisizdir. kuvvetli asitlerin eşlenik bazları, baz olarak davranmaz. Bu nedenle, Tamponlar zayıf asit ile onların eşlenik bazlarından veya zayıf bazlar ile onların eşlenik asitlerinden hazırlanır. Onların zayıf aralıkta bulunması gerekir aksi takdirde tampon kapasiteleri yoktur.

Şu bazik tampon örneğine bakalım. Aralarında sadece şu fark vardır, bazik tampon bazik bölgede yani pH aralığının sonunda çalışır. Eşitliği buradadır. Suda bir bazımız var, zayıf bazın eşlenik asitini ve hidroksit iyonunu oluşturur. Kuvvetli asit eklendiğinde ne olacağını düşünelim. Kuvvetli asit eklenirse, bu  $\text{NH}_3$  bazı, asitten gelen protonu alır ve daha fazla  $\text{NH}_4$  oluşturur, böylece kuvvetli asidi çözüldüğüden uzaklaştırmış olur ve pH yı nötralleştirir.

Diğer taraftan, kuvvetli baz eklenince, amonyum iyonları protonunu verir ve sudaki eşlenik bazını oluşturur, ve tekrar, pH hemen hemen aynı kalır. Böylece, zayıf baz ve onun eşlenik asidi birlikte tepkimeye girip pH yı nötralleştirir.

Bazik tamponda zayıf baz, B; kuvvetli asitten gelen protonu alır ve kuvvetli asidi çözüldüğüden uzaklaştırır. Zayıf bazın eşlenik asidi, zayıf bir asittir, protonunu ortama ilave edilen kuvvetli bazın hidroksitine verir ve etkisini nötralleştirir.

Bir tampon, zayıf asit baz eşlenik çiftlerinin bir karışımıdır ve pH yı sabit tutar, eklenen protonların etkisini azaltır veya proton kaynağı gibi davranır. Tamponun çalışma prensibi budur.

Tamponun çok önemli olduğundan bahsetmiştim. Kanınızda da çok önemlidir. Kanınız pH 7.35 ile 7.45 arasında tamponlanmıştır, kanınızda da eşlenik asit baz çifti vardır. Tabiatın kendi tamponlama sistemi vardır, kandaki pH yı sabit tutmak için düzenlemiştir.

Tamam eğer kanınızdaki pH değişirse ne olur? Bana kanda pH değişimine neden olan bir hastalık adı söyleyin. B12 vitaminine bağlı bir enzimden kaynaklanır, Metilmalonik mutaz koenzimi A olarak adlandırılan bu enzim sizin dostunuzdur. Sahip olduğunuz bütün yağların enerjiye dönüşeceği fikrinden çoğunuzun heyecanlanacağını düşünüyorum, bu enzimin hayranı veya bir fanı olmalısınız. Yağ asitlerini parçalar, metilmalonil ko-A yı, süksinil ko-A ya çevirir ve oradan da sitrik asit çevrimine gider. Fakat bu adım durdurulursa, bu enzimle ilgili bir genetik hastalık varsa, metil malonik asidemi hastalığı ortaya çıkar.

Bu, vücuttan atılmalıdır, Süksinil ko-A ya çevrilemez, vücuttan atılamazsa pH asidik hale geçer. ortamda büyük miktarda bulunduğu için vücuttan atıldığı zaman dahi kanın pH sınırı değiştirebilir. Tamponlama sistemine sahip olmanıza rağmen, tamponlama sisteminizi bozabilir ve pH değişimine neden olabilir, bu durum nörolojik bozukluklara bazen ölüme neden olabilir.

Bunu yenidoğan bebeklerde arayabilirsiniz, bunun için bir test yapılması gerekir, her eyalette yoktur, fakat Massachusetts de var, Kızım Samantha ya bu test uygulandı. Yenidoğan bebeğin idrarında aradılar ve pH sına baktılar, bu asitten atılıp atılmadığını tayin ettiler. Bazı bebekler bu asitten günde 1 gram civarında atmaktadır, bu gerçekten büyük bir miktarda bir asittir ve tampon kapasitesinin üzerindedir.

Size genetik araştırmaların önemini vurgulayan küçük bir hikaye anlatacağım. İnsan genom projesinden önce, bilim adamları bu durumdaki hastalarda hatalı genin ne olduğunu anlamaya çalışıyorlardı. Buradaki amino asitlerin hepsi genden gelmektedir. Bu küçük bir protein değildir, bir çok amino asitten oluşmuştur. Problemi burada buldular, veya problemlerin bir tanesinin tam bu noktada olduğunu buldular. Bu glisin kalıntısıdır, glisin en küçük amino asittir, başka bir şeye dönüşmüştür ve bu durum hastalıklara neden olur.

Şimdi hayal etmenizi istiyorum, küçük bir çocuğun anne babasıdır, ve çocuğunuz bu sağlık problemi olduğunu öğrendiniz, bu konuda ilerlemeler olduğunu duydunuz, buna neyin sebep olduğunu biliyorlar, doktora gittiniz, doktor size evet çocuğunuzda DNA bozukluğu var, buradaki glisin yerine farklı bir amino asit koyalım dedi. Sizin için ne yapacaklar? Bu niçin bir problem olsun? Onlar bu problemin neden olduğunu bilmiyorlardı, sadece orada bozuk bir amino asit olduğunu biliyorlardı.

(8:45) Orada gerçekten neler olduğunu anlamaya çalışmak ikinci bir adımdı. Burada olan şeydi, B12 vitamin kofaktörü proteine bağlandığında, kendi konformasyonunu değiştiriyordu. Buradaki gibi halka veya kavis oluşturmak yerine, bir kuyruk oluşturuyordu. Buradaki baz aşağıya kayıyor ve vitamin beklenenden daha farklı bir şekle sahip oluyordu.

Bu enzimlerden birisinin yapısı ilk kez çözüldüğü zaman, burada B12vitamininin nasıl bir şekilde olduğu bulundu, bu genişlemiş bölgeye sahipti, kimsenin böyle bir şey beklemiyordu, bu sayede proteine tam olarak uyuyordu. Bu proteinde vitaminin bağlandığı bölgedir, ve büyük bir oyuğa sahiptir, bunları iç içe koyabilirsiniz, yerine tam olarak uyar, böylece mutlu bir enziminiz olur. Bu oyuğu nasıl oluşturursunuz?, doğanın boşluktan nefret ettiği söylenir,

bu oyuğa nasıl sahip olursunuz? Peki, doğanın yaptığı şudur: küçük bir amino asidi oraya yerleştirir, burada glisin, B12 vitamininin tam uyacağı bir boşluk oluşturmuştur.

Bu genetik bozuklukta, glisin arginine çevrilmiştir. Boşluğu bu oluşturur. İnsanlar bu hastaları tedavi etmek için fazladan B12 veriyorlardı, B12 yi hastalara enjekte ediyorlardı, ortamda daha fazla B12 oluyordu, ve enzimin yeniden etkin olması için B12 yi bağlamak istiyordunuz,. Fakat aslında her ne kadar fazla B12 eklerseniz ekleyin, bu pek iyi sonuç vermez, çünkü bu boşluğa tam olarak uymaz.

Bunun yerine başka bir öneri vardı, vitaminin tamamını vermek yerine, belkide vitaminin uçları kesilmiş halini verebilirdiniz, bu bileşik ticari olarak mevcuttu, bu belki proteine bağlanabilir ve etkinliğini yeniden oluşturabilir. Problemin ne olduğunu önceden bilerseniz, ona göre öneri yapabilirsiniz.

Bu genetik hastalığa iyi bir örnektir. Çok yaygın değildir, fakat söylediğim gibi, Massachusetts de test edilmektedir. Problemin ne olduğunu bilerseniz, bir çözüm oluşturabilirsiniz. Fakat çoğu kişide, kanınız sizin için en iyi olanı yapar, genetik bir sorunuz yoksa, ki bu sorun kana çok miktarda asit pompalar, doğanın tampon kapasitesi oldukça iyi çalışır.

(11:20)Tamponlar önemlidir. Benim önemli cümlelerimin orada vurgulanması harika. Biz evde prova ederdik. OK. Bir tampon problemi daha yapalım. Varsayalım elimizde 0,1 mol asit ve onun 0,5 mol eşlenik bazının tuzu var. Bunları su ile 1 L ye seyreltelim. Size bu asidin  $K_a$  sı  $1.77 \times 10^{-4}$  olarak veriliyor, sizden istenen pH yı hesaplamamız. Ne yaparsınız?

Pekala önce konuştuğunuz şey ile ilgili eşitliği yazmak her zaman iyidir. Sudaki asit, sulu ortamda hidronyum iyonu ve eşlenik bazını oluşturur. Burada asit protonunu suya veriyor, hidronyum,  $H_3O^+$  ve eşlenik bazı oluşuyor.

Dengede ne olduğunu bir düşünmek isteriz. Elimizde kaç mol olduğunu ve toplam hacmin ne olduğunu biliyoruz. Bu tabloda molarite kullanmalıyız, bunun matematiği oldukça kolay, çünkü 1 molümüz ve 1 Litremiz var, molarite 1 dir, ayrıca 0,5 mol var, o halde 1 L de molarite 0,5 olacaktır. Şimdi dengede ne olacak, denge kurulduğu zaman bunların bir kısmı harcanacak ve şunlar da oluşacak.

Burada  $-x$  imiz var, şurada da  $+x$  imiz var, bunları ekleyince,  $1-x$ ,  $+x$  ve  $0,5+x$  olur. Tampon problemlerinde hatırlanması önemli olan şey, burada asit ve onun eşlenik bazı vardır. Şimdiye kadar, bu tabloda gördüğümüz şey, sadece bu tarafta bir şeyler vardı diğer taraf ise 0 dı. Fakat bir tampon probleminde, başlangıçta her iki tarafta da bazı şeyler vardır. Bu unutulmaması gereken gerçekten önemli bir noktadır. Tampon için şunu unutmayın, bir zayıf asite ve onun eşlenik bazına veya bir zayıf baza ve onun eşlenik asitine sahip olmalısınız.

13:40 Burada sulu ortamdaki asitten bahsediyoruz, bu asidik bir tampondur. Bu nedenle  $K_a$  değerini kullanabiliriz, dengedeki pH yı hesaplamak için dengedeki derişimlerin ne olduğunu bilmemiz gerekir.  $K_a$  yı kullanalım, ürünler bölü tepkenler, suyu buraya koymayız, çünkü çözelti seyreltiktir ve çözücünün derişimi değişmez. Değerleri yerine koyalım  $(0.5+X)$  çarpı  $X$  bölü  $(1-X)$ .

1416 Pekala, bu son slaytta yazılan ile aynıdır, bir yaklaştırma yapabiliriz, çünkü x değeri 1 Molar ve 0.5 Molarla karşılaştırıldığında oldukça küçüktür. Böylece +x den ve aşağıdaki -x den kurtulmuş oluruz, sadece x terimi kalır, çözüm kolaylaşır. Fakat biraz sonra buraya geri dönüp bu yaklaşımı kontrol edeceğiz.

Bu yaklaşımı yaparak, x' i  $3.54 \times 10^{-4}$  M olarak hesaplayabiliriz, şimdi bu yaklaşımı kontrol etmeliyiz. Belki siz de, bu yaklaşımın doğru olacağını tahmin edebilirsiniz, çünkü bir şey(x) çarpı  $10^{-4}$  değeri, 0,5 ve 1 değeri ile karşılaştırıldığında küçük olacağı anlaşılabilir. Fakat buradaki yaklaşımın, %5 den küçük olması gerekir, nitekim burada % 0.1 den küçüktür. Bu değeri sadece X olarak alabilirsiniz, bu X değerini ikisinden küçük olana 0.5e bölün ve 100 ile çarpın, böylece % iyonlaşmayı hesaplayabilirsiniz. Eğer % 5 den küçükse yaklaşım geçerlidir, büyüğe problemi çözmek için kuadratik eşitliği çözeniz gerekir.

15:32 X burada hidronyum iyonu derişimidir, çok iyi, çünkü pH yı kolayca hesaplayabiliriz. pH;  $-\log$  hidronyum iyon derişimidir ve burada pH 3.45 tir. **Yine, anlamlı rakamlar, ders ilerlerken bu konuda konuşacağım. Hacim 1.0 L olduğundan ondalık noktasından sonra 2 tane anlamlı rakam vardır, virgülden sonra 2 anlamlı rakamımız olmalı, çünkü hacim bizi anlamlı rakamlarda sınırlar.**

1608 Pekala, Çözeltiye kuvvetli asit eklenirse ne olacağını düşünelim. Hacim hala 1 L olacaktır, çünkü asit çözeltiye 1 L işaretime kadar tamamlanmadan önce eklenmiştir.

Kuvvetli asitler suda tamamen ayrışır. Ortama 0,1 mol kuvvetli asit eklersek, eşit mol sayısında eşlenik bazla tepkimeye girer ve eşlenik asit oluşturur. Burada bir çıkartma yapabiliriz. Herhangi bir dengenin kurulduğu hususunda endişelenmemize gerek yok, bu tepkimenin tamamlandığını varsayalım.

Eşlenik baz için, önceden 0.5 mol var, 0,1 molü kuvvetli asitle tepkimeye girer, geriye 0,4 mol eşlenik baz kalır, hacim 1 L dir. Bu nedenle derişimi 0,4 M olur. Zayıf asit için, başlangıçta 1 mol vardı, tepkimede 0,1 mol oluştu, şimdi toplam 1,1 mol oldu, hacim yine 1 L dir.

1732 Aynı şeyleri yeniden yapabiliriz. Kuvvetli asit ekledikten sonra, yeni bir denge oluşacaktır. Bu tabloda değerleri yerine koyalım. Buraya 1.10 mol asit, diğer tarafta ise 0,4 mol eşlenik baz yazılır. Dengeye ulaşırken, asidin bir kısmı suyla tepkimeye girer ve iyonlaşır, daha fazla hidronyum iyonu ve daha fazla eşlenik baz oluşur. Böylece (1,1-x ), x ve (0,4+x) olur.

Tekrar ediyorum, buradaki püf noktası şudur, eklenen kuvvetli asitle bir tepkime oluştuğu için yeni molariteleri hesaplamamız gerekir, denge tablosuna geri dönüp yeni molariteleri yazalım.

1834 Buradaki Ka ifadesinde yeniden yerine koyalım, daha önce yaptığımız problemin aynısı. X küçük olduğundan yeniden yaklaşım yapabiliriz, deneyelim ve geçerli olup olmadığına bakalım. X in değeri  $4,87 \times 10^{-4}$  M olarak hesaplanır-- bu yine küçük bir sayıdır. 0,4 ün % 1 inden daha küçük bir sayıdır. % 5 den küçükse endişe etmenize gerek yoktur, yaklaşım geçerlidir. 2. Derece denklem çözenize gerek yoktur. Şimdi artık pH yı hesaplayabiliriz, pH nın değeri 3,31dür. hacim nedeniyle, yine virgülden sonra 2 anlamlı rakam olmalı. 0,1 mol kuvvetli asit ilavesi pH yı 3,45 den 3,31 e değiştirdi. Oldukça iyi tamponlanmış. pH da bir değişim oldu, asit ekleyince, pH düştü, fakat çok büyük bir miktarda değil. Çünkü, buradaki

tampon oldukça uygundur, asit ilavesi çok büyük bir etki de yapmadı. Bu, bir tampon problemi örneğidir.

2010 Bir tamponun tasarlanması hakkında birkaç dakika düşünelim. Belli bir pH da bir tampon yapmak istediğinizi varsayın, ne hakkında düşünmeniz gerekir? Asidin eşlenik baza oranını düşünmeniz gerekir, asidinizin pKa sını ve pH yı düşünmeniz gerekir.

Burada sudaki asit için genel bir eşitlik var, HA asidi, suda hidronyum iyonu ve eşlenik bazını oluşturuyor. Şimdi bu eşitlikte biraz değişiklik yapıyoruz, böylece tamponları ve tampon tasarımını düşünmek için oldukça faydalı bir eşitlik türetilmiş olacak.

2054 Ka nın genel ifadesini yazalım, Ka ürünler bölü girenlere eşittir. yani, hidronyum iyonu çarpı eşlenik baz bölü asit. Bu terimi yeniden düzenleyelim. Hidronyum iyon derişimini çekip bir tarafa alalım. Her iki tarafın logaritmasını alalım, log hidronyum iyon derişimi, log Ka + log HA bölü A<sup>-</sup>, şimdi her iki tarafı negatif işaretle ile çarpalım. Hepsinin eksi logaritmasını elde etmiş olduk. Bu eşitliği ekranın üst tarafına taşıyalım.

Peki, eksi log hidronyum iyon derişimi nedir? pH. Eksi log Ka neydi? pKa. pH eşittir pKa eksi log asit derişimi bölü eşlenik bazınızın derişimi dir. Bunlar denge derişimleridir, çünkü hatırlayın, bunu Ka nın denge ifadesinden türettik. Fakat çoğu zaman, tampon problemi çözerken, bu eklenen şeylerin derişimini bilirsiniz, denge derişimleri gerekemeyebilir.

22:24 Başlangıç derişimlerini bu ifadeye yerine yazarsak, bu durumda pH yaklaşık olarak eşittir pKa eksi asitin başlangıç derişimi bölü eşlenik bazın başlangıç derişimi dir. Bu Henderson Hasselbach eşitliği olarak bilinir. Öğrenciler Henderson Hasselbach eşitliğini severler, bu tür problemlerin çözümünde inanılmaz derecede faydalı olabilir. Fakat ben size bu eşitliği kullanmanın geçerli olduğu ve olmadığı durumları vurgulayacağım. Çünkü öğrenciler bunu her şeye dener, halbuki bu sadece tampon problemi için geçerlidir. Öğrenciler bunu tampon olmayan problemlere de uyguladılar. Ne zaman kullanacağımızı, veya ne zaman kullanamayacağımızı bildiğinizden emin olmak istiyorum. Uygun olduğu zaman kullanmak iyidir, aksi takdirde kullanmayınız. Asit baz konusundaki az sayıdaki eşitliklerden birisidir, öğrenciler bunu görünce mutlu olurlar.

Unutmayın, bunlar denge derişimleri ise bu iki değer gerçekten birbirlerine eşittir, ama başlangıç derişimleri alındığında sonuç tam bir yaklaşımdır. Denge derişimleri başlangıç derişimlerine aşağı yukarı yakın olduğu durumda sonuç geçerlidir deriz. Özellikle bu örnekte, hidronyum iyon derişimi x, tampona konan asit ve eşlenik bazının başlangıç derişimleriyle karşılaştırıldığında oldukça küçüktür. X'in küçük olduğu zaman denge derişimleri başlangıç derişimlerine eşit alınabilir. Gerçekten x'in değeri küçükse çok büyük bir değişiklik olmaz.

Çoğu zaman bu doğrudur, Unutmayın, biz tamponu zayıf asit ve onun eşlenik bazından hazırlarız. Zayıf asit, protonunun sadece çok az kısmını kaybeder. Diğer bir deyişle, suda çok az iyonlaşır. Zayıf baz ise protonun çok az bir kısmını alır. Bu yaklaştırma çoğu zaman geçerlidir. İhmalin ne zaman yapıлып ne zaman yapılmayacağını bilmeniz gerekir, bir kural verdik ve daha önce verdiğimiz kuralın aynısı dedik. X, ya da hidronyum iyon derişimi, zayıf asit ya da eşlenik bazın derişimiyle karşılaştırıldığında daha azsa, yani %5 den daha azsa, x küçüktür deriz. aynı kuralı bir çok yerde kullanıyoruz. X'in küçük olduğu durumda bu

yaklaşım gayet güzel işler. Derişimlerinizi yerine koyabilirsiniz. Başlangıç derişimlerinizi, denge derişimlerini değil.

Henderson Hasselbach eşitliğini kullanarak pH 4.6 da bir tampon tasarlayalım. Tampon çözeltisinin pKa dan 1 fazla ve 1 eksik pH da en etkili olduğu kuralını unutmayın. Ben de araştırmalarımda bunu hep aklımda tuttum. pKa dan uzak pH larda iyi bir tampon elde edemezsiniz. Öğrenciler laboratuvar çalışmalarında bazen bu hatayı yapar. Buna laboratuvar derslerinizde rastlayabilirsiniz.

pH yaklaşık 4,6 da bir tampon istiyoruz. Asitlerin iyonlaşma sabitlerine bakabiliriz. Şüphesiz, bu ünite de her şeyi daima oda sıcaklığında yaparız. **Bazı zayıf asitlerin pKa larına bakalım, Asetik asitin pKa sı 4,75 olduğundan, bir de kolayca bulunacağından oldukça uygundur. Tamponumuzu tasarlayalım. Asetik asit uygun pKa ya sahip, bundan bir tampon hazırlayabiliriz. Asit ve eşleniğine de ihtiyacımız var, ancak ne kadar asit ne kadar eşlenik baz eklememiz gerektiğini de bilmeliyiz.**

Bu problem için Henderson Hasselbach eşitliğini kullanabiliriz. Bir tampon tasarlıyoruz, bu eşitliği tampon olarak kullanabiliriz. İstedığımız pH yı biliyoruz, kullanacağımız asidin pKa sınını biliyoruz, ne kadar asit ve ne kadar eşlenik baz kullanacağımızı hesaplamak istiyoruz. İdeal tampon oluşturmak için birinin diğerine oranını bilmeliyiz. Sayılarımızı yerine koyalım ve hesaplayalım.

Eşitliği yeniden düzenleyelim, bilinmeyenler bir tarafa, pKa ve pH diğer tarafa. Burada pKa-pH eşittir 0.15 i elde ederiz. Oranı bulmak için her iki tarafın anti logaritmasını alırız. İstedğimiz oran 1.4 çıkar. Asidimizin eşlenik bazımıza oranı 1.4 dür.

Bunları tam olarak ne kadar ekleyeceğiz. Oranı biliyoruz, ne kadar koyacağız? Doğru oranı uygulamak için mesela, 1,4 Molar ve 1 Molar koyabiliriz. Bunun iyi olup olmayacağını nasıl bileceğiz? Oran, tam miktarlardan daha önemlidir, Miktarlar tampon kapasitesi meselesiyle ilgilidir. pH değişmelerine ne kadar dayanıklı olacağını gösterir. Her ikisini de düşük derişimlerde kullanırsanız, pek dayanıklı olmaz. Daha iyi tampon kapasitesine ihtiyaç duyarsanız, daha yüksek derişimler kullanmalısınız. Kullanacağınız en düşük miktarı hesaplamak için Henderson Hasselbach eşitliğini kullanabilirsiniz, en düşük miktar için 55 kuralı işler.

Örnekte bu şartlar hakkında konuşmuştum, Kandaki tampon oldukça iyidir, fakat çok miktarda asit tampon kapasitesini bastırabilir.

Tampon büyük derişimlerde ise kesinlikle bu konuda yardım edebilir. Kullandığımız tamponda yüksek derişimler, pH değişmelerine daha çok direnç gösterir. Bu da tampon kapasitesi kavramıdır. Çok küçük derişimler kullanırsanız, Henderson Hasselbach Eşitliği geçerli olmayacaktır. Probleme geri dönelim Henderson Hasselbach Eşitliğini %5 kuralıyla geçerli kılacak, en az derişimi hesaplayalım. pH 4,6 için Hidronyum iyon derişimi  $2.5 \times 10^{-5}$  dir.

Tepkimemiz geriye doğru işlerse, %5 den küçük olmasını isteriz. İkisinden birinin derişiminin 100 ile çarpımı % 5 e eşittir. Derişim  $5 \times 10^{-4}$  den büyük olmalıdır, yoksa %5 kuralına uymaz. En azından doğru orana sahip olmak için bu sayıdan büyük olmalı. Aksi takdirde, ne olacağına karar vermek için serbestsiniz. Proteinin belli derişimi ile

çalışıyorsanız, tampon derişiminizin çok daha fazla olmasını istemezsiniz, enzim tayinine girişim yapar. Genelde tamponların yaygın derişimi 100 mM civarındadır.

Şu slayt gerçekten iyi anlatıyor. Sulu ortamdaki zayıf asit ve bazdan bahsediyoruz, ben sizi bunların su ve tuz problemleriyle aynı olduğuna inandırmaya çalışıyorum. Tzu ve su problemleri hakkında birkaç dakika daha konuşacağım. Tamponlardan bahsettim, yalnızca 2 şey daha var. Sudaki kuvvetli asit ve kuvvetli bazdan da bahsetmek gerek. Problem setlerini çözmek için 5 tip probleminiz olacak. Daha önce de bahsettiğim gibi, aldatıcı bir şekilde kısa görünüyor, fakat titrasyon problemleri uzundur. Bunları son dakikaya bırakmayın. Geçmişten sadece bir uyarı kelimesi. Herkes bakar ve Oo bu ne kadar kolay problem seti der. Titrasyon problemleri çok zaman alır. Bu gün derste mümkün olduğunca titrasyondan bahsedelim, problem setindeki sorular üzerine çalışın.

Asit Baz titrasyonları.. Kaçınız lisedeyken bir asidi bazla titre etti? Çoğunuz etti. Genelde titrasyon problemleri, bilinen asit veya bazı, diyelim ki baz bilinen derişimde, asit de bilinmeyen derişimde hatta molekül kütlesi de bilinmiyor olsun, bunları eksik olan bilgiyi bulmak için birlikte titre ediyorsunuz. Derişimi tayin edersiniz bazen de molekül kütlesini tayin edersiniz.

Burada asit baz titrasyonlarına ait bir grafiğe benzer bir şekil var. pH bir ekseninde, eklenen asit veya bazın hacmi ise diğer ekseninde. pH ya karşı hacim. Şu andaki deneyde, bazınız kuvvetli asidin içine damlatılıyor. Eşdeğerlik noktasına veya dönüm noktasına - bunlar basitçe aynı terim kabul edilebilir- ne zaman ulaştığınızı anlamak için takip ediyorsunuz. Stokiyometrik nokta olarak da isimlendirilir, genelde eşdeğerlik noktası için daha teorik olarak kullanılır, eklenen baz hacmi alınır, dönüm noktası deneysel olarak ölçülür. Çoğunlukla eşdeğerlik noktası olarak söyleyeceğiz, çünkü bu dersin laboratuvarı yok, bunlar teorik terimler fakat aynı olarak kullanılırlar.

pH metre ile pH yı pek çok kez ölçeceksiniz. Bu sadece pH metreyi gösteriyor. Bu deneyi yapanlarınızın çoğuna bu tanıdık gelecek. Yapmayanlarınız için yapılacak şey, çözeltiyi içine damlatırken dönüm noktasına ulaştığınızda indikatörün renk değıştirmesini takip etmek olacak. Ekledikçe, rengi açık, hala açık görünecek, tam da sabırsızlanmaya başladığınızda daha hızlı ekleyeceksiniz, sonunda bu koyu renge ulaşacaksınız. İsteddiğiniz çok çok az renk değışiminin dönüm noktasını göstermesidir. Yavaş da ulaşsanız hızlı da ulaşsanız deneyi tekrar etmelisiniz.

Teorik değerlerin nasıl hesaplanacağını bilenler oturup öncelikle bir hesap yapacak, dönüm noktasına yaklaşıncaya kadar hızlıca ekleyecek, sonra yavaş ekleyecek ve laboratuvar çabuk bitecek. Teorik değerin nasıl hesaplanacağından bahsedeceğiz, Bu laboratuvar da ya da ileriki derslerinizde karşılaşırsanız, çokça zaman kazanacaksınız.

34:28 Burada hem kuvvetli asidin kuvvetli bazla hem de kuvvetli bazın kuvvetli asitle titrasyonuna ait iki adet eğri görüyorsunuz. Kuvvetli asidin kuvvetli bazla titre ediyorsanız, çok asidik noktadan başlıyorsunuz demektir, çünkü ortamdakinin hepsi kuvvetli asit. Baz ekledikçe, pH yükselmeye başlıyor. Bu stokiyometrik noktaya yani "s noktasına" ulaşacaksınız, eşdeğerlik noktası da diyebiliriz, sonra eğri düzleşmeye başlayıncaya kadar biraz daha devam edeceksiniz.

Diğer eğriye bakarsanız, ortamda kuvvetli bazla başlıyorsunuz, pH nız başlangıçta oldukça yüksek, asit ekledikçe azalmaya başlıyor. Eğrinin ortasındaki stokiyometrik ya da eşdeğerlik noktasına ulaşıyorsunuz. Aşağıya doğru daha asidik ve eğri düzleşmeye başlıyor. Titrasyon eğrileri de böyle görünüyor.

Bir örnek yapalım, önce kuvvetli bazı kuvvetli asitle titre edilmesiyle ilgili olsun. Kuvvetli baz NaOH kuvvetli asit HCl olsun. Eşdeğerlik noktasından önceki pH yı hesaplayalım. Tam 5 mL kuvvetli baz eklediğimizdeki pH yı hesaplayalım. Eşdeğerlik noktasının burada olup olmadığını bilmiyorum. 25 mL 0,25 M kuvvetli baza 5 mL 0,34 M asit ekledik.

Başlangıçta kaç mol bazın olduğunu hesaplayalım. Kaç mol OH<sup>-</sup> var? NaOH kuvvetli baz olduğundan, eklediğiniz NaOH miktarı oluşan OH<sup>-</sup> miktarına eşit, Mol sayısını bulmak için çözelti hacmini derişimle çarpalım. Burada denge tablosu yapmaya gerek yok.

5 mL eklendiğinde eklenen asit miktarını hesaplayalım. Kuvvetli asit HCl eklenen HCl miktarı oluşan Hidronyum miktarına eşit, 5 mL eklendi, derişimi de 0,34 M dı, o da  $1,7 \times 10^{-3}$  mol olur.

Kuvvetli asit kuvvetli bazla tepkimeye girer, Ne kadar bazın artacağını, hidronyum iyonu ile tepkimeden sonra ne kadar hidroksit iyonu kalacağını hesaplamamız gerekir. 1 e 1 tepkimeye girerler,  $6,25 \times 10^{-3}$  mol baz elimizde var, üzerine  $1,7 \times 10^{-3}$  mol asit ekledik, geriye  $4,55 \times 10^{-3}$  mol baz kalır. Burada molariteyi hesaplayabiliriz, mol sayısını ve son hacmi biliyoruz, 25 mL baza ekleme yaptık. 5 mL asit ekledik son hacmimiz 30 mL oldu, son derişimi de hesapladık.

38:13 Şimdi pH yı hesaplayalım, öncelikle pOH ı hesaplayacağız, sonra da 14 den çıkarıp pH yı hesaplayacağız. Kendi küçük titrasyon eğrinizi çizerseniz, bir eksene asit hacmini diğer eksene pH yı koyalım. 5 mL asit eklenince, ilk noktanız 13,18 olur. Bu eğride başlangıçta hesaplama yapmadık, fakat 5 mL asit eklendikten sonraki ilk noktayı biliyoruz.

Eşdeğerlik noktasına doğru gidelim, benim çizdiğim çizgi eşdeğerlik noktasına gelmediğini gösteriyordu. Eşdeğerlik noktasına ulaşmak için ne kadar asit eklememiz gerektiğini hesaplayabiliriz. Eşdeğerlik noktası ya da stokiyometrik nokta sizin eklediğiniz aynı mol sayısındaki titrant miktarıdır, bunlar birbirine eşittir. Kuvvetli baza asit eklediyseniz, bazın başlangıçtaki mol sayınsa eşit miktarda asit eklemiştir. Başlangıçta  $6,25 \times 10^{-3}$  mol baz olduğunu zaten hesaplamıştık.

Eşdeğerlik noktasında, asidin mol sayısının aynısı olan mol sayısını bilmek gerekir. Asidin derişimini biliyoruz, mol sayısını da biliriz, hacmi hesaplırsak 18,4 mL veya 0,0184 L çıkar. Peki eşdeğerlik noktasında pH nedir? Kuvvetli asidi kuvvetli bazla titre ediyoruz, pH ne olabilir. pH 7 olmalı. Bu pH nın yakınına 18 mL de ulaşılır. Eğriyi çizmeye çalışalım, burada 18,4 mL eklediğimizde pH 7 dir.

40:44 Kuvvetli asidi kuvvetli bazla titre ettiğiniz zaman nötral bir tuz oluşturursunuz. Çünkü kuvvetli asit veya bazın eşleniği asidik te bazik te değildir. Onlar asit veya baz olarak etkisizdir. Kuvvetli asit ve bazla ilgili problem çözüyorsanız, bu noktada çok fazla hesaplamaya gerek yoktur, sadece tuzun nötral olması gerektiğinin farkına varmalısınız.

Eşdeğerlik noktasına ulaştıktan sonra, fazladan asit eklendiğinde ne olacağını konuşacağız. Öğrenciler eşdeğerlik noktasından sonra titrasyonun anlamı olmadığını düşünebilirler.



Öncelikle fazladan eklediğimiz kuvvetli asidin mol sayısını buluruz, 1 ml kuvvetli asit ekledik. Asidin derişimi 0,34 M eklediğimiz  $1 \cdot 10^{-3}$  L olduğuna göre  $3.4 \times 10^{-4}$  mol fazladan eklemişiz, fazladan eklediğimiz asidin molaritesini hesaplayalım.

Hesap makineniz yoksa size yardımcı oluruz. 10 saniye daha verelim.

Sanırım bu ilkiydi değimli? Bahsettiğim problem setine öncelikle başlamak iyi fikir miydi? Burada püf noktası hacimle ilgilidir. 25 mL ile başladık, eşdeğerlik noktasında 18,4 mL ekledik, eşdeğerlik noktasından sonra da 1 mL ekledik. Bu problemde püf noktası, eklenen hacimleri hatırlamaktır.

Sulu ortamda sadece 1 asit olduğunda problemin pek püf noktası yoktur, ancak molariteyi hesaplarken püf noktası bu noktaya kadar eklenenlerin hepsini hatırlamaktır. Problem setinin sonunda sonuç size oldukça tanıdık gelecek, fakat imtihanda hiç hacim yanlışı yapmadığınızdan emin olmak için kontrol etmeniz gerekecek.

44:00 Burada tekrar edersek, bu hesaplamada eklemeleri hatırlamanız gerekir. pH yı hesaplarsak, pH 2,1106 çıkar. 1 mL daha ekledik ve pH 2.1106 oldu, bu da mümkün olduğunca kontrol edildi. Eklediğiniz hacmin bir kısmını unutursanız, pek de anlamı olmayan bir pH elde edersiniz. İki kere kontrol edelim. Daima kendinize sorun, kuvvetli bazınız varsa ve asit ekliyorsanız, çok fazla ekmeden önce pH nız bazik olmalı. Kuvvetli asit kuvvetli baz titrasyonunun eşdeğerlik noktasında pH 7 olmalı. Asit eklemeye devam ederseniz, pH oldukça düşük olmalı, eğrinin birden aşağı indiğine dikkat edin. Asidin fazlasını eklediğinizde pH da dikkate değer bir değişim olmalıdır.

Daima çalışmanızı kontrol edin. Şimdi burada duralım, gelecek derste zayıf asit zayıf baz titrasyonlarına devam ederiz.