

L-24 YÜKSELTGENME / İNDİRGENME REAKSİYONLARINI DENKLEŞTİRME

Lütfen yerleşin ve clicker sorusuna bakın. Son on saniye. Galiba en azından birle iki arasında basit bir matematik hatası var. pH ve pK_a yı biliyorsunuz ve oranı bulmaya çalışıyorsunuz. Dolayısıyla çıkarma işlemi yapıp logaritmasını alırsınız. Belki bu soruyu ya da benzerini daha sonra tekrar yaparız. Bugün tampon çözeltiler hakkında tekrar konuşacağız.

Birkaç dakikanızı almak ve son 24 saatin tarihi olayları ve bunun kimyaya etkilerinden bahsetmek istiyorum. Belki bazılarınız ilk kez oy kullandı. Bazılarınız ilk kez seçim kampanyası için çalışmış olabilir. Bazılarınız ilk kez bir seçim kampanyasında aktif olmuş olabilir, Obama ya da Mc Cain'i desteklemiş olabilirsiniz. Bu seçimlere tarihsel açıdan bakmak istiyorum. Bir lisans öğrencisi ya da politik kampanyalar için çalışan öğrenci veya politik bir hareketin üyesi olarak. Babam politik öğrenci aktivisti olarak çok aktifti. Ama sizlerle babam arasındaki fark, babam Almanya'da Hamburg üniversitesinde 1930 larda yani Hitler Almanyasında politik olarak aktifti. Sol öğrenci grubunun lideriydi. O zamanlarda bu rolü üstlenmek hayatınız için çok büyük bir riskti. Her şey son derece kızıışmıştı. Gestapo, Almanya'da üniversite kampüslerinde sol öğrenci gruplarının liderlerinin aktivitelerini takip ediyordu. Toplantılardan sonra bazı liderler kayboluyordu. Nereye gittiklerini kimse bilmiyordu. Kaybolmuşa benziyorlardı. Babam bu konuda çok endişelendi ve gizlenmeye karar verdi. Dönemi başka bir üniversitede tamamlayacağını söyledi. Ailesine, eğer Gestapo onu aramaya gelirse, kendisine "Millie teyzen hasta" yazan bir telgraf göndermelerini istedi. Millie teyze diye biri olmadığı için, bunun "kaybol" demek olduğunu anlayacaktı.

Başka bir üniversiteye gitti. Dönemi orada geçirirken tanıdığı birisi ona saklanması gerektiğini söyledi fakat babam ona güvenmedi. Bir

bavula biraz kıyafet ve banyo malzemesi koydu. Ama gerçekten ayrılmadı. Ertesi gün eve geldiğinde bir telgraf buldu. Telgrafta ne yazdığını tahmin edebilirsiniz. Topladığı eşyaları aldı ve merdivenden inmeye başladı.

Gestapo merdivenden çıkıyordu. Babamın adı Heinzns Leopold Lushinski idi. Gestapo babama “Bay Lushinski’yi tanıyor musunuz?” diye sordu. “Evet tabii ki, en üst katta oturuyor” dedi babam. Gestapo yukarı çıktı. Babam aşağı indi. Ve Almanya’ya 30 yıl boyunca geri dönmedi. Amerika’ya politik sığınmacı olarak geldi ve vatandaş oldu. Her seçimde oy kullandı. Politika da çok aktifti. Benim ailem politikada çok aktiftir. Her yıl, sivil özgürlükleri korumak için Amerikan Sivil Özgürlükler Birliği’ne bağış yaptı. Amerikan Silah Derneği’ne de bağış yaptı. Her zaman bir b planı vardı. Bu adamın tek çocuğu olmak bazen aşağılayıcı oluyordu. Ben doğduğumda 50li yaşlarındaydı. Bu beklentilere göre nasıl yaşayacaktım? İnandığım şey uğruna hayatımı riske atmalı mıydım? Bu şans verildiğinde doğru olanı yapar mıydım? Bu soruların cevabını bulabilecek miydim, bilmiyorum. Bu konuyu babamla konuştum. Babam a göre ihtiyacım olan tek şey çok çalışmak, yapmayı sevdiğim şeyi bulmak ve katkıda bulunmak. Önemli olan katkıda bulunmaktı.

Ben öğretmek için yaratılmıştım. MIT’de öğretmenlik yapmayı seviyorum. Çünkü hepimiz çok yetenekli ve zekisiniz. Sizin eğitiminizde rol almak benim için bir onur ve ayrıcalık. Son 24 saatte hepimizin, hizmet için bir çağrı aldığımıza inanıyorum. Seçilmiş başkanımız Obama, kampanyasında “Önceliklerimiz bilimsel araştırma, temiz enerji kaynakları üretme ve sağlık hizmetlerini geliştirmektir” dedi. Bilim adamlarına ve mühendislere seslendi. Ve dün gece Amerikalılar dedi ki “evet bu vizyonu sevdik.” Ve onu başkan seçtiler. Biz çağırıyoruz. Siz çağırılıyorsunuz. Obama öğrencilere seslendi. Fen ve mühendislik öğrencileri, katkıda bulunmalısınız. Bir devlet başkanı bilim adamları ve mühendislerden

yardım isteyeli çok zaman oldu. Bu en son gerçekleştiğinde bir adam aya çıkmıştı. Bu sefer neler yapabileceğimizi görelim.

Sıradaki görev temiz enerji ve sağlık hizmeti. Bu, bilim adamları ve mühendislerin işbirliği ile gerçekleşecek. Enerji teknolojilerinin ve tıbbın özü kimyadır. Şu anda doğru yerdesiniz. Bu problemleri çözmesi gereken nesil sizlersiniz. Enerji problemini çözüp temiz alternatifler bulmazsanız gelecek nesiller için bu problemleri çözecek bir gezegen kalmayacak. Bu sizin işiniz. İşiniz şimdi MIT’de aldığınız eğitimle başlıyor.

Aslında çok ilginç, bu seçimden sonra yıllardır öğrencilerin en zorlandıkları konu olan asit-baz titrasyonlarını göreceğiz. Bu konu bazılarının felaketidir. A notlarının felaketidir. Kimyaya olan ilginin felaketidir. Ama bugün şunu söyleyebilirim ki bu sizin felaketiniz değil zaferiniz olacak.

Her sene öğrencilere asit-baz titrasyonu konusunda ellerinde gelenin en iyisini yapmaları konusunda yüreklendiririm. Ve iyi yapıyorlar. Bu dönem son güz dönemim olabilir. Şimdiye kadar bildiğim, notları en iyi grup olan sizsiniz. Bu mücadeledir. Bu seçimden hemen sonra sizin mücadeleniz bir asit ve bir bazla kimyayı fethetmeniz.

Asit –baz titrasyonları yapmaya hazır mısınız? Ordaki itirazcılar kimler? Yukarıdaki birkaç kişi. Peki. Ders notları. Buraya ders notları gönderin. Biri asit-baz titrasyonları yapmaya hazır ve ders notlarına ihtiyacı var. Peki. Asit-baz titrasyonları hakkında anlatacaklarım, size çok mantıklı gelecek. Fakat bazılarının bana dediklerine göre, testlerde problemlerle uğraşırken yapmamız gereken şeyi tam olarak anlayamıyorsunuz. Asit baz titrasyonlarının anahtarı çok problem çözmektir. Problemlerden bazılarını seçtik. Onları cuma gününe kadar çözmenizi istiyoruz. Dolayısıyla bugünden sonra tüm problemleri yapabilir hale geleceksiniz. Asit-baz titrasyonları konusunda öğrenecekleriniz, inorganik kimya ve biyokimyada işinize yarayacak. Bazılarınız tıba gidecek. TA tıp öğrencilerim bunu yapmayı

bilmiyorlardı. “Birinci sınıfta kimyacınız kimdi?” diye sordum. Bu konuyu şimdi burada öğrenmek iyidir. Bugün problemlerle uğraşın diğer testlere geçin. Size garanti ederim ki bu finalde çıkacak. Buna iyi çalışırsanız üçüncü vizeden ve finalden iyi puanlar alırsınız.

Peki. Aslında asit baz titrasyonları o kadar zor değildir. Çok fazla formül yok. Kimya öğrencileri kullanacağım formülü bilirler. Hayır, bu, problemde neler olduğunu düşünmekle ilgili. Problem devam ederken örneğin biraz daha kuvvetli baz eklendiğinde problem değişir. Bu problemler sadece titrasyonda hangi noktalarda olduğunuzu ve hangi aşamaları uygulamanız gerektiğini bilmekle yapılır.

Burada bazı titrasyon eğrileri var. Bazen sorularda titrasyon eğrilerini çizmeniz istenebilir. Nasıl göründüklerini bilmeniz lazım. Geçen ders kuvvetli asit ve kuvvetli bazlardan konuştuk. Eğer bir kuvvetli bazınız varsa pH bazik olacaktır. Buna kuvvetli asit eklediğinizde eşdeğerlik noktasına yaklaşırsınız. Aside, mol sayısı eşit olan baz eklerseniz; ya da baza eşit mol sayısında asit ilave ederseniz eşdeğerlik noktasına ulaşırsınız. Kuvvetli asitle kuvvetli bazı karıştırırsanız tuz oluşur. Tuz, pH olarak nötrdür. Çünkü, kuvvetli asit ya da kuvvetli bazın konjugesi etkisizdir, pH'ı etkilemez, nötrdür. pH 7. Hala kuvvetli asit eklemeye devam edersek, pH düşer. Diğer titrasyon da mantık olarak aynı. pH asidik değerlerden başlıyor, nötre gidiyor ve daha sonra bazik oluyor.

Bunlardan geçen ders bahsettik, birkaç problem çözdük. Şimdi kısmen daha zor olan problem türlerine geçiyoruz. Zayıf asidin ya da zayıf bazın titre edildiği sorulara. Başlangıçta, farkı eğri türlerine bakalım. Burada kuvvetli asit ve kuvvetli baz var. Sol tarafta ise zayıf asit ve kuvvetli baz var. Burada fark edeceğimiz şey eşdeğerlik noktasının farklı bir pH değerine sahip olması. Kuvvetli asit ve kuvvetli bazı karıştırırsanız tuz oluşturursunuz ve pH nötr yani 7 dir. Ancak, zayıf asitle kuvvetli bazı titre ediyorsanız, kuvvetli bazın konjugesi etkisiz olacaktır. Ama zayıf asitin konjugesi, baz olarak görev yapar. Dolayısıyla eş değerlik noktasında, yani zayıf aside eşit

mol sayısında kuvvetli baz ilave etmişseniz, ortamda konjuge baz olur ve pH 7 den büyük olur.

Problemlerde, bu tip bir titrasyon sorusuyla karşılaşabilirsiniz. Unutmayın, eş değerlik noktasını 7 den büyük bulmazsanız hata yaptığınızı anlarsınız ve geri dönüp işlem hatalarını kontrol edersiniz.

Diğer bir farklılık ise eğrinin şeklidir. İki eğri arasındaki farkı görün. Zayıf asitle kuvvetli bazın titrasyonunda, eğride “tampon bölge” olarak adlandırılan bir bölge vardır. pH tampon bölgede neredeyse değişmez. Burada görülüyor. İkinci grafikte ise böyle bir bölge yok. Burada pH artıyor, burada neredeyse sabit, daha sonra tekrar artıyor. Laboratuarda titrasyon yaparken, bu bölge sizin için biraz sinir bozucudur. Ekliyorsunuz hiçbir şey olmuyor, değişiklik yok. Bu bölgenin en sonunda, bazı eklediğinizde pH birden yükseliyor.

Daha sonra eğrinin ne kadar dik olduğunu görüyorsunuz. Bazen tampon bölgede, titrasyon eğrisinin sonuna hiç ulaşamayacakmışsınız gibi görünür. Ama çok çabuk olur. Tampon çözeltide konjuge zayıf asit ve konjuge zayıf baz çifti bir arada bulunur ve tampon bölgede pH neredeyse sabittir. pH ı sabitleyerek tampon görevi yapar. H^+ kaynağıdır. Burada, tampon bölgede pH neredeyse sabittir. Bunlar, iki eğri arasındaki bazı farklılıklar.

Zayıf asit ve kuvvetli bazlara ya da kuvvetli asit ve zayıf bazlara ilişkin bahsetmek istediğim başka bir terim de yarı eşdeğerlik noktasıdır. Yarı eşdeğerlik noktasında, eşdeğerlik noktasına ulaşmak için gereken kuvvetli bazın yarısını eklemiştir demektir. Bu nokta tampon bölgenin tam ortasındadır. Sorularda, bu noktanın pH ı da sorulabilir.

Şimdi titrasyonda farklı noktalara bakalım. Neler olduğunu görelim. Zayıf asit ve kuvvetli bazın titrasyonuna bakalım. Kuvvetli bazdan eklememişken, elimizde sadece zayıf asit vardır. Yani bu bir suda zayıf asit sorusudur. Burada asiti gösteriyoruz. Protonları var ve

titrasyon başladığında asit bu protonları verir. Hiç baz eklenmediğinde durum budur.

Daha sonra kuvvetli bazı eklemeye başlarız. Kuvvetli baz, asitle reaksiyona girer; birebir stokiyometri, bu bir kuvvetli baz. Eklenen baz kendi molüne eşit mol sayısındaki protonları zayıf asitten ayırır. Daha sonra konjugelerin bir karışımı oluşmaya başlar, zayıf asit ve konjuge bazının karışımı. Burada baz A^- dir. Eğer zayıf asit ve konjuge bazının karışımı varsa, bu bir tampondur. Burada tampon bölgeye geldik. Eklenen bazın hacmi sıfırdan büyükse ve eşdeğerlik noktası için gereken baz hacminden küçükse çözeltinin pH ı buralardadır.

Şimdi tampon bölge için özel bir kategori var, eşdeğerlik noktası için gerekli olan bazın yarısını eklediğiniz zaman. Bu işlemi yaptığınızda, zayıf asitin yarısını konjuge bazına dönüştürmüşsünüzdür. Zayıf asitin mol sayısı, konjuge bazın mol sayısına eşittir, asidin yarısı dönüşmüştür. Bu özel bir kategori.

Daha sonra eşdeğerlik noktasına bakıyoruz. Eşdeğerlik noktasında, zayıf asidin mol sayısıyl eşit mol sayıdaki kuvvetli baz eklenmiş ve zayıf asidin tamamı konjuge bazına dönüşmüştür. Şimdi elinizdeki tek şey konjuge bazdır. Bu pH ı belirler. pH, 7 den büyük olmalıdır. Bu, artık suda zayıf baz sorusudur.

Devam edersek, eğrinin en sonunda bu artık suda kuvvetli baz sorusudur. Zayıf baz hala çözülmüştür. Ama ihmal edilir. pH a etkisi, titrasyona eklenen kuvvetli baza göre ihmal edilir. Eğrinin bu bölgesinden bahsettik.

Gördüğümüz gibi bir problem türünde, titrasyon probleminde, birçok alt problem var. Zayıf asit, tampon, tamponun özel kategorisi, zayıf asitin konjuge bazı ya da tuz ve en son olarak da kuvvetli baz soruları. Titrasyonda zorluk çıkaracak kısımlardan biri budur. Bütün noktaları yapmanızı isteyebiliriz, bir noktaya geçmenizi isteyebiliriz.

“Eşdeğerlik noktasının pH ı kaçtır?” diye sorabiliriz. Eşdeğerlik noktasına ulaşmak için yapmanız gereken şeyi düşünmelisiniz. Ya da tampon bölgede bir noktaya geçip o nokta hakkında bir şey sorabiliriz. O noktada zayıf asidin ve oluşan konjuge bazının olduğunu unutmayın.

Çok şey var gibi görünüyor ama temelde 5 problem tipi var. Ama titrasyon eğrisinde farklı noktalarda farklı tür problemler vardır.

Şimdi diğer yönde gidelim ve zayıf bazın kuvvetli asitle titrasyonunu inceleyelim. Eğri bu şekildedir. Bazik pH lardan başlıyoruz. Çünkü ilk başta zayıf baz var henüz kuvvetli asit eklenmemiş. Kuvvetli asit ekledikçe, pH düşer. Çünkü bu bir zayıf baz, kuvvetli asit ekledikçe, zayıf bazın bir kısmı konjuge asidine dönüşecek. Tekrar tampon bölgeye geçeriz. Eğri yataydır, pH neredeyse sabittir. Daha sonra pH tekrar düşer ve eşdeğerlik noktasına geliriz. Eşdeğerlik noktasında, zayıf bazın mol sayısı kadar kuvvetli asit eklenmiştir. Yani zayıf bazın tamamı konjuge asidine dönüşmüştür. Eşdeğerlik noktasında pH asidiktir. Daha sonra eğri tekrar aşağı iner.

Neler olduğuna bakalım. Başlangıçta bu suda zayıf baz sorusuydu. Ama kuvvetli asit ilave ettikçe zayıf bazın bir kısmını konjuge asidine dönüştürüyoruz. Daha sonra tampon bölgeye geçiyoruz. Yarı eşdeğerlik noktasında zayıf bazın yarısını konjuge asidine dönüştürecek kadar kuvvetli asit eklenmiştir. Dolayısıyla bunlar birbirine eşittir. Zayıf bazın mol sayısı ve konjuge asidin mol sayısı birbirine eşittir. Başlangıçtaki tüm zayıf baz eşdeğerlik noktasında konjuge asidine dönüşmüştür. Bu artık suda zayıf asit sorusudur. En sonunda ise bu artık kuvvetli asittir.

Size verilen problemin hangi tür problem olduğunu anlamamanın yolu, çoğu zaman soruyu aldığınızda ve ”titrasyon eğrisinin bu noktasında bu suda zayıf asit sorusudur” diye yazın. Bunu yazmak sorunun geri kalanını doğru yapmak için önemlidir. Beş soru tipini tanıyabilmek, cevabı bulmanızda çok yardımcı olacaktır.

Bir örnek yapalım. Zayıf asiti kuvvetli bazla titre edeceğiz. 25 ml 0.10M HCOOH ve 0.15M NaOH var. HCOOH için K_a , $1.77 \cdot 10^{-4}$. Başlangıçta kuvvetli bazdan hiç eklenmemiş. Bu hangi problem tipidir? Suda zayıf asit.

Zayıf asit için ya da suda asit için tepkimeyi nasıl yazdığımızı biliyorsunuz. Sudaki asit, hidronyum iyonuna ve konjuge bazına dönüşmüş. Yani zayıf asit. Asit için K_a yı kullanıyoruz. Ve denge ifadesini yazıyoruz. Burada 0.1 M asit var. Tepkimedede bir miktarı tükenecek, hidronyum iyonu ve konjuge bazını oluşturacak. Denge de derişimler için ifadelerimiz var. K_a yı kullanabiliriz. K_a asit için, bu bir zayıf asit sorusu. K_a , ürünlerin derişimi bölü girenlerin derişimine eşittir deriz.

Bir titrasyon sorusu yapıyoruz, bunu nasıl yapacağınızı biliyorsunuz çünkü suda zayıf asit sorusunu yaptık. Burada $x^2/(0.10-x)$. X in çok küçük olduğunu biliyoruz. $-x$ 'i ihmal ederiz. Bu, işimizi biraz daha kolaylaştırır. X i bulup, kontrol ederiz. 0.00421 bulduk. Bunu 0.10 gibi yuvarlarız. Burada hata payı %5'ten düşüktür. Çok yakın bir değerdir. Varsayımımız doğru. Doğru olmasaydı ne yapacaktık? İkinci dereceden denklem çözmek zorunda kalacaktık.

Şimdi anlamlı rakam sorusu var. Burada pH'ın anlamlı rakam sayısı nedir? Son 10 saniye.

Sorunun ilk kısmında derişimde iki anlamlı rakam vardı. 0.10M. Daha sonra soruyu çözerken anlamlı rakam sayısını artırılıyorsunuz. Ama aslında iki tane. Ondalıktan sonra iki rakam olacak. Anlamlı rakam kuralı noktadan sonraki rakam sayısıdır.

Evet. Bir pH değerimiz var. Devam edelim. pH değerini şuraya yazmak istiyorum. Kuvvetli bazın hacmi, burada ise pH var. Başlangıçta hiç kuvvetli baz yok. pH'ı 2.38, bu bir zayıf asit. pH asidik olmalı.

Şimdi titrasyon sorusuna geçelim. 5.0ml kuvvetli baz eklendi. pH'ı bulmamız isteniyor. Bu kuvvetli bazın tamamı reaksiyona girecek, diye bir varsayımda bulunalım. Kuvvetliyse, tamamen reaksiyona girer. Eklenen kuvvetli baz, kendisine eşit mol sayısındaki zayıf asidi konjuge bazına dönüştürecek. Daha sonra bir çıkarma yapacağız.

Başlangıçtaki asidin mol sayısı $(25.0 \cdot 10^{-3} \text{L})(0.10 \text{M}) = 2.5 \cdot 10^{-3}$ moldür. Eklenen kuvvetli bazdan gelen OH^- iyonunun mol sayısı $(5.0 \cdot 10^{-3} \text{L})(0.15 \text{M}) = 0.75 \cdot 10^{-3}$ dür. Eklenen kuvvetli bazın tamamı zayıf asitle tepkimeye girer. $2.5 \cdot 10^{-3}$ mol asitten, eklenen bazın mol sayısını yani $0.75 \cdot 10^{-3}$ molü çıkarıp, kalan asitin mol sayısını $1.75 \cdot 10^{-3}$ mol buluruz. Bu reaksiyonda kaç mol konjuge baz oluşur? Ne düşünüyorsunuz?

Aynı sonuç. $0.75 \cdot 10^{-3}$ mol. Titrasyon sorularında henüz hiçbir şey eklenmemişken, ilerde çıkarma yapacağınızı unutmayın. Çünkü bir şey oldu. Bir şeyi dönüştürdünüz. Durum başladığınızla aynı değil.

Şimdi zayıf asit ve konjuge baz var. Bu hangi problem tipidir? Zayıf asit ve konjuge baz varken? Tampon, doğru. Tampon sorusu yapıyoruz. Önce derişimi bilmeliyiz. Mol/ litre. Başlangıçta hacim 25 mL idi. 5mL daha ekledik, toplam hacim 30 mL oldu. İkisinin de derişimini hesaplayabiliriz.

Şimdi denge tablosunu oluşturalım. Bu bir tampon sorusu gibi oldu. Burada bir şey var. Zayıf asidimiz burada. Fakat burada bir şey var ve sıfır değil. Oluşan konjuge baz var. Bir tarafta $0.0583 - x$, diğer tarafta $0.0250 + x$.

K_a yı tekrar kullanabiliriz. Asit suda, hidronyum iyonuna ve konjuge bazına dönüşüyor. K_a yı kullanalım. Tablo hazır. Her zaman dediğim gibi x i çok küçük olarak alın ve dolayısıyla ihmal edin. Daha sonra da varsayımınızı kontrol edin. Bu, matematiği kolaylaştırır, $+x$ ve $-x$ den kurtulduk. Tekrar, eğer x küçükse, başlangıç derişimleri dengeden sonra daha düşük ya da yüksek olacak. x i buradan $4.13 \cdot 10^{-4}$ buluruz.

Bu çok küçük bir değer. Şimdi kontrol etmemiz gerekli. Evet, yeterince küçük %5 in altında. İŐlemimiz doğru.

Bulduğumuz x değerini yerine yazalım, x burada hidronyum iyonunun derişimi. Hidronyum iyonunun eksi logaritması pH ı verir. pH'ı 3.38 olarak hesaplarız. DeriŐimlere göre, anlamlı rakam 2 tane olmalı. 5 mL ekledik. pH biraz arttı. Artık pH 3.38, burada.

Tampon sorusu iÇin başka bir seŐenek daha var. Bu üitedeki formül nedir? ArkadaŐımız Handerson- Hasselbach. Evet, varsayımınızın doğru olduğunu kontrol ederek, evet onu burada da kullanabilirsiniz. Çoğunuz bunu yapmayı tercih eder, őkünü bu biraz daha kolay. Bu soruda size pK_a verilmemiŐ, K_a verilmiş. Hesaplamak ők kolay. K_a nın eksi logaritması, pK_a dır. Buradan hesaplayalım. Değerleri yerine koyalım. Derişimler var. Derişimleri kullanmalıyız. Molleri kullansaydık, hacimler birbirini götürürdü. Burada aynı hacimde derişimler var, hacimler birbirini götürür. Bu biraz hızlanmamızı sağlar. Ve aynı cevabı verir, bu harika. Handerson-Hasselbach'ı kullanmak iÇin, %5 kuralını unutmayın. Çünkü Handerson-Hasselbach x'in küçük olduğunu varsayıyor. BaŐlangıŐtaki ve dengeden sonraki derişimleri nerdeyse eşit varsayıyor.

Varsayımı kontrol edelim. Hidronyum iyonu derişimini kontrol edelim. Bu x tir. Eğer bu değer küçükse, öyle olduğunu bulduk, işlem tamamdır. Tampon soruları iÇin 2 farklı yol. Ancak tampon bölgede değilsek, Handerson-Hasselbach'ı kullanmıyoruz. Geçerli olmaz.

Varsayımı tekrar kontrol ediyoruz. Tamamsa, güzel; değilse, 1. yolu kullanmalısınız. Ve 2. Dereceden denklemi őkzmelisiniz.

Evet, tampon bölge. Şimdi tampon bölgede özel bir soru tipindeyiz. Yarı eşdeğerlik noktası. Kuvvetli bazın mol sayısının yarısını eklenmiş, zayıf bazın yarısı konjuge bazına dönüşmüştür. Bu noktada, HA nın derişimi, A^- nin derişimine eşittir. Aynı hacimde, eşit mol sayıları, derişimler eşit. Burada Handerson-Hasselbach'ı

kullanabilirsiniz, eşitlerse, $-\log 1$ gelir. pH, pK_a ya eşittir. Bu tip soruyu da öğrendiniz.

Sınavlarda yarı eşdeğerlik noktasıyla ilgili soru hazırladığım bilinir. Çünkü, sınavlar genelde uzundur, 50 dakikanız olur. Çok farklı soru tipleri var. Bu soru sizden çok fazla zaman almamalı. Bu eşitliğin doğru olduğunu ispatlamak zorunda değilsiniz. Hatırlamanız gereken şey, yarı eşdeğerlik noktasında pH, pK_a ya eşittir. Eğer pK_a yı bulursanız soru tamamdır. Bu, kısa bir soru tipi. Yarı eşdeğerlik noktasının tanımını hatırlarsanız, bu soruyu yapmak kolay. Şimdi üçüncü değerimiz var, 3.75 . Eğri üzerinde çalışıyoruz.

Şimdi eşdeğerlik noktasına geçelim. Eşdeğerlik noktasında, başlangıçtaki zayıf asidin mol sayısı ile eşit mol sayıda kuvvetli bazı ilave etmişsiniz demektir. Zayıf asidin tamamı konjuge bazına dönüşmüştür. pH, 7den büyük olacak. Şimdi sadece konjuge baz var, ortam bazik ve pH, 7 den büyük olmalı.

Bu titrasyonu yaparken, zayıf asit ve kuvvetli baz var. Bir tuz oluşacak. Tuz sorusu. Tuzlardan bana bahsedebilirsiniz. Bana hatırlatın, Na^+ pH a nasıl katkıda bulunur? Nötrdür, pH ı etkilemez. HCO_2^- ne yapar? pH ı bazikleştirir. Ortam baziktir. 1. ve 2. grup, yani sodyum pH a etkide bulunmaz, nötrdür. Ama zayıf asidin konjuge bazı varsa ortam bazik olur. Tuz problemlerini zaten biliyorsunuz.

Her zaman işlemlerinizi kontrol edin. pH bilginizle uyumlu olmuyorsa, bir işlem hatası yapmışsınızdır. Eşdeğerlik noktasının pH ını tam olarak bulalım, bazik olması gerektiğini biliyoruz ancak tam değerini bulalım. Kuvvetli bazın ne kadarını eklemeliyiz? Çünkü, moller hakkında her şeyi bilmeliyiz. Bazın ne kadarını eklemeliyiz?

Zayıf asidin tamamını konjuge bazına dönüştürmeye yetecek kadar kuvvetli baz eklemeliyiz. $2.5 \cdot 10^{-3}$ mol zayıf asit var, zayıf asidin mol sayısı dönüşeceği konjuge bazın mol sayısına eşittir. Bu da eklenmesi gereken OH^- nin mol sayısına eşittir. Bu dönüşümün

tamamının gerçekleşmesi için, $2.5 \cdot 10^{-3}$ mol kuvvetli baz gerekli. Bazın derişimini biliyoruz, 0.15 M. Eklenmesi gereken NaOH'ın hacmi $1.67 \cdot 10^{-2}$ litredir.

Eşdeğerlik noktasındaki toplam hacim, başlangıçtaki 25 mL + eklenen bazın hacmi 16.7 mL. "Toplam hacim nedir? Titrasyon eğrisinde bu noktaya gelmek için ne kadar eklemeliyim?" diye düşünün. Şimdi molariteyi hesaplayabiliriz. Oluşan konjuge bazın mol sayısını biliyoruz. Son hacmi de biliyoruz. Konjuge bazın derişimini hesaplayabiliriz.

Şimdi bu soruyu çözmeme yardım edin. Bunu çözmek için eşitlik kurmama yardım edin. Son 10 saniye. Bugünün en iyi skoru. Konjuge baz hakkında konuşuyoruz. Dolayısıyla zayıf asidin tamamını konjuge bazına dönüştürürüz. Bu artık, suda zayıf baz sorusudur. K_b den bahsetmemiz gerekiyor. Bu soruda size sadece K_a verilseydi, K_b yi nasıl bulurdunuz? K_a ile K_b arasında nasıl bir ilişki vardır? K_w . Bu soruda size verilmiş, eğer verilmeseydi hesap makinesiyle bunu yapabildiniz. Bu değer doğru olduğunu görürdünüz. Şimdi bu bir suda zayıf baz sorusu. Artık tampon bölgede değiliz. Zayıf asidin tamamını konjuge bazına dönüştürdük. Bu artık suda zayıf baz sorusu. Burada, $x^2/(0.0600-x)$. 0.600, hesapladığımız derişimdi.

Sorunun hangi tip soru olduğunu düşünün. Tekrar suda zayıf baz sorusu. $x^2/(0.06-x)$. X in küçük olduğunu varsayabiliriz. X için bir değer buluruz. X $0.83 \cdot 10^{-6}$ M dır. pOH ı hesaplarız. Çünkü x burada OH⁻ iyon derişimidir. Suda zayıf baz sorusunda, bu tip soruda burada baz burada da asit H₂O, H₂O nun konjuge bazı OH⁻ dir. Bu zayıf bazın konjuge asidi ise burada. Buradan x i buluyoruz, yani OH⁻ iyon derişimi. Daha sonra pOH değerinden pH değeri bulunur. $14-5.74=8.26$ pH değerini buluruz. Bu nötrden büyük yani bazik. Bu mantıklı bir sonuçtur. Çünkü suda zayıf baz sorusu. Eğride

yukarıdayız. 8.26 . Bu soruda pH 7 den büyük olmalıdır. Mantıklı bir sonuç, Güzel. 7 den büyük . Bulmak istediğimiz gibi.

Şimdi çok ilerledik. Eşdeğerlik noktasını geçtik. Kuvvetli baz eklemeye devam ediyoruz. Ortamda hala konjuge baz var. Derişimi $1.83 \cdot 10^{-6}$ M. Çok düşük, x küçük. pH, eklediğiniz kuvvetli baza göre belirlenir. Bu artık suda kuvvetli asit ya da kuvvetli baz sorusuna benziyor.

Eşdeğerlik noktasını 5 ml geçtiyseniz $5 \text{ mL} \cdot 0.15 \text{ M}$ (kuvvetli bazın derişimi) $= 7.5 \cdot 10^{-4}$ mol ekstra OH^- iyonu geldi. Bunun derişimini bulmalısınız. Toplam hacmi bulalım. $0.00500 \text{ L} + 0.0250 \text{ L} + 0.0167 \text{ L}$. Başlangıçta 0.0250 L vardı. Eşdeğerlik noktasına ulaşmak için 0.0167 L baz eklendi. Eşdeğerlik noktasını 0.00500 L geçti. Bu toplam hacim. Buradan OH^- derişimi 0.016 M . Bu tamamen tepkimeye girer. Denge tablosu yapmaya gerek yok. Çünkü bu kuvvetli baz. Ortama zayıf baz eklemeye devam edebilirsiniz. Ama bu 10^{-6} oranında etki eder. Anlamlı rakamda, bu ihmal edilir. Sadece 0.016 yı yerine yazalım. Ve daha sonra pOH ı buluruz. Buradan da pH 'a geçeriz. Şimdi egride buradayız. pH 12.21 . 5 ml geçti. Böylece bir titrasyon sorusu yaptık.

Neler gördüğümüzü tekrar edelim. Başlangıçta kuvvetli baz sıfır ml . Suda zayıf baz sorusu. Tampon bölgeye geldik. Ortamda zayıf asit ve konjuge bazı var. Eşdeğerlik noktasında zayıf asidin tamamı konjuge bazına dönüşmüş. Zayıf baz sorusu. Eşdeğerlik noktasını geçtikten sonra kuvvetli baz sorusudur. Yaptığımız soru bu.

Bunların hepsini gözden geçirelim. Bu soru tiplerinin hepsini yapmayı öğrendiniz. Fazla bir şey yok. Sadece nereye ne uygulayacağınızı bilin. Yapabiliyorsanız iş bitmiştir. Bu ünite sizin için kolaydır. Devam edin ve beni sınavda mutlu edin. Benim için, hayatta hatasız yapılmış titrasyon sorusu kadar güzel fazla şey yoktur. Bu beni çok mutlu eder. Sınav kağıdına, “umarım çözümüm sizi mutlu eder” yazanlar vardı. Ben de “Evet gerçekten öyle” yazdım ve gülen

yüz çizdim. Bu sorunun yapıldığını görmek gerçekten çok güzeldir. Biraz gıcık ve aşırı çalışkan görünüyor olabilirim. Fakat dünden sonra gıcık ve çalışkan olmak tekrar moda.

Peki. Nereye geçtiğimizi söyleyeyim. Beş dakikamız var. Bu çok iyi. Bu beş dakikada bazı kurallara geçmek istiyorum. Beş dakika kurallarına geçelim.

Yükseltgenme indirgenmenin çok fazla kuralı yoktur. Beş dakika bunu yapmak için yeter. Yükseltgenme-indirgenme, denge ve termodinamik bilgilerini kullanır. Bu konuyu çok severim. Çünkü vücutta gerçekleşen reaksiyonlarla ilgilidir. Asitler, bazlar, pKa bunlar için çok önemli. Asit baz ve yükseltgenme indirgenme konularıyla enzimlerin çalışmalarıyla ilgili çoğu şeyi anlayabilirsiniz.

Şimdi beş dakika kurallarını yapalım. Bu ünite size çok yardımcı olacak. Bazıları çok basit. Serbest elementlerde her atomun yükseltgenme basamağı sıfırdır. Bu sıfır olacak. Yükseltgenme basamağı serbest elementlerde. Bir atomdan oluşan iyonlarda yani monoatomik iyonlarda yükseltgenme basamağı iyon yüküne eşittir. Li^{1+} in yükseltgenme basamağı +1 dir. Çok kolay.

1. ve 2. Grup yaşamınızı çok kolaylaştırır. Çok tutarlı kuralları vardır. Periyodik cetvelde 1. Grup metallerinin yükseltgenme basamağı +1 dir. 2. Grup elementlerinin yükseltgenme basamağı +2 dir. Alüminyum tüm bileşiklerinde +3 tür. Çok basit.

Şimdi biraz daha karışık ama çok kullanışlı bir kurala geldik. Oksijen. Oksijen çoğunlukla -2 dir. Fakat bazı istisnaları vardır. Örneğin peroksitte oksijen -1 dir. 1. Grup ve 2. grup metalleri her zaman +1 ve +2 olduğu için hidrojen onlara uyar ve -1 olur. Bunun dışında hidrojen +1 dir. Yani genelde +1 iken, birinci ve ikinci grup metallerine bağlandığı zaman -1 olur.

Flor. Bütün bileşiklerinde -1 dir. Diğer halojenler klor brom iyot genelde negatiftir. Eğer oksijenle birliktelerse durum değişir. Burada

bir örnek var. Ve nötr bir molekülde bütün atomların yükseltgenme basamakları toplamı sıfırdır. Eğer molekül yükü varsa atomların yükseltgenme basamakları toplamı molekül yüküne eşittir. Hızlı bir örnek yapalım. Bu durumda hidrojen ne olur? +1 . Burada 1. Ve 2. Grup elementleriyle birlikte değil. Peki azot? Molekül yükü +1 olduğu için azot -3 tür. Azotun yükünü bilmeyebiliriz ama hidrojen ile ilgili kuralları ve toplam yükün neye eşit olması gerektiğini de biliyoruz. Buradan azotun yükünü bulabiliriz.

Bu ünite asit baz ünitesinden sonra rahatlama gibidir. Çünkü basit toplama çıkarmalar var. Çok kötü değil.

Yükseltgenme basamakları tamsayı olmak zorunda değildir. Bir örnek verelim. Süperoksit var. Oksijenin yükseltgenme basamağı kaçır? -1/2.

Kurallar bunlar. Cuma günü geri dönüp örnekler yapacağız.