

KİMYASAL VE BİYOLOJİK YÜKSELTGENME / İNDİRGENME REAKSİYONLARI

Bugün yükseltgenme ve indirgenme reaksiyonlarını bitirmeye çalışacağız. Sıradaki konumuz geçiş metalleri olacak. Geçen ders pillerin ΔE^0 'ndan yani bir elektrokimyasal pilin standart potansiyelinden bahsettik. En sonunda bir clicker sorusu vardı. Anottaki ve katottaki reaksiyonları söylemiştiniz. Şimdi pilin ΔE^0 'ını hesaplayacağız. Burada pilin ΔE^0 'ını hesaplayacağımız bir formülümüz var.

Pilin potansiyeli yani ΔE^0 ,katotta gerçekleşen reaksiyonun standart indirgenme potansiyelinden , anotta gerçekleşen reaksiyonun standart indirgenme potansiyeli çıkarılarak bulunur. Geçen ders anotta ve katotta hangi reaksiyonların gerçekleştiğini öğrendiniz. Bu bilgileri kullanarak devam edelim. Katotta gerçekleşen bakır tepkimesi, anotta gerçekleşen çinko tepkimesi. Standart indirgenme potansiyellerini kullanacağız. Çünkü formül o şekilde. Standart indirgenme potansiyeli değerlerini nasıl öğreniriz? Kitabınızda bunların bir tablosu var. Ve tabi ki sınavlarda bu bilgiler size verilir. Standart indirgenme potansiyeli hidrojen elektrot yardımıyla hesaplanır. Buradaki kısaltmaların ne anlama geldiğini geçen ders öğrendik. Değerlere baktığımızda hepsinin indirgenme reaksiyonları şeklinde listelendiğini görürüz. Eğer yükseltgenme potansiyeli arıyorsanız şanssızsınız. Çünkü hepsi standart indirgenme potansiyelidir. Burada Zn^{2+} iyonu 2 elektron alarak katı Zn ya indirgenmiş. Cu^{2+} de 2 elektron alarak katı Cu a indirgenmiş. Ve burada da standart indirgenme potansiyelleri var. Değerleri formülde yerine koyalım. Katottaki tepkimenin indirgenme potansiyelinden anottaki tepkimenin indirgenme potansiyelini çıkarıyoruz. Katottaki reaksiyon Cu^{2+} nin indirgenmesi. $0.3402 - (-0.7628) = 1.103$ volt. Bu işlemi yapmak çok kolay. Burayı vurgulamamın nedeni, birçoğunuz akıllılık yapıp " İndirgenen ve yükseltgenenler var. Ben standart indirgenme potansiyelini arıyorum. İşareti değiştirmeliyim." der. Değerleri yerine koyar, birçok kez işaret değiştirirsiniz, sonunda yanlış cevapla gelirsiniz. Formülde her zaman standart indirgenme potansiyelini kullanacağınızı unutmayın. Değerlere bakın ve yerine koyun. İşaretlerle uğraşmayın. Bu formülü aynen olduğu gibi kullanın, standart indirgenme potansiyellerini yazın. İşiniz tamamdır. Yanlış yapmazsınız. Akıllılık yapmaya çalışmayın, işaretlerle uğraşmayın.

Burada pil potansiyeli pozitiftir. Peki soru şu, bu pilde elektron akışı istemli midir? Reaksiyonun istemli olup olmamasını belirleyen nedir? ΔG^0 bunu belirler. Geçen derste ΔG^0 ve ΔE^0 arasındaki ilişkiyi anlatmıştım. Reaksiyonun istemli olup olmadığını ΔG^0 belirler. Bir pil için, ΔG^0 ; $-n$ (burada n mol elektron sayısıdır)*Faraday sabiti* pilin ΔE^0 'ına eşittir. Burada tekrar termodinamiğe, ΔG^0 a döndük. Reaksiyonların istemli olup olmadığını düşünüyoruz. Eğer pilin ΔE^0 değeri pozitifse, ΔG^0 için doğru olan nedir? Negatif olacak, peki reaksiyon istemli midir? Evet. Eğer ΔE^0 pozitifse ΔG^0 negatiftir. Ve ΔG^0 negatirse reaksiyon istemli olur.

Şimdi sizi bazı terimlerle tanıştırmak istiyorum. Galvanik pil, istemli reaksiyonlarla elektrik akımı elde edilen bir elektrokimyasal pildir. Eğer problemde, galvanik pil ifadesi geçiyorsa bu size pildeki reaksiyonun istemli gerçekleştiğini anlatan sıradan bir bilgidir. Size genelde anotta ve katotta hangi reaksiyonların gerçekleştiğini belirtirler. Çünkü reaksiyonun istemli

olup olmadığını bilmek için ΔE^0 değerini bilmelisiniz. Bu değer galvanik pilde pozitiftir. Yani galvanik pil ifadesi size soru hakkında çok şey anlatır.

Buna zıt olarak, diğer bir pil türü de elektrolitik pildir. Bu pilde, sisteme enerji vererek istemli olmayan reaksiyonu gerçekleştiririz. Elektrik akımıyla istemli olmayan reaksiyonu gerçekleştirebilirsiniz. Galvanik ve elektrolitik piller bu şekildedir.

Bir reaksiyonun istemli olup olmaması ΔG^0 ile ilgilidir demiştik. Eğer pilde gerçekleşen reaksiyon istemli ise, ΔE^0 değeri pozitif, ΔG^0 negatif demektir. Pilin ΔE^0 değerini, bizim için standart hidrojen elektrotla reaksiyonların standart indirgenme potansiyellerini ölçmüş iyi insanların yardımıyla buluruz. Bu değerlere bakıp pilin ΔE^0 değerini ve dolayısıyla reaksiyonun istemli olup olmadığını bilebiliriz.

Şimdi standart indirgenme potansiyelinin büyüklüğünü ve işaretini düşünelim. Bu, bize reaksiyon hakkında nasıl bir bilgi verir? Standart indirgenme potansiyelinin ne olduğuna kitaptan bakabilirsiniz. ΔE^0 in pozitif ve büyük bir değer olması ne ifade eder? Bu element kolay indirgenir. Örneğimize bakalım. Tablonun başında bu özel indirgenme reaksiyonunu görürsünüz. F_2 , 2 elektron alarak $2F^-$ iyonuna dönüşür. Bu reaksiyon için standart indirgenme potansiyeli +2.87 volt olarak ölçülür. Pozitif ve büyük bir değer. Bu, F_2 moleküllerine elektron eklemenin kolay olduğunu gösterir. Bu ΔG^0 nin negatif olmasını kolaylaştırır. Peki bu, F_2 yi iyi bir yükseltgen yapar mı? Ve neden? Son 10 saniye. Güzel. Evet, onu indirgemek kolaydır. F_2 ye elektron eklemek kolaydır bu da onu iyi bir yükseltgen yapar. Slayta geri dönelim. İyi bir yükseltgen diğerlerini yükseltgen ve kendisi indirgenir. Ortamda bulunan diğerlerini yükseltgen. Bu bir yükseltgeme aracıdır. İndirgenmesi kolay olan maddeler iyi birer yükseltgendirler, pozitif ve büyük standart indirgenme potansiyelleri vardır. Bunları hatırlamanın başka bir yolu da bu çift elementten ΔE^0 i pozitif ve büyük olan F_2 dir. Burada yükseltgenmiş olan tür budur. Yani F_2 gazı iyi bir yükseltgendir. Bunu hatırlamanın bir yolu ΔE^0 pozitif ve ne kadar büyükse madde o kadar iyi bir yükseltgendir. Burada kitabınızın arkasındakine benzer bir tablo var. F_2 , 2 elektron alarak 2 tane F^- iyonuna dönüşmüş ve ΔE^0 çok büyük. Yani yükseltgenmiş olan tür iyi bir yükseltgendir. Burada pozitif değerler var. Ve daha sonra düşük negatif değerler, daha sonra da çok negatif değerlere geçiyoruz. En düşük değer Lityumun indirgenmesi reaksiyonuna aittir. Şimdi tablonun en alt kısmında ne olacağını düşünelim.

Çok negatif ΔE^0 değeri, elementin indirgenmesinin zor olduğunu gösterir. Lityumun reaksiyonuna bakalım. Li^+ iyonuna bir elektron eklersek lityum katısını elde ederiz. Ve bu tepkimenin standart indirgenme potansiyeli -3,045 volttur. Yani Li^+ iyonuna elektron eklemek zordur. Li^+ indirgenmesi tercih edilmeyen ve istemli olmayan bir reaksiyondur. Peki Li^+ iyi bir yükseltgen midir? Hayır. İyi bir yükseltgen değildir. Başka bir şey, iyi bir indirgendir. Lityum katısı. Lityum katısı diğer element ve bileşikler indirger, kendisi Li^+ ya yükseltgenmek ister. Li^+ halinden memnundur. Ama lityum katısı iyi bir indirgendir. Tablonun en alt kısmında yani ΔE^0 in çok negatif olduğu yerde ne olduğuna bakarsak, lityum katısı ve Li^+ iyonunu görürüz.

İndirgenmiş tür iyi bir indirgendir. Burada indirgenmiş tür lityum katısı, iyi bir indirgendir. Yani çok negatif potansiyel varsa indirgenmiş tür iyi bir indirgendir.

Tabloya geri dönersek, yukarıda büyük pozitif değerler var. Yükseltgenmiş olan tür iyi bir yükseltgendir. En altta, çok negatif değerler var. İndirgenmiş olan tür iyi bir indirgendir. Sınavda, size farklı elementler verilir, "hangisi daha iyi bir indirgendir ya da daha iyi bir yükseltgendir?" diye sorulur. Bunların indirgenme potansiyellerini karşılaştırıp cevabı bulmalısınız. Unutmayın yukarıda potansiyel çok pozitif, yükseltgenmiş element iyi bir yükseltgen; aşağıda potansiyel çok negatif, indirgenmiş element iyi bir indirgendir. Bu tür sorulara hazırlıklı olun.

Periyodik tabloyu düşünelim. Burada potansiyeller de görülüyor. Lityumu yükseltmek çok kolaydır, Li iyi bir indirgendir. Ancak Li^+ iyonu soygaz elektron düzenine sahiptir ve halinden çok memnundur. Flor ise soygaz elektron düzenine F^- olduğu zaman ulaşır. Florü indirgemek çok kolaydır, F iyi bir yükseltgendir. Yani elementlerin indirgen-yükseltgen olma özelliklerini periyodik cetvel yardımıyla bulabilirsiniz.

Buradaki pil için standart indirgenme potansiyelini bulalım. Denklemler verilmiş. Standart indirgenme potansiyelini bulacağız. Burada indirgenme potansiyellerinin olduğu tabloyu kullanacağız. Buradan görmek biraz zor. Net reaksiyonu gördüğümüzde anotta ve katotta hangi tepkimelerin gerçekleştiğini bulabilmeliyiz. Katotta gerçekleşen tepkime hangisidir, yükseltgenme mi indirgenme mi? İndirgenme. Reaksiyon denkleminde bakalım. Hangi element indirgeniyor? Fe. Yarı reaksiyonları yazalım. $2 Fe^{3+}$, diğer tarafta da $2 Fe^{2+}$. Peki kaç elektron almış? 2 elektron. İndirgenme reaksiyonumuz bu. Peki anotta? Anotta yükseltgenme olur. Bir seçeneğimiz kaldı, yükseltgenen nedir? $2 I^-$ sulu fazda, 2 elektron vererek I_2 katısına dönüşüyor. İki yarı reaksiyonu yazdık. Standart indirgenme potansiyellerine bakıp pil için potansiyeli hesaplayalım. Katottaki reaksiyonun yani Fe^{3+} ün Fe^{2+} ye dönüşmesi reaksiyonunun potansiyelini kullanacağız. Başka bir indirgenme potansiyelimiz daha var. Formüldeki anot kısmı için I_2 nin I^- ye indirgenmesini kullanacağız. Bu iki değer farkını bularak pil için ΔE^0 hesaplarız. Değerlere bakalım, bunlar elinizdeki notlarda da var. Değerleri yerine koyalım. (Demir için $+0.770$ volt) - (0.535 volt) = 0.235 volt. Pozitif bir değer. Peki reaksiyonun istemli olup olamaması hakkında ne söyleyebiliriz? Reaksiyon istemli olarak gerçekleşir. Çünkü ΔE^0 değeri pozitif dolayısıyla ΔG^0 değeri de negatiftir. Peki buradaki iyi bir yükseltgen ve iyi bir indirgen olan elementler hangileridir? Bir clicker sorusuyla öğrenelim. Hangisi daha iyi bir yükseltgendir, Fe^{3+} mı I_2 mi? Ve hangisi daha iyi bir indirgendir, I^- mi Fe^{2+} mı? Düşünün bakalım. Son 10 saniye. Çok güzel. Buradaki yol, bu iki potansiyel değerine bakmak. Çok pozitif ve çok negatif değerlerin olduğu önceki örnekten farklı olarak, burada iki değer de pozitif. Fakat biri diğerinden daha büyük. Burada ikisi de yükseltgenmiş türler. Bu yüzden daha büyük pozitif değere sahip olan daha iyi bir yükseltgendir. Fe^{3+} için değer daha büyüktür dolayısıyla Fe^{3+} daha iyi bir yükseltgendir. Burada ise 2 tür de indirgenmiş. Daha küçük pozitif değere sahip olan daha iyi bir indirgendir.

Tablodan değerlere bakıp büyüklük farkının yardımıyla doğru cevabı bulabilirsiniz. Evet, çok güzel.

Ŗimdi biyolojiden bir örnek vermek istiyorum. Konu sonunda cevaplamak üzere bir soru soracağım. Hücrelerdeki maddelerin de indirgenme potansiyelleri vardır. Vitamin B₁₂ nin bir indirgenme potansiyeli var. Aslında, B₁₂ biyolojik moleküller içerisinde indirgenme potansiyeli çok negatif olan bir moleküldür. Vücutta aktif olması için indirgenmesi gereklidir. Peki indirgenme potansiyeli çok negatif bir değer olan madde nasıl indirgenir? Soru bu. Bunu neden nemsemeliyiz? Vitamin B₁₂ nin aktif olması için indirgenmesi gerekiyor. B₁₂ ve folik asit içeren enzimlerin doğru alıŖması, kalp rahatsızlıkları ve doęuŖtan edinilen hastalıklara karŖı ve akıl sağlığını korumada çok önemlidir. B₁₂ eksikliği bunamaya neden olur. Bunlar çok önemli konular. Kalp hastalıkları ile ilgili ilginç bir Ŗey var. Kaç kiŖi kolestrol diye bir Ŗey duydu? Peki homosistin? Homosistin kolestrolde daha önemli bir kalp hastalığı belirtisi olması sizi ŖaŖırtır mı? Evet, muhtemelen daha iyi olanı duydunuz. Homosistin kalp rahatsızlığında daha önemli bir göstergedir. Ama bu alan için çok fazla para harcanmaz. Halbuki kolestrol dŖrc ilaçlar çok fazladır. Medikal bilgileri nerden aldığınızı dŖnn. Bu genellikle reklamlardır, birileri size bir Ŗey satmaya alıŖtıęı zaman. Eğer çok para kazandırmazsa hakkında çok Ŗey duymazsınız. Bu yüzden sağlığınız konusunda bilginin kaynağı önemlidir. Ve bir bilim insanı olarak sizin için doğru bilgiyi seebilmelisiniz. Vitamin B₁₂ gerçekten çok önemlidir, sağlıklı olmak için ona ihtiyacımız vardır. Sizin yaŖınızda MIT deki birçok insan kalp hastalıkları hakkında pek endiŖelenmezler. Ya da çocuklarınızın doęuŖtan gelecek olan hastalıklarını dŖnmek için çok erken. Belki bazılarınız yaklaŖan sınavlar nedeniyle B₁₂ nin zihinsel fonksiyonlarıyla ilgileniyor olabilirsiniz. Zihninizi açmak için B₁₂ yi dŖnebilirsiniz.

Peki B₁₂ ve folik asidi hangi besinlerden alabiliriz? Ve B₁₂ vücutta nasıl indirgenir? nce B₁₂ içeren besinleri dŖnelim. Bu besinleri bilen var mı? Sebze, duydum. Buna katılan var mı? B₁₂ yi sebzelerden alıyor olsaydınız sebzeleri sever miydiniz? Hayır. Peki B₁₂ hangi besinde vardır? Kırmızı et bunun için iyi bir kaynaktır. Bitkiler hiçbir Ŗekilde B₁₂ kullanmazlar. Vejetaryenlerin iŖi zordur. Yiyeceklerinden B₁₂ alamazlar. Ancak Ŗanslılar, B₁₂ tabletleri var dolayısıyla bu, bir problem değil. Et, vitamin B₁₂ için gerçekten iyi bir kaynaktır. B₁₂ için gerçekten iyi referanslar arıyorum. Bir tanesini geçen gün buldum. True Blood dizisini izleyen var mı? Bir kiŖi. Vampirler kan içtiklerinden bol miktarda B₁₂ alırlar. Peki folik asit? Hangi besinden folik asit alabileceğini bilen var mı? Özellikle kiŖ mevsiminde "dıŖarı çıkalım, ağaçlara bakalım dŖen yaprakları seyredelim" dediklerinde? Folik asiti nereden alacağımıza dair bir fikir? Bir saniye bekleyin. Norveç birasının folik asit içeren ne kadar önemli bir kaynak olduğunu iŖleyen bir derste bulunmuŖtum. Ŗanslıyız ki Norveçli bilim insanları tarafından rapor edilmemiŖti. Folik asidi arpa, sebze; bu tür besinlerden alabiliriz. Bu da sağlıklı beslenme için bir sır. Hiç " Portakal suyu için, kalbinize iyi gelir" diyen bir portakal suyu reklamı izlediniz mi? İŖte bu yüzden. Potansiyel olarak doğru. Portakal suyundan çok fazla folik asit alabilirsiniz ama folik asit kalp sağlığı için gerekli değildir. Kim bilebilir ki, bazı iddialar doğrudur.

Bir problemimiz var, B₁₂ vitamininin vücutta nasıl indirgendiğine hala geçmedik. Buna konunun sonunda döneceğiz, eğer o kadar işleyebilirsek.

Önce birkaç şey daha işlemeliyiz. Böylece herkes sorularını halledebilsin. Pil yarı reaksiyonlarını toplamayı ve çıkarmayı öğreneceğiz. Daha sonra favorilerimden biri olan Nerst eşitliğine geçeceğiz. Bazılarınız bu şekilde bir problemle karşılaşmış olabilir. Bir standart indirgenme potansiyelini bilmeniz gerekiyor ve bu, size tablodan verilmemiş. Ama tablodaki diğer şeyler biliniyor. İlgili reaksiyonlar yardımıyla size gerekli olan potansiyeli bulabilir misiniz? Örneğin size Cu²⁺ nin bir elektron alarak Cu⁺ ya dönüştüğü reaksiyonun standart indirgenme potansiyeli gerekli ama bu, soruda verilmemiş. Bunun yerine, Cu²⁺ nin 2 elektron alarak Cu katısına dönüştüğü ve Cu katısının 1 elektron vererek Cu⁺ ya dönüştüğü reaksiyonlar ve potansiyelleri verilmiş. Eğer bu iki tepkime denklemini toplarsak aradığımız tepkimeyi buluruz. Bu iki reaksiyonu toplarsak, katı bakırlar ve birer elektron birbirini götürür. Peki net reaksiyonun standart indirgenme potansiyelini nasıl buluruz? Dersten önce birisi bu soruyu sordu. Serbest enerjiye geri dönmeliyiz. Ama burada denklemimiz var tekrar serbest enerjiye dönmemize gerek yok. Yeni reaksiyonun ΔG^0 değeri, indirgenme reaksiyonun ΔG^0 ı ile yükseltgenme reaksiyonun ΔG^0 ının farkına eşittir. Formüldeki ΔG^0 değerleri yerine, $-nFE^0$ koyarsak, Faraday sabitleri birbirini götürür. Denklemden yeni reaksiyon için E^0 ı yalnız bırakarak, [indirgenme reaksiyonundaki mol elektron sayısı * $E^0_{\text{indirgenme}}$] - [yükseltgenme reaksiyonundaki mol elektron sayısı * $E^0_{\text{yükseltgenme}}$] / net reaksiyondaki mol elektron sayısına eşitleriz. İki reaksiyonun toplamı olan reaksiyonlarda bu formülü kullanabiliriz. Peki şimdi bu formülü kullanalım. Cu²⁺ nin Cu katısına indirgenmesi ve Cu katısının Cu⁺ ya yükseltgenmesi reaksiyonları var ve bu iki reaksiyonun standart indirgenme potansiyelleri biliniyor. Biz Cu²⁺ nin Cu⁺ ya indirgendiği reaksiyonun potansiyelini arıyoruz. Formülü kullanalım. Formülde indirgenme tepkimesinin potansiyeli yerine hangi değeri yazmalıyız? Bu değerlerden hangisi? Bunlardan hangisi indirgenme reaksiyonu? Peki reaksiyonda kaç mol elektron var? (2)(0.340 volt) u yazıyoruz. Diğer reaksiyonda ise 1 mol elektron var, diğer potansiyel değerini de yerine yazalım. (1)(0.522 volt). Peki net reaksiyonda kaç mol elektron ? 1. İşlemi yapalım. Cevabı 0.158 volt buluruz. Cu²⁺ nin Cu⁺ ya indirgendiği reaksiyonun standart indirgenme potansiyelini yarı reaksiyonlar yardımıyla bulduk. Bu formül size sınavda verilecek. Önemli olan onu kullanmayı bilmeniz. Cu²⁺ nin Cu⁺ ya indirgendiği reaksiyonun standart indirgenme potansiyelini bulduk. Bu formülü ve diğer formülleri nasıl kullanacağınız hakkında bir hatırlatma. Eğer bütün bir elektrokimyasal pil varsa anottan verilen elektronların mol sayısı, katoda gelen elektron mol sayısına, o da net reaksiyondaki elektron mol sayısına eşittir. Dolayısıyla bu formül, bütün bir elektrokimyasal pil varsa gerekli değildir. Burada daha önce bahsettiğimiz formülü kullanabilirsiniz. Pil için ΔE^0 içeren formülü. Eğer soru elektrokimyasal pilin tamamından bahsetmiyorsa, örneğin yarı reaksiyon potansiyeli varsa yukarıdaki formülü kullanmalısınız. Bu formüllerin ikisi de sınavda size verilecek. Aşağıdaki, elektrokimyasal pil için; yukarıdaki, yarı reaksiyon potansiyeli için.

Evet Nerst eşitliğine geçtik. Herkesin bir kere başından geçmiştir, bazen bir şeyi çalıştırmak istediğinizde pilin bitmiş olduğunu görürsünüz. Bitmiş pil, pildeki kimyasal

reaksiyonların dengeye ulaştığının göstergesidir. Denge, elektrotlar arasındaki potansiyel farkı sıfırdır. Ve pil artık işe yaramaz. Bir daha ki sefere pil bitti diye sinirlenmek yerine “nihayet dengeye ulaştı” diyebilirsiniz. Pil reaksiyonları nasıl gerçekleşir, pil bileşiminin derişiminin değişmesiyle potansiyel nasıl değişir, bunları düşünelim. Denge ve reaksiyon bileşenleri hakkında ne biliyoruz? Bu verimli bir ders oldu. İlk konumuz olan dengeyi sınavdan önce bir kez daha tekrarlayacağız. Dengeye ulaşana kadar bileşenlerin derişimleri değiştikçe ΔG değişir. Denge sağlandığında ΔG sıfıra eşit olur. Denge sağlanmadan önce ΔG , ΔG^0 ile $RT \ln Q$ nun toplamına eşit olur. Peki Q nedir? O anki ürünler derişiminin girenler derişimine oranıdır. Bunu daha önce gördük ve şimdi tekrar kullanacağız.

ΔG^0 ile ΔE^0 arasındaki ilişki nedir? ΔG^0 , $-n(\text{mol elektron sayısı}) * F * \Delta E^0$ a eşittir. Kimyasal dengedeki formülü alalım. Bu formülleri birleştirelim. Denklemdaki ΔG yerine $-nF\Delta E$ koyarak denklemi tekrar yazalım. ΔG yerine $-nF\Delta E$, ΔG^0 yerine de $-nF\Delta E^0$ yazalım. R (gaz sabiti) $*T(\text{sıcaklık}) * \ln Q$ da var. Eşitliğin her iki yanını $-nF$ ye bölelim. Nerst denklemini elde etmiş olduk. Nerst denklemi, herhangi bir zamanda bir pilin potansiyeli o andaki bileşenlerin derişimine bağlı olarak tablodan öğreneceğiniz standart indirgenme potansiyelinin, $[RT(\text{gaz sabiti} * \text{sıcaklık}) / (n * F)] * \ln Q$ toplamına eşit olduğunu gösterir. Q yu bilmeniz gerekiyor. Pilin o andaki bileşiminin derişimlerinin oranı. Eğer bir problemde o andaki derişimler verilmişe bu, Nerst denkleminin kullanılacağına dair bir ipucudur. Bir örnekte inceleyelim. Belirli bir zamandaki pil potansiyelini hesaplamak istiyoruz. Sıcaklık $25C^0$, Zn^{+2} derişimi $0.1 M$, Cu^{+2} derişimi $0.001M$ olsun. Bu da pildeki reaksiyonun denklemi. Tablodaki değerlere bakalım. Nerst denklemini kullanacağımız için yapmamız gereken ilk şey pilin standart gerilimini hesaplamak. Tablodaki değerler burada. Bunu hesaplayın. Son 10 saniye. Bugün % 90 ınızın doğru cevaplamasını bekliyorum. Bunu yapabilirsiniz. Sunuma geri dönelim. Bu çok kolaydı. Aslında anotta ve katotta gerçekleşen reaksiyonları göstermememiz gerekirdi. Bu kadar kolay olmasını istememiştim. Tepkime verildiğinde anotta ve katotta gerçekleşen reaksiyonları bulabilirsiniz. Cu^{+2} , Cu ya indirgenmiş. Zn da Zn^{+2} ye yükseltgenmiş. Anotta ve katotta gerçekleşen reaksiyonlar hangileridir? İndirgenen ve yükseltgenenler nelerdir? Değerleri yerine koyalım. Katotta Cu^{+2} , Cu a indirgenmiş. Standart indirgenme potansiyelini yerine koyalım. Formülden gelen eksi var. Anot için indirgenme potansiyelini yazıyoruz. Anotta Zn , Zn^{+2} ye yükseltgenir. Değeri yerine koyup sonucu buluyoruz. Şimdi Q değerini bulmalıyız. Q nedir? Son 10 saniye. Q , ürünlerin derişimi / girenlerin derişimidir. Katı fazdakileri almayız. Çünkü onların derişimi değişmez. O yüzden onları formüle yazmıyoruz. Zn^{+2} derişiminin Cu^{+2} derişimine oranı $1.0 * 10^2$ olur. Q nun bir özetini yaptık. Eğer hala Q yu hesaplamayı bilmiyorsanız cuma günkü sınavda ekstra problemleriniz olacak. Bu birçok konuda geçer. n değerini bulduktan sonra Nerst denklemini kullanabiliriz. Kaç mol elektron kullanılmıştır? İki. Bu her zaman bu kadar açık değildir. Sizi tuzağa düşürebilir, buna dikkat edin. Bu sorudaki çok açık. Her şeyi bulduk. Şimdi denkleme yerleştirebiliriz. Pil için standart potansiyeli hesapladık. Q ve n i bulduk. Denklemden yerine koyalım. $1.103 \text{ volt} - [R * T * \ln Q] / [2 \text{ mol elektron} * F]$. İşlemi yaparsak $+ 1.044 \text{ volt}$ buluyoruz. Sabitler ve birimler hakkında bir hatırlatma. Volt nereden gelir? Moller ve Kelvinler birbirini götürür. J/C kalır. Bu 1 volttur. Bu

problemlerdeki önemli rakamlar hakkında bir hatırlatma. Nerst denkleminde anlamlı rakam eğlencelidir. Önemli rakamı iyi bildiğinizi düşünüyorsanız bir daha düşünün. Burada logaritma , çarpma, bölme ve çıkarma için anlamlı rakam kuralları var. Bu denklem birçok anlamlı rakam kuralını içeriyor. Bu çok eğlenceli. Ama bunu sizin için kolaylaştırıyorum. Ve sınavlarda işlem hatası yapmaktan kaçının. Size verilecek olan bütün sorular oda sıcaklığında . R ve F sabit . RT/F değeri 0,025693 volttur. ln yerine log kullanırsanız değer 0.0592 volt olur. Bu size sınavda verilecek. Bu iki eşitliği sınav kağıdında göreceksiniz. Bu, ln için; bu da, log için . Yani sizin R*T/F işlemi yapma yeteneğinizi sorgulamayacağız. Bu da size problemlerde kolaylık sağlar. Peki dengede Q ne olur? Q , K ya eşit olur. Peki dengede ΔG nedir? Sıfıra eşittir. Önceki eşitlikten bildiğimiz gibi ΔG sıfıra eşit olursa ΔG^0 , $-RT\ln K$ ya eşittir. Çünkü dengede Q ,K ya eşittir. Önceden bildiğimiz bu eşitlikte var. Burada ΔG^0 , denge sabitine bağlı burada ise ΔE^0 a bağlı. Ne olduğunu görebilirsiniz. Bu iki denklemi birbirine eşitleyelim. Ve bir ifade bulduk. Böylece standart potansiyeli bildiğimizde denge sabitini hesaplayabiliriz. Bu da size sorulabilir. Bu üniteye her şey birbirine bağlı. Bu derste kalan sorumuz vitamin B₁₂ nin vücutta nasıl indirgendir. Bunu öğrenmek için beklemek zorundasınız. Endişelenmeyin, cumaya kadar kalp hastası olmazsınız. Bunun nasıl gerçekleştiğini cuma günü anlatacağım.